İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR İÇİ YOL KENARI SABİT TESİSLER İÇİN TRAFİK KAZALARINA KARŞI KORUYUCU VE ÖNLEYİCİ OTOKORKULUK GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Mustafa Yurdabal APAK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

KASIM 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR İÇİ YOL KENARI SABİT TESİSLER İÇİN TRAFİK KAZALARINA KARŞI KORUYUCU VE ÖNLEYİCİ OTOKORKULUK GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Mustafa Yurdabal APAK
(501992331)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Murat ERGÜN
Eş Danışman: Doç. Dr. Halit ÖZEN

KASIM 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501992331 numaralı Doktora Öğrencisi Mustafa Yurdabal APAK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "ŞEHİR İÇİ YOL KENARI SABİT TESİSLER İÇİN TRAFİK KAZALARINA KARŞI KORUYUCU VE ÖNLEYİCİ OTOKORKULUK GELİŞTİRİLMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı	**:**	**Doç. Dr. Murat ERGÜN** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Eş Danışman	**:**	**Doç. Dr. Halit ÖZEN** Yıldız Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri	**:**	**Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
		Prof. Dr. Şenol ATAOĞLU İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
		Doç. Dr. Hasan Yıldırım İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
		Doç. Dr. Ilgın GÖKAŞAR Boğaziçi Üniversitesi	.....
		Dr. Öğr. Üyesi Murat BÜYÜK Sabancı Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : 16 Ekim 2019
Savunma Tarihi : 15 Kasım 2019

Annem, Babam, Eşim, Çocuklarım ve Üzerimde Emeği Bulunan Herkese,

ÖNSÖZ

Doktora çalışmam çok uzun bir serüven oldu ve bu serüvende yaşadıklarımdan bir kitap yazılır diye düşünüyorum. Bu doktora tezi ile ortaya ülkem ve çalıştığım sektör adına kapsamlı ve referans alınabilecek bir eser çıkması araştırmacı olarak benim için büyük bir mutluluk ve gurur kaynağı olmuştur. Bu uzun süreçte tanımaktan ve çalışmaktan onur duyduğum ve teşekkür etmek istediğim birbirinden değerli hocalarım ve konusunda uzman teknik insanlar oldu.

Doktora çalışmam süresince, bilgi ve tecrübelerini esirgemeden her türlü desteği veren, tez çalışmamın başından sonuna kadar her zaman yapıcı eleştiriler ile tezimi daha iyi bir noktaya taşımama yardımcı olan danışmanlarım Doç. Dr. Murat ERGÜN ve Doç. Dr. Halit ÖZEN'e, bu kapsamlı tez çalışmasının başlangıcından bitişine kadarki süreçte fikir ve görüşleri ile çalışmama yön ve şekil veren, iki ve üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım, modelleme, analiz ve simülasyon programlarını öğrenmem için verdiği destek ile tezime büyük katkı sağlayan ve her konuda bilgi birikimini paylaşan hocam Dr. Öğr. Üyesi Murat BÜYÜK'e, tez konusunu belirlememde bana yardımcı olan ve destekleyen, ilerleyen süreçte değerli görüşlerini benimle paylaşarak tezime önemli katkılar sağlayan hocam Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN'a, doktora tezimde en başından itibaren fikirleri ile çalışmalarımı yönlendiren, tezimi bitirmem için bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen ve beni cesaretlendiren değerli hocam Prof. Dr. Şenol ATAOĞLU'na, her zaman destekleri ve fikirleri ile yol gösteren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK'e ve derslerini aldığım İTÜ'nün çok değerli öğretim üyeleri ve öğretim görevlilerine en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tez çalışmamda Mekanik Test ve Yapısal Sağlık İzleme Laboratuvarı ve Hesaplamalı Mekanik Laboratuvarını kullanmama izin vererek ciddi katkılar sunan Sabancı Üniversitesi Kompozit Teknolojileri Mükemmeliyet Merkezi koordinatörü Prof. Dr. Mehmet Yıldız'a, Makine Mühendisi Erdal KISA'ya, değerli personel ve yöneticilerine, beton basınç dayanım deneylerindeki katkılarından dolayı İSTON Beton Laboratuvarı değerli personel ve yöneticilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Değerli işyeri yöneticilerim başta Barış GÖLGELİ olmak üzere, Saim SÖNMEZ'e, Dr. Ender DUR'a, Selami BULUT'a ve Murat ODABAŞI'na, bu akademik çalışmanın, sektördeki önemli bir problemin çözümünde kilometre taşı olacağına inanarak, bu konuda beni ve çalışmamı destekledikleri için sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmaya mesleki birikim ve tecrübeleri ile verdikleri destekten dolayı, Dr. Metehan ÇALIŞ'a, Dr. H.İbrahim YUMRUTAŞ'a, Dr. Sedat ÖZCANAN'a, Akın POLAT'a, Sedat YILMAZ'a, Ahmet ATAMAN'a ve Abdulkadir ÇELEBİ'ye, tezin editörlüğünü yapan Dr. Yakup SEVİMLİ'ye ve Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sinan YARDIM'a ayrıca teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında benim yanımda olan değerli eşim ve sevgili çocuklarıma en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Ekim 2019

Mustafa Yurdabal APAK
(İnşaat Yüksek Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **xi**
SEMBOLLER ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xix**
ÖZET ..... **xxv**
SUMMARY ..... **xxvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı 3
1.2 Boru Hatları Taşımacılığı 4
1.3 Doğal Gaz Hakkında Genel Bilgi 5
1.3.1 Türkiye'de doğal gaz kullanımının tarihsel gelişimi 7
1.3.2 Türkiye doğal gaz pazarı 9
1.3.3 İstanbul doğal gaz şebeke varlıkları 11
1.4 RMS-B Şehir İçi Doğal Gaz İstasyonlarının Konumlandırılması 19
1.4.1 Şehir içi sabit mantar otokorkuluk uygulamaları 19
1.4.2 Yol kenarında bulunan tehlike içeren tesislere araç çarpma vakaları 23
1.4.3 Doğal gaz boru hatlarında meydana gelen yangınlar ve etki alanları 26
1.4.3.1 Transco doğal gaz boru iletim hattı patlaması 27
1.4.3.2 Belçika, Gellingen doğal gaz boru iletim hattı patlaması 29
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI **31**
2.1 Yanma, Patlama ve Tehlikeli Bölge 31
2.1.1 Yanma şartları 31
2.1.2 Patlama sınırı 32
2.1.2.1 Alt patlama sınırı (LEL) 32
2.1.2.2 Üst patlama sınırı (UEL) 32
2.1.3 Tehlikeli bölge sınıflandırması 32
2.1.3.1 Bölge 0 (Zone 0) 33
2.1.3.2 Bölge 1 (Zone 1) 33
2.1.3.3 Bölge 2 (Zone 2) 33
2.1.4 Bölge reglaj istasyonlarında tehlikeli bölge sınıflandırması 34
2.2 Boru Hattı Risk Yönetimi 37
2.2.1 Risk tanımı 37
2.2.2 Doğal gaz boru hatları yer altı ve yer üstü tesislerinde risk yönetimi 37
2.2.3 Doğal gaz boru hatlarında üçüncü şahıs hasarları 39
2.3 Güvenli Yol Kenarı 44
2.4 Kaldırım Kullanımı ve Otokorkuluklar Arası Temiz Açıklık 48
2.5 Şehir İçi Taşıt Hız Limitleri 49
2.6 Lojistik Regresyon Yöntemi İle Risk Değerlendirmesi 51
2.7 Araç Güvenlik Bariyerler Sistemleri, Uygulamaları ve Şartnameleri 53
2.7.1 Sabit bariyerler (passive barriers) 53

2.7.1.1 Sabit mantar otokorkuluk 54
2.7.1.2 Yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk 55
2.7.2 Hareketli bariyerler (active barriers) 56
2.7.3 Araç güvenlik bariyer sistemlerinde çarpma test şartnameleri 56
2.7.3.1 BSI PAS 68:2013 araç güvenlik bariyeri çarpma test şartnamesi 56
2.7.3.2 BSI PAS 69:2013 araç güvenlik bariyer sistemlerinin seçimi, montajı ve kullanım kılavuzu 60
2.8 Trafiği Sakinleştirmeye Yönelik Tedbirler 62
2.9 Sayısal Modelleme 63
3. RMS-B ŞEHİR İÇİ BÖLGE REGLAJ İSTASYONLARININ İSTANBUL ÖRNEĞİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ 67
3.1 Veri Toplama Yöntemi 67
3.2 Risk Parametrelerinin Tespiti 70
3.3 Her Bir Risk Parametresi İçin Risk Katsayılarının Belirlenmesi 76
3.3.1 Taşıt sayısı (YOGT) risk parametresi 76
3.3.2 Taşıt yolunun eğimi risk parametresi 78
3.3.3 Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresi 83
3.3.4 Taşıt yolunun hız limiti risk parametresi 84
3.3.5 Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresi 87
3.3.6 Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresi 91
3.3.7 Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği risk parametresi 94
3.4 Risk Parametreleri Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi 98
3.4.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS-AHP) yöntemi 98
3.4.2 Analitik Hiyerarşi Süreci ile risk katsayı ağırlıklarının belirlenmesi 98
3.5 Risk Parametrelerine Ait Ağırlıklandırılmış Risk Puanlarının Tespiti 105
3.6 Risk Puanlama Sonuçlarının Değerlendirilmesi 107
4. MEVCUT OTOKORKULUKLARIN DOĞRULANMASI VE SAYISAL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ 111
4.1 Mevcut Sabit Mantar Otokorkulukların Kaza Verileriyle Doğrulanması 111
4.1.1 ST44 çelik otokorkuluğun mekanik özelliklerinin tespiti 112
4.1.2 Çelik otokorkuluk temel betonu basınç dayanım deneyleri 127
4.1.3 SEM (Sonlu Eleman Modeli) ile kaza verilerinin doğrulanması 131
4.2 Mevcut Sabit Mantar Otokorkuluk Sisteminin Sayısal Performans Değerlendirmesi 135
4.3 Mevcut Otokorkuluk Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirmesi 147
5. YÜZEYSEL MÜTEMADİ TEMELLİ MODÜLER SABİT MANTAR OTOKORKULUK TASARIMI VE PERFORMANS ANALİZİ 149
5.1 Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluk Tasarımı 151
5.1.1 Otokorkuluk sistemi malzeme seçimi 151
5.1.2 Modüler otokorkuluk tasarımı 153
5.2 Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluk Sisteminin Sayısal Performans Analizi 158
5.3 Yeni Otokorkuluk Sisteminin Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirmesi 163
6. SONUÇLAR 165
KAYNAKLAR 169
EKLER 177
ÖZGEÇMİŞ 265

KISALTMALAR

AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials (Amerikan Devlet Karayolu ve Taşımacılık Görevlileri Birliği)
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
AHS : Analitik Hiyerarşi Süreci
AHP : Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
ASTM : American Society for Testing and Materials (Uluslararası Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu)
BOTAŞ : Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BSI : British Standards Institution (İngiliz Standartları Enstitüsü)
CDF : Cumulative Distribution Function (Kümülatif Dağılım Fonksiyonu)
CI : Consistency Index (Tutarlılık İndeksi)
CNG : Compressed Natural Gas (Sıkıştırılmış Doğal Gaz)
COG : Center of Gravity (Ağırlık Merkezi)
CR : Consistency Ratio (Tutarlılık Oranı)
ÇDR : Çok Düşük Riskli
ÇYR : Çok Yüksek Riskli
DIN : Deutsches Institut für Normung (Alman Standartlar Enstitüsü)
DHS : Department of Homeland Security (Amerika Birleşik Devletleri İç Güvenlik Bakanlığı)
DOT : Department of Transportation (Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı)
DR : Düşük Riskli
EN : European Norm (Avrupa Standartları)
EPDK : T. C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
FE : Finite Element (Sonlu Elemanlar)
FEA : Finite Element Analysis (Sonlu Elemanlar Analizi)
FEM : Finite Element Method (Sonlu Elemanlar Yöntemi)
FEM : Finite Element Model (Sonlu Elemanlar Modeli)
FEMA : Federal Emergency Management Agency (Amerika Birleşik Devletleri Federal Acil Durum Yönetim Kurumu)
FHWA : Federal Highway Administration (Amerika Birleşik Devletleri Federal Karayolu İdaresi)
FSRU : Floating Storage Regasification Unit (Yüzer Depolama ve Tekrar Gazlaştırma Ünitesi)
ISO : International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
IWA : International Workshop Agreement (Uluslararası Çalışma Alanı Anlaşması)
İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İGDAŞ : İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği
İSTON : İstanbul Beton Elemanları ve Hazır Beton Fabrikaları Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi

LEL : Lower Explosive Limit (Alt Patlayıcılık Sınırı)
LNG : Liquified Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
mak. : Maksimum
MARCOGAS : Technical Association of the European Natural Gas Industry (Avrupa Doğal Gaz Endüstrisi Teknik Birliği)
min. : Minimum
NCAC : National Crash Analysis Center (Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Çarpışma Analiz Merkezi)
NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration (Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi)
OR : Orta Riskli
PAS : Publicly Available Specification (Halka Açık Şartname)
PE : Polietilen
PHMSA : Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (Boru Hatları ve Tehlikeli Maddeler Güvenliği İdaresi)
RAL : Reichsausschuß für Lieferbedingungen (Alman Kalite Güvence ve Etiketleme Enstitüsü)
RMS-A : Reducing and Metering Station-A (Doğal Gaz Şehir Giriş İstasyonu - A Tipi Basınç Düşürme ve Ölçüm İstasyonu)
RMS-B : Reducing and Metering Station-B (Doğal Gaz Bölge Reglaj İstasyonu - B Tipi Basınç Düşürme ve Ölçüm İstasyonu)
RMS-C : Reducing and Metering Station-C (Doğal Gaz Müşteri İstasyonu - C Tipi Basınç Düşürme ve Ölçüm İstasyonu)
SEM : Sonlu Elemanlar Modeli
SOFREGAZ : Société Française d'Etude et de réalisation d'Equipements Gaziers (Fransız Gaz Ekipmanlarını Gerçekleştirme Çalışma Birliği)
SPH : Smooth Particle Hydrodynamics (Düzleştirilmiş tanecik hidrodinamiği)
TPAO : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TSE : Türk Standardları Enstitüsü
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
UEL : Upper Explosive Limit (Üst Patlayıcılık Sınırı)
UKOME : Ulaşım Koordinasyon Merkezi
UNECE : United Nations Economic Commission for Europe (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu)
VSB : Vehicle Safety Barrier (Araç Güvenlik Bariyeri)
YOGT : Yıllık Ortalama Günlük Trafik
YR : Yüksek Riskli

SEMBOLLER

C	**:** Beton Sınıfı (Concrete)
ft	**:** Feet (1 ft = 0.3048 m)
kJ	**:** Kilojul
kN	**:** Kilonewton
kW	**:** Kilowatt
PR	**:** Poisson Oranı (Poisson Ratio)
$\mathbf{R_{eH}}$	**:** Üst Akma Dayanımı (Upper Yield Strength)
$\mathbf{R_{eL}}$	**:** Alt Akma Dayanımı (Lower Yield Strength)
$\mathbf{R_m}$	**:** Çekme Dayanımı (Tensile Strength)
RO	**:** Yoğunluk (Density)
$\mathbf{Sm^3}$	**:** Standart m^3 (15 ºC ve 1,01325 Bar Mutlak Basınçtaki 1 m^3 Gazın Hacmine Tekabül Eden Hacim Değeri)
Ø	**:** Boru Çapı
g	**:** Çarpma Etki İndeksi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Doğal gaz çıkarılan iller (2018). **9**
Çizelge 1.2 : Doğal gaz ithal edilen ülkeler ve gaz alım miktarları (2018). **10**
Çizelge 1.3 : Türkiye geneli sektörlere göre doğal gaz tüketimi (2018). **10**
Çizelge 1.4 : İstanbul, sektörlere göre doğal gaz tüketimi (2018). **11**
Çizelge 1.5 : İstanbul doğal gaz şebekesi basınç düşürme yer üstü varlıkları(2019). **12**
Çizelge 1.6 : İstanbul RMS-A doğal gaz şehir giriş istasyonları (2019). **15**
Çizelge 1.7 : İstanbul doğal gaz şebekesi yer altı varlıkları (2018). **17**
Çizelge 1.8 : Doğal gaz boru hatları yer üstü tesislerinin diğer tesislere olan emniyet mesafeleri. **18**
Çizelge 2.1 : Yer üstü doğal gaz varlıklarının ZONE 2 tehlikeli bölge ölçülendirmesi. **36**
Çizelge 2.2 : Muhlbauer (2004)'e göre önerilen koruma parametre puanları. **43**
Çizelge 2.3 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği. **45**
Çizelge 2.4 : Güvenli yol kenarı genişliği (m). **46**
Çizelge 2.5 : Yatay kurp düzeltme faktörü (K_{cz}). **47**
Çizelge 2.6 : Araç çarpma testi, performans sınıflandırması. **57**
Çizelge 2.7 : Araç çarpma enerji değerleri (kJ). **58**
Çizelge 2.8 : Araç çarpma test kriterleri. **59**
Çizelge 2.9 : Araç çarpma yöntemi: test aracı şartnamesi. **60**
Çizelge 3.1 : Araç çarpması sonucu hasar gören doğal gaz yer üstü varlıklarının risk parametrelerine ait değerler. **71**
Çizelge 3.2 : Yıllara göre doğal gaz yer üstü varlıklarına çarpan araç sayıları ve toplam hasar bedelleri. **72**
Çizelge 3.3 : Risk parametreleri. **73**
Çizelge 3.4 : Uzman görüş anketi özet sonuç tablosu. **73**
Çizelge 3.5 : Taşıt sayısı (YOGT) parametresine ait risk katsayıları. **76**
Çizelge 3.6 : YOGT'lere bağlı yol sınıflandırma tablosu. **78**
Çizelge 3.7 : İstanbul ilinin eğim aralıkları. **79**
Çizelge 3.8 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi dağılım oranı ve bu dağılım oranlarına karşılık gelen risk katsayıları. **80**
Çizelge 3.9 : Taşıt yolunun eğimi parametresine ait risk katsayıları. **82**
Çizelge 3.10 : Yatay kurp düzeltme faktörü parametresine ait risk katsayıları. **83**
Çizelge 3.11 : Araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu. **84**
Çizelge 3.12 : Hıza bağlı normalleştirilmiş araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu **85**
Çizelge 3.13 : İndirgenmiş değer tablosu. **86**
Çizelge 3.14 : Taşıt yolunun hız limiti parametresine ait risk katsayıları. **87**
Çizelge 3.15 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği parametresine ait risk katsayıları **87**
Çizelge 3.16 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi dağılım oranı ve bu dağılım oranlarına karşılık gelen risk katsayıları. **89**
Çizelge 3.17 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği parametresine ait risk katsayıları. **90**

Çizelge 3.18 : Araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu. **91**
Çizelge 3.19 : Araç kütlelerine bağlı normalleştirilmiş araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu. **92**
Çizelge 3.20 : Normalize edilmiş değerlerden risk katsayılarının tespit edilmesi. **93**
Çizelge 3.21 : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı parametresine ait risk katsayıları. **94**
Çizelge 3.22 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi dağılım oranı ve bu dağılım oranlarına karşılık gelen risk katsayıları. **96**
Çizelge 3.23 : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği parametresine ait risk katsayıları. **97**
Çizelge 3.24 : Temel Değer olan $\lambda_{mak.}$ hesap tablosu. **101**
Çizelge 3.25 : Standart düzeltme değeri serisi. **102**
Çizelge 3.26 : Tutarlılık oranı hesap tablosu. **103**
Çizelge 3.27 : Risk parametreleri ağırlık oranları çizelgesi. **103**
Çizelge 3.28 : Maksimum ağırlıklı risk puanının tespiti ve düzeltme katsayısı. **105**
Çizelge 3.29 : Risk gruplarına göre varlıkların risk puan aralıkları. **106**
Çizelge 3.30 : Varlıklarda meydana gelen kazaların risk gruplarına göre dağılımı. **108**
Çizelge 4.1 : Bölge reglaj istasyonlarının etrafında kullanılan çelik otokorkuluk malzeme numunelerine ait deney sonuçları. **119**
Çizelge 4.2 : ST44-Numune 2'ye ait malzeme kimyasal analiz raporu. **120**
Çizelge 4.3 : Beton sınıfları ve dayanımları. **127**
Çizelge 4.4 : Mevcut otokorkuluk beton temel numuneleri basınç dayanım sonuçları. **130**
Çizelge 4.5 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (16 km/sa). **138**
Çizelge 4.6 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (16 km/sa). **139**
Çizelge 4.7 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (32 km/sa). **140**
Çizelge 4.8 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (32 km/sa). **140**
Çizelge 4.9 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (48 km/sa). **141**
Çizelge 4.10 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (48 km/sa). **141**
Çizelge 4.11 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (64 km/sa). **142**
Çizelge 4.12 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (64 km/sa). **142**
Çizelge 4.13 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (80 km/sa). **143**
Çizelge 4.14 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (80 km/sa). **143**
Çizelge 4.15 : Bir metrenin altındaki araç penetrasyon ve çarpma enerjisi tablosu. **145**
Çizelge 4.16 : 178 kJ eşik enerji değeri için farklı sınıftaki taşıtlara ait çarpma hız değerleri. **146**
Çizelge 5.1 : Yüzeysel otokorkuluk sisteminde kullanılan çelik malzeme çizelgesi. **151**
Çizelge 5.2 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (48 km/sa). **160**
Çizelge A.1 : RMS-B istasyonu ile aynı yol güzergâhında bulunan İBB trafik sensörlerinden alınan veri tablosu (44 adet). **178**
Çizelge B.1 : Risk kriterlerinin belirlenmesi için yapılan saha çalışmasında kullanılan veri toplama formu. **179**
Çizelge D.1 : Uzman anket derecelendirmesi. **181**

Çizelge E.1 : Taşıt sayısı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi. **182**
Çizelge E.2 : Taşıt yolunun eğimi risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi. **186**
Çizelge E.3 : Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi. **188**
Çizelge E.4 : Taşıt yolunun hız limiti risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi. **192**
Çizelge E.5 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi. **194**
Çizelge E.6 : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi. **202**
Çizelge E.7 : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi. **206**
Çizelge E.8 : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi. **208**

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : 2018 yılı dünyada kişi başına düşen doğal gaz tüketimi (milyon ton petrol eşdeğeri). **1**
Şekil 1.2 : 1985 – 2018 yılları arası küresel birincil enerji tüketimi (%). **2**
Şekil 1.3 : Dünya doğal gaz endüstrisi değer zinciri. **6**
Şekil 1.4 : Denizyolu ile LNG taşımacılığı. **6**
Şekil 1.5 : 2018 yılı dünyadaki doğal gaz ve LNG ticareti (milyon ton). **7**
Şekil 1.6 : BOTAŞ ulusal ve uluslararası doğal gaz iletim ve petrol boru hatları. **8**
Şekil 1.7 : Şehir giriş istasyonundan tüketiciye kadar doğal gaz dağıtım sistemi. **13**
Şekil 1.8 : RMS-A şehir giriş istasyonunun dış görünüşü. **14**
Şekil 1.9 : RMS-A şehir giriş istasyonuna 70 bar çelik doğal gaz iletim hattının girişi ve 20 barlık şehir içi dağıtım basıncına düşürülmesi. **14**
Şekil 1.10 : BOTAŞ çelik doğal gaz iletim hattı, RMS-A şehir giriş istasyon noktaları ve çeşitli çaplarda çelik doğal gaz dağıtım hatları (2018). **16**
Şekil 1.11 : RMS-B şehir içi bölge reglaj istasyon imalat görüntüsü. **17**
Şekil 1.12 : Farklı sebeplerle olması gerekenden kısa kalmış otokorkuluk uygulamaları. **20**
Şekil 1.13 : Yaya yoluna ve taşıt yoluna yerleştirilen otokorkuluk uygulamaları. **20**
Şekil 1.14 : Taşıt yoluna yerleştirilen otokorkuluk uygulamaları. **21**
Şekil 1.15 : Kaldırım betonu içerisinde kalmış otokorkuluğun alt kısmına beton zarf uygulaması. **21**
Şekil 1.16 : Farklı boru çapı, et kalınlığı ve sıklıkta yerleştirilen otokorkuluk uygulaması. **22**
Şekil 1.17 : Yakıt istasyonlarda LPG tanklarında, koruma sınıfı belirsiz güvenlik önlemleri **22**
Şekil 1.18 : Yakıt istasyonlarda LPG tanklarında, koruma sınıfı belirsiz farklı güvenlik önlemi uygulamaları. **22**
Şekil 1.19 : N1 sınıfı hafif ticari taşıtın tesise çarptığı kaza fotoğrafları. **23**
Şekil 1.20 : M2 sınıfı yolcu minibüsünün tesise çarptığı kaza fotoğrafları. **24**
Şekil 1.21 : N3 sınıfı hafriyat kamyonunun tesise çarptığı kaza fotoğrafları. **25**
Şekil 1.22 : M3 sınıfı özel halk otobüsünün tesise çarptığı kaza fotoğrafları. **25**
Şekil 1.23 : M1 sınıfı binek otomobilin tesise çarptığı kaza fotoğrafları. **26**
Şekil 1.24 : ABD, Transco boru hattı (Newyork – Teksas). **27**
Şekil 1.25 : Virginia Eyaleti, Appomattox, patlama noktası ve krater oluşumu. **28**
Şekil 1.26 : Rüzgâr etkisiyle gaz bulutunun yayılma çapı ve patlama sonrası yangından etkilenen alan. **28**
Şekil 1.27 : Patlama sonucu yıkılan evler. **28**
Şekil 1.28 : Belçika, Gellingen bölgesi, patlama noktası. **29**
Şekil 1.29 : Gellingen bölgesi, patlama noktasında krater oluşumu. **29**
Şekil 1.30 : Gellingen doğal gaz kazası ve patlama sonrası oluşan alev yüksekliği. **30**
Şekil 1.31 : Gellingen doğal gaz kazası, rüzgâr etkisiyle gaz bulutunun yayılma çapı ve patlama sonrası yangından etkilenmiş alan. **30**
Şekil 2.1 : Yangın üçgeni. **31**

Şekil 2.2 : Havadaki doğal gaz konsantrasyonuna bağlı patlama bölgesi grafiği. ..**32**
Şekil 2.3 : RMS-B doğal gaz şehir içi bölge reglaj istasyonu tehlikeli bölge sınıfları. ..**33**
Şekil 2.4 : Doğal gaz şehir içi bölge reglaj istasyonu (5000 m^3/sa) – varlığın yer altı ve yer üstü görünüşü (ön görünüş). ..**34**
Şekil 2.5 : Doğal gaz şehir içi bölge reglaj istasyonu (5000 m^3/sa) – kabin içi tesisat görüntüsü – soldaki ön, sağdaki arka görünüş. ..**35**
Şekil 2.6 : Açık havada bulunan doğal gaz tesisleri için tehlikeli bölge sınırları. ..**35**
Şekil 2.7 : Risk değerlendirme modeli akış şeması. ..**39**
Şekil 2.8 : Kaynaktan kullanıcıya doğal gaz iletim ve dağıtım şebekesi. ..**40**
Şekil 2.9 : Muhlbauer (2004)'e göre yer üstü tesisleri için koruma parametreleri ve puanlama örneği. ..**42**
Şekil 2.10 : Güvenli yol kenarı uzunluğu (m). ..**45**
Şekil 2.11 : Yaya kaldırımı asgari genişlik ölçüleri. ..**48**
Şekil 2.12 : BSI PAS 68:2013'e göre araç cinsi, figürü, ağırlıkları ve yerleşim yeri içinde uymaları gereken hız limitleri. ..**50**
Şekil 2.13 : Farklı hızlardaki sürücü görüş açıları. ..**51**
Şekil 2.14 : Sabit otokorkuluk. ..**54**
Şekil 2.15 : Beton temelli sabit mantar otokorkuluk uygulaması. ..**55**
Şekil 2.16 : Yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk uygulaması. ..**55**
Şekil 2.17 : BSI PAS 68:2013 farklı kütleli araçlara ait çarpma hız ve enerji grafiği. ..**58**
Şekil 2.18 : Solda parabolik, sağda ise trapez kesitli platform görüntüsü. ..**63**
Şekil 2.19 : ASTM 2656 PU60 - tam ölçekli çarpma ve LS-DYNA sonlu eleman simülasyonu. ..**65**
Şekil 2.20 : Yüzeysel mütemadi temel sistemli otokorkuluk, tam ölçekli çarpma ve LS-DYNA sonlu eleman simülasyonu. ..**66**
Şekil 2.21 : Yüzeyden montajlı otokorkuluk sistemi, tam ölçekli çarpma ve LS-DYNA sonlu eleman simülasyonu. ..**66**
Şekil 3.1 : Ana arter güzergâhlarında İBB trafik sensörleri ile örtüşen RMS-B şehir içi bölge reglaj istasyonlarının konumları. ..**67**
Şekil 3.2 : YOGT değeri 6000 taşıt/gün'den büyük olan ana arter yol kenarında bulunan RMS-B istasyonları. ..**68**
Şekil 3.3 : Soldaki resim iniş eğimli yol kenarına konulan tesisi, sağdaki resim ise otopark çıkışına konulan tesisi göstermektedir. ..**68**
Şekil 3.4 : Risk parametrelerinin şematik gösterimi. ..**75**
Şekil 3.5 : Taşıt sayısı (YOGT) risk katsayı eğrisi. ..**77**
Şekil 3.6 : Ağır vasıta (120 kg/kW)'ya ait iniş ve çıkış eğimli yoldaki hız-mesafe grafiği. ..**79**
Şekil 3.7 : Taşıt yolunun eğimi parametresi lojistik regresyon risk eğrisi. ..**80**
Şekil 3.8 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi. ..**80**
Şekil 3.9 : Risk eğrisi dağılım oranı grafiği. ..**81**
Şekil 3.10 : Taşıt yolunun hız limiti parametresi risk katsayı grafiği. ..**86**
Şekil 3.11 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği parametresi lojistik regresyon risk eğrisi. ..**88**
Şekil 3.12 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi. ..**88**
Şekil 3.13 : Risk eğrisi dağılım oranı grafiği. ..**90**
Şekil 3.14 : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı parametresi risk katsayı eğrisi. ..**93**
Şekil 3.15 : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği parametresi lojistik regresyon risk eğrisi. ..**95**

Şekil 3.16 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi. **95**
Şekil 3.17 : Risk eğrisi dağılım oranı grafiği..... **96**
Şekil 3.18 : İkili karşılaştırma matrisi. **99**
Şekil 3.19 : Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi. **100**
Şekil 3.20 : İkili karşılaştırma matrisi ile kriter ağırlıklarının gösterimi. **100**
Şekil 3.21 : Ağırlıklı toplam değerin bulunması. **101**
Şekil 3.22 : Risk parametreleri ağırlık oranları grafiği. **104**
Şekil 3.23 : Risk faktörlerine göre ağırlık oranları. **104**
Şekil 3.24 : Gerçek ve kümülatif dağılım fonksiyon eğrisinde risk gruplarının gösterimi. **106**
Şekil 3.25 : En düşük (soldaki resim) ve en yüksek (sağdaki resim) toplam risk puanına sahip varlıklar. **107**
Şekil 3.26 : Yer değişikliği ile risk grubu değişen yer üstü varlığı. **107**
Şekil 4.1 : Yol kenarında bulunan RMS-B şehir içi doğal gaz bölge reglaj istasyonuna araç çarpması sonucu oluşan hasar. **111**
Şekil 4.2 : Tesise çarpan yolcu minibüsünün ağırlık merkezi. **112**
Şekil 4.3 : ASTM E8M-04'e göre çekme deney numunelerinin borudan kesileceği bölge. **112**
Şekil 4.4 : Çelik boru üzerinden numunelerin alınması. **113**
Şekil 4.5 : Çekme deneyi için büyük çaplı borulardan alınacak numune ölçüleri. **113**
Şekil 4.6 : Teste tabi tutulacak metal malzeme numunelerinin toleranslı ölçüleri. **114**
Şekil 4.7 : Numunelerin freze ve mıknatıslı hassas taşlama ile 4 mm kalınlığa ayarlanması. **115**
Şekil 4.8 : CNC tezgâhta numunelerin ölçüm uzunluk ve genişliklerinin ayarlanması. **115**
Şekil 4.9 : Çekme deneyi için hazırlanan numunelerin hazırlanış sıralaması. **116**
Şekil 4.10 : Instron 8803 - 250 kN'luk servo hidrolik test cihazı. **116**
Şekil 4.11 : Video ekstansometre ile çekme deneyinde numune üzerindeki noktalardan şekil değiştirmenin ölçülmesi ve numunenin kopma anı. **117**
Şekil 4.12 : Numenelerin çekme deneyinden önceki ve sonraki durumları. **117**
Şekil 4.13 : Numune Kesiti. **118**
Şekil 4.14 : Çekme deneyi sonucu oluşan numunenin deformasyon bölgeleri. **119**
Şekil 4.15 : Numunelere ait kuvvet-deplasman eğrisi. **120**
Şekil 4.16 : Numunelere ait mühendislik gerilme-gerinim eğrisi. **121**
Şekil 4.17 : Numunelere ait gerçek gerilme-gerinim eğrisi. **122**
Şekil 4.18 : % 0,02 paralel eğri ile plastik bölgenin başlangıç noktasının belirlenmesi. **123**
Şekil 4.19 : ST 44-2 numunesi gerçek gerinimden gerçek plastik gerinim eğrisine geçiş. **124**
Şekil 4.20 : ST 44-2 numunesi gerçek plastik gerinim eğrisi. **124**
Şekil 4.21 : Gerçek plastik gerinim eğrisi denklemi. **125**
Şekil 4.22 : Gerçek plastik gerinim MAT_024 eğrisi. **126**
Şekil 4.23 : Numune alınan otokorkuluklar. **128**
Şekil 4.24 : Otokorkuluğun temel beton görünümü. **128**
Şekil 4.25 : Otokorkulukların temel betonlarından karot numune alımı. **129**
Şekil 4.26 : Beton karot numunelerinin basınç dayanım deneyine tabi tutulması. **129**
Şekil 4.27 : Beton numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım grafiği. **130**
Şekil 4.28 : Kazanın gerçekleştiği noktaya ait 1/5000 ölçekli hâlihazır harita üzerinde kazanın gerçekleşme senaryosunun gösterimi. **131**
Şekil 4.29 : Kaza fotoğraflarının ölçülendirilmesi. **132**

Şekil 4.30 : Araç çarpma simülasyonu kaza verilerinin doğrulanma SE modeli. ... **133**
Şekil 4.31 : Araç çarpma simülasyonu ile kaza verilerinin doğrulanması. ... **133**
Şekil 4.32 : Kazaya ait doğrulanmış SE modeli. ... **134**
Şekil 4.33 : Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi teknik çizimi. ... **135**
Şekil 4.34 : Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi sayısal modeli. ... **136**
Şekil 4.35 : Araç penetrasyon miktarı. ... **136**
Şekil 4.36 : Mevcut otokorkuluk performansının çarpma simülasyon analizleri. ... **137**
Şekil 4.37 : Farklı çarpma enerjileri için değişen araç penetrasyonları. ... **144**
Şekil 4.38 : Farklı çarpma enerjileri altında otokorkuluk sisteminin davranışı. ... **145**
Şekil 4.39 : Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi 1,00 m penetrasyon için eşik enerji değeri grafiği. ... **146**
Şekil 4.40 : 178 kJ çarpma enerjisine karşılık gelen farklı sınıfta taşıtlara ait çarpma hız değerleri grafiği. ... **147**
Şekil 5.1 : Yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk sistemi. ... **153**
Şekil 5.2 : Yüzeysel mütemadi temel sistemli, modüler çelik konstrüksiyonlu otokorkuluk. ... **153**
Şekil 5.3 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler konstrüksiyonlu otokorkuluk sistemi; (a) orta kontrüksiyon, (b) köşe kontrüksiyon, (c) otokorkuluk. ... **154**
Şekil 5.4 : Dört farklı koruma seviyesi için otokorkuluk çelik boru seçenekleri. ... **154**
Şekil 5.5 : Modüler otokorkuluk sistem parçaları; (a) Otokorkuluk çelik borusu (b) Yüzeysel temel orta parça (c) Yüzeysel temel köşe parça. ... **155**
Şekil 5.6 : Otokorkuluk çelik borusunun değişik açılardan görünüşü. ... **156**
Şekil 5.7 : Otokorkuluğun modüler yüzeysel temelli orta parçası; (a) Üst görünüş, (b) Alt görünüş, (c) Sol görünüş, (d) Ön (çarpma yüzeyi) görünüş, (e) Arka görünüş. ... **156**
Şekil 5.8 : Otokorkuluğun modüler yüzeysel temelli köşe parçası; (a) Üst görünüş, (b) Alt görünüş, (c) Sol görünüş, (d) Sağ görünüş, (e) Ön (çarpma yüzeyi) görünüş, (f) Arka görünüş. ... **157**
Şekil 5.9 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler sabit mantar otokorkuluk performansının çarpma simülasyon analiz modelleri. ... **158**
Şekil 5.10 : Yeni otokorkuluk sisteminin, farklı çarpma enerjileri için dört farklı otokorkuluk tasarımdan uygun olan ile eşleştirilmiş haldeki performans durumu. ... **159**
Şekil 5.11 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla (a) 2.500 kg ağırlığında N1G sınıflı araç (b) 3.500 kg ağırlığında N1 sınıflı taşıtın çarpması. ... **161**
Şekil 5.12 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla 7.500 kg ağırlığında N2 sınıflı taşıtın çarpması. ... **161**
Şekil 5.13 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla 18.000 kg ağırlığında N3 sınıflı taşıtın çarpması. ... **162**
Şekil 5.14 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla 30.000 kg ağırlığında N3 sınıflı taşıtın çarpması. ... **163**
Şekil 5.15 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler sabit mantar otokorkuluk ile koruma altına alınmış doğal gaz tesisleri için tehlikeli ve güvenli bölge sınırları. ... **164**
Şekil C.1 : Risk parametrelerinin derecelendirilmesine yönelik uzman görüş anketi. ... **180**
Şekil F.1 : İstanbul geneli bazı yol kesimlerindeki hız limitleri değişikliğine ait UKOME kararı. ... **216**

Şekil G.1 : MATLAB (2017b), yol kenarı engelsiz bölge genişliği ile yaşanan kazalar arasındaki ilişkiye ait lojistik regresyon risk eğrisi. **221**
Şekil G.2 : MATLAB (2017b), tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği ile yaşanan kazalar arasındaki ilişkiye ait lojistik regresyon risk eğrisi. .. **221**
Şekil G.3 : MATLAB (2017b), taşı yolunun eğimi ile yaşanan kazalar arasındaki ilişkiye ait lojistik regresyon risk eğrisi. **221**
Şekil H.1 : Otokorkuluk Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 numune, ISO 6892-1:2016 deney sonuç raporu. **222**
Şekil I.1 : KOSGEB çelik numune kimyasal analiz raporu. **228**
Şekil J.1 : İSTON beton karot numunesi basınç deney raporu. **229**
Şekil K.1 : İ 235 bölge reglaj istasyonu kaza mahallinin ayrıntılı ölçülendirilmesi. **231**
Şekil L.1 : İ 235 kaza doğrulaması SE modeli araç çarpma simülasyonu. **232**
Şekil M.1 : 900 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **234**
Şekil M.2 : 900 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **235**
Şekil M.3 : 1.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **236**
Şekil M.4 : 1.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **237**
Şekil M.5 : 2.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **238**
Şekil M.6 : 2.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **239**
Şekil M.7 : 3.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **240**
Şekil M.8 : 3.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **241**
Şekil M.9 : 7.500 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **242**
Şekil M.10 : 7.500 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **243**
Şekil M.11 : 18.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **244**
Şekil M.12 : 18.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **245**
Şekil M.13 : 30.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **246**
Şekil M.14 : 30.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **247**
Şekil N.1 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler sabit mantar otokorkuluğun geometrik tasarımı. **248**
Şekil N.2 : Modüler konstrüksiyon parça detayları (a) Orta konstrüksiyon (b) Köşe konstrüksiyon. **249**
Şekil O.1 : 900 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **250**
Şekil O.2 : 900 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **251**
Şekil O.3 : 1.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **252**
Şekil O.4 : 1.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **253**
Şekil O.5 : 2.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **254**
Şekil O.6 : 2.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **255**
Şekil O.7 : 3.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **256**
Şekil O.8 : 3.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **257**
Şekil O.9 : 7.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **258**

Şekil O.10 : 7.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **259**
Şekil O.11 : 18.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **260**
Şekil O.12 : 18.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **261**
Şekil O.13 : 30.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş). **262**
Şekil O.14 : 30.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş). **263**
Şekil P.1 : Otokorkuluk sistemi tespit abağı. **264**

ŞEHİR İÇİ YOL KENARI SABİT TESİSLER İÇİN TRAFİK KAZALARINA KARŞI KORUYUCU VE ÖNLEYİCİ OTOKORKULUK GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Ulaştırma sistemleri; kara, hava, su ve sürekli akış sistemleri olmak üzere 4 (dört) ana başlıkta toplanmaktadır. Boru hattı taşımacılığı, dört temel ulaştırma sisteminden sürekli akış sistemleri içerisinde yer almaktadır.

Türkiye'de ulusal ve uluslararası boru hatları taşımacılığı son yıllarda çok ciddi gelişim göstermiştir. Günümüzde önemli ve stratejik ulaşım türlerinden biri olan boru hatları taşımacılığının içerisinde doğal gaz boru hattı taşımacılığı da önemli bir yer teşkil etmektedir. Güvenli boru hattı taşımacılığı, doğal gazın iletim ve dağıtımında çevreye duyarlı olarak, sürdürülebilir, etkin ve hızlı bir şekilde son kullanıcıya ulaştırılması için yürütülen faaliyetlerde, özellikle şehir içerisinde meydana gelebilecek olumsuzluklara karşı alınacak emniyet tedbirleri ile insan hayatı, işletme güvenliği ve kesintisiz enerji arzında çok önemli bir yere sahiptir. Bunların yanında özellikle kent içi boru hattı taşımacılık sistemlerinden olan doğal gaz boru hatlarına ait yer üstü varlıkları, genellikle ulaşım altyapısı üzerinde bulunması sebebiyle trafik ve ulaşım güvenliği açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu varlıklar, yeterli düzeyde tedbir alınmaması halinde trafik güvenliği açısından büyük riskler oluşturabilmektedir. Herhangi bir kaza halinde öncelikli olarak çarpma şiddetine göre bir yangın ve patlamanın oluşması durumunda, sürücü, yolcu, çevredeki yayalar ve yakında bulunan yaşam alanlarına büyük zarar verme risklerine sahiptir. Ayrıca alt yapı varlığında oluşacak olan hasarın giderilme süresi hasar büyüklüğüne göre artmakta ve bu zaman süresince ulaşım alt yapısı kullanılamamakta olup trafik, zaman ve çevre üzerinde olumsuzluklara da neden olmaktadır. Bu tez çalışmasında; şehir içi doğal gaz dağıtım hatlarına ait yer üstü varlıklarının, ulaştırma güvenliği açısından performansı ve taşıdığı riskler değerlendirilerek performans arttırıcı önlemler ile yüzeysel temelli modüler sabit mantar otokorkuluk sistemi tasarımı geliştirilmiştir.

Çalışmanın giriş bölümü olan birinci bölümde, tezin amacı ile birlikte, doğal gaz taşımacılığının ülkemiz ve İstanbul özelinde gelişim süreci incelenerek, doğal gaz işletmeciliğine ait yer altı ve yer üstü varlıklarının mevcut durumları ortaya konulmuştur.

İkinci bölümde, bu çalışmaya temel teşkil eden literatür araştırmasına yer verilmiştir. Boru hatları risk yönetimine ait ulusal ve uluslararası uygulama ve kabullere yer verilerek yer üstü varlıklarının risk puanlarının oluşturulduğu çalışmalar gösterilmiştir. Tehlikeli maddelere ait yanma, patlama ve tehlikeli bölge sınıflandırmaları tanımlanmıştır. Ulusal ve uluslararası ölçekte yol kenarındaki tesislerde kullanılan otokorkuluk sistemleri araştırılmıştır. Uluslararası yol kenarı güvenlik bariyer standartlarına ait parametreler karşılaştırmalı olarak irdelenerek güvenli yol kenarı kavramı incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, İstanbul örneği için yapılan çalışmalarda, yol kenarı tehlike içeren tesislerden olan RMS-B şehir içi doğal gaz dağıtım istasyonlarının bulunduğu noktalarda, yaşanan kaza durumlarının incelenmesi, literatür taraması ve saha

araştırmaları sonucunda risk kriterleri belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında İstanbul'da bulunan 768 adet RMS-B istasyonunu örnekleyecek şekilde 172 adet istasyonda saha çalışması yapılarak belirlenen kriterler doğrultusunda veri toplanmıştır. Toplanan bu veriler ışığında risk parametreleri ve bu parametrelere ait risk katsayıları belirlenmiştir. Bu risk parametreleri için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucunda her bir varlığa ait toplam risk puanları elde edilmiştir. Bu puanlar çerçevesinde kümülatif dağılım fonksiyon (CDF) eğrisi ile istatistiksel olarak risk aralıkları anlamlandırılarak risk grupları oluşturulmuştur.

Dördüncü bölümde, mevcut sabit otokorkulukların kaza verileriyle doğrulanması ve sayısal performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu otokorkulukların sabitlendiği beton ve toprağa ait sonlu eleman modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan sayısal modeller, dinamik davranışların simüle edilebilmesi için araç modelleri ile birleştirilmiştir. Birleştirilen sonlu eleman modelleri LS-DYNA programı kullanılarak çözülmüştür. Model, yaşanan kaza senaryosunun doğrulanması ile kalibre edilmiştir. Mevcut otokorkulukların performansı için penetrasyon miktarları belirlenirken, sayısal modelde BSI PAS 68:2013 koşullarına uygun farklı kategorilerde değişik kütle ve hıza sahip araçların çarpma simülasyonu ile analiz yapılmıştır. Çarpma analizlerinde taşıtların penetrasyon miktarı en fazla 1,00 m olacak şekilde dikkate alınmıştır. Bu analizler sonucunda İstanbul bölgesel trafik karakteristiği göz önüne alındığında, mevcut sabit mantar otokorkuluk sisteminin yol kenarındaki tehlike içeren sabit tesislerin korunması için yeterli gelmeyeceği ve iyileştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Beşinci bölümde, üçüncü bölümde belirlenmiş olan risk gruplarına uygun yüzeysel mütemadi temelli modüler sabit mantar otokorkuluk sisteminin tasarımı ve performans analizi PAS 68:2013 ve PAS 69:2013'e uygun olarak yapılmıştır. Yeni yüzeysel temelli modüler otokorkuluk sistemi için sonlu eleman modelleri oluşturulmuştur. Bu oluşturulan sayısal modeller, dinamik davranışların simüle edilebilmesi için araç modelleri ile birleştirilerek LS-DYNA programı kullanılarak çözümlenmiştir. Buna göre, farklı kategorilerdeki değişik kütlelere sahip araçlar BSI PAS 68:2013 standardında şehir içi tarafiğine en yakın hız limiti ve belirlenen çarpma enerjisine göre çarpma simülasyonları ile analiz edilmiştir. Araç penetrasyon miktarı 1,00 m olarak alınmıştır. Bu şartlarda farklı risk gruplarında kullanılabilecek maksimum 1,00 m penetrasyonu sağlayan dört farklı koruma seviyesine sahip yeni tasarım otokorkuluk sistemi elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında; doğal gaz boru taşımacılığı yer üstü varlıklarının ulaştırma altyapısı veya komşuluğunda bulunması durumunda:

- Ulaşım altyapısında yer alan yol geometrik özellikleri ve trafik kompozisyonunda yer alan araç sayısı, yol eğimi, engelsiz bölge genişliği vb. bileşenlerin ağırlıkları hesaplanmış ve bunların önceliklerine göre varlığın risk düzeyinin belirlenmesine yönelik risk modeli geliştirilmiştir.
- Ayrıca risk gruplarına göre ulaşım sistemini kullanan sürücü, yolcu ve yaya ile komşuluğunda yer alan diğer insanların güvenliğini arttıracak yeni bir otokorkuluk modeli geliştirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlar ve yeni otokorkuluk sisteminin simüle çalışmalarıyla elde edilen bulgular altıncı bölüm içeriğinde verilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ışığında ileriye dönük yapılabilecek çalışmalar ise bu bölümde öneriler olarak özetlenmiştir.

DEVELOPING PROTECTIVE AND PREVENTIVE SECURITY BOLLARD AGAINST TRAFFIC ACCIDENTS FOR URBAN ROADSIDE FIXED NATURAL GAS DISTRIBUTION STATIONS

SUMMARY

Transportation systems, consist of 4 (four) main modes as land, air, water, and continuous flow systems. Pipeline transportation takes place in continuous flow systems from four basic transportation systems.

In Turkey, national and international pipeline transportation has made a very serious development in recent years. Nowadays, natural gas pipeline transportation is an important place in pipeline transportation which is one of the important and strategic transportation types. Safe pipeline transportation is an environmentally friendly, sustainable, efficient and fast way to transport the natural gas to the end-user and it has a very important place in human life, operational safety, and uninterrupted energy supply especially with the safety measures to be taken against the problems that may occur in the city. In addition, the above-ground assets of natural gas pipelines, which are one of the urban pipeline transportation systems, are of great importance in terms of traffic and transportation security as they are generally located on the transportation infrastructure. These assets may pose great risks to traffic safety if adequate countermeasures are not taken. In the event of a fire and explosion, depending on the severity of the impact, in the event of an accident, the driver, passenger, pedestrians, and the surrounding areas are at great risk of damage. Furthermore, the elimination time of the damage that will occur in the presence of the infrastructure increases according to the damage size and transportation infrastructure cannot be used during this time and causes negativity on traffic, time and environment.

In this dissertation, the performance and risks of the above-ground assets of the pipeline transportation, which is one of the five transportation types, of the natural gas distribution lines of the city in terms of transportation safety are evaluated and shallow mount modular a fixed bollards system was developed by designing performance-enhancing measures.

In the first part of the dissertation, along with the aim of the dissertation, the development process of natural gas transportation in our country and Istanbul is examined and the current status of the underground and above-ground assets belonging to natural gas management is revealed.

In the second chapter, the literature research which is the basis of this dissertation is given. Studies on the risk scores of above-ground assets have been demonstrated by including national and international practices and assumptions related to pipeline risk management. Hazardous events and substances have been identified and classified which are combustion, explosion, and fixed objects in the roadside. Fixed and shallow mount fixed bollard systems used in roadside facilities on a national and international scale were investigated. The parameters of international roadside safety barrier

standards were analyzed comparatively and the concept of the clear zone was examined.

In the third chapter, in the case study of Istanbul, risk criteria were determined as a result of the investigation of accident cases, the literature review and field researches at the locations where the Reducing and Metering Station-B (RMS-B) city natural gas distribution stations were located. When this study started, a field study was conducted on 172 RMS-B stations to sample 768 RMS-B stations in Istanbul and data were collected in accordance with certain identified criteria. In the light of these data, risk parameters and risk coefficients of these parameters were determined. Sensitivity analysis was performed with The Analytical Hierarchy Process (AHP) for these risk parameters. The risk coefficient for each asset is multiplied by the weight ratio of the relevant risk parameter. The weighted total risk score of the asset was found by multiplying the risk parameters by the weight ratio. The risk score of the asset is evaluated between 0 and 1000 in order to determine the risk of the asset clearly and make the right decision for the measures to be taken. The correction coefficient was used in this. As a result of these analyzes, total risk scores of each asset were obtained. Within the framework of these scores, the cumulative distribution function (CDF) curve was used to determine the risk ranges statistically and risk groups were formed. Significant relationships were obtained when the risk scores were compared with the field data. At the same time, these risk group ranges were used to determine the protection levels to be used in the design of the new bollard system.

In the fourth chapter, validation of the existing fixed bollards by accident data and numerical performance evaluations were made. For existing bollards, concrete, and soil where these bollards are fixed, finite element models have been created. These generated numerical models are combined with vehicle models to simulate dynamic behaviors. The combined finite element models were solved by-with using the LS-DYNA program. The model has been calibrated by verifying with the accident scenario. In order to determine the penetration amounts of the existing bollards, the performance of the existing bollard systems were analyzed by impact simulation of vehicles with different mass and speed in different categories in accordance with BSI PAS 68:2013 conditions. In the impact analysis, the penetration amount of the vehicles have taken into consideration at a distance of maximum 1,00 m. As a result of the numerical analysis, the existing fixed bollard system cannot stop the 30,000 kg and 18,000 kg N3 category and 7,500 kg N2 category day cab vehicles safely even at the minimum speed of 16 km/h, thus damaging the above-ground facility. The existing fixed bollard system does not provide a minimum speed of 48 km/h, which can be considered as urban speed limitation for N1 category day cab vehicle of 3,500 kg and N1G category 4x4 pick up car of 2,500 kg. The existing fixed bollard system can only stop vehicles in the M1 category cars of 1.500 kg and 900 kg at a speed limit of 64 km/h. As a result, it is seen that the evaluating only M1 category cars, taking into account the Istanbul regional traffic characteristics of commercial vehicles and especially high tonnage vehicles such as earthmoving trucks due to urban regeneration, the existing fixed bollard system is not sufficient for the protection of the urban roadside fixed above-ground assets. Therefore, it needs to be improved.

In the fifth chapter, the design and performance analysis of the shallow mount modular fixed bollard systems in accordance with the risk groups identified in the third chapter were carried out in accordance with BSI PAS 68:2013 and BSI PAS 69:2013. The new shallow mount modular fixed bollard systems is designed in a modular manner with a superficial rigid continuous foundation system. It is aimed to provide the same

durability conditions for the productions to be made at different points by reducing the labor as much as possible under the site conditions. The design of the construction is intended to facilitate manufacturing, labor, assembly, and stocking. Particularly in the selection of materials, steel profiles and steel flat products which are easily available in market conditions were preferred. In this way, it is thought that the manufacturer can supply material easily and will provide advantage in welding fixtures to be installed. Due to its modular structure, it has been evaluated that it will provide advantages to the users in terms of lack of variety item, easy stocking, minimum stock quantity and ease of transportation. Weakening and strengthening of the system is provided by the pipe section of the bollard. The maximum clearance of the bollard is planned to be minimum 1025 mm and a maximum clearance of 1200 mm is required for fixed bollards according to the BSI PAS 69:2013 standard is also provided. In order to avoid the need for additional welding in field applications, bolts were used in the assembly of the modular structure. It is foreseen that the bolted joint will also facilitate the replacement of the damaged bollard after the accident. According to BSI PAS 69:2013 standard, a shallow mount bollard of maximum 50 cm depth is designed. In this way, it is aimed to minimize the negative effects of infrastructure on the roadside and pavements. Within the framework of these principles, an innovative system has been designed in four different protection classes.

Finite element models have been created for the new shallow mount modular fixed bollards system. These numerical models were solved by using the LS-DYNA program by combining with vehicle models to simulate dynamic behaviors. Accordingly, vehicles with different masses in different categories were analyzed with the BSI PAS 68:2013 standard with the speed limit closest to the urban side and impact simulations according to the determined impact energy. Vehicle penetration was taken as 1,00 m. In these conditions, a new design bollard system with four different protection levels has been obtained which provides maximum 1,00 m penetration which can be used in different risk groups.

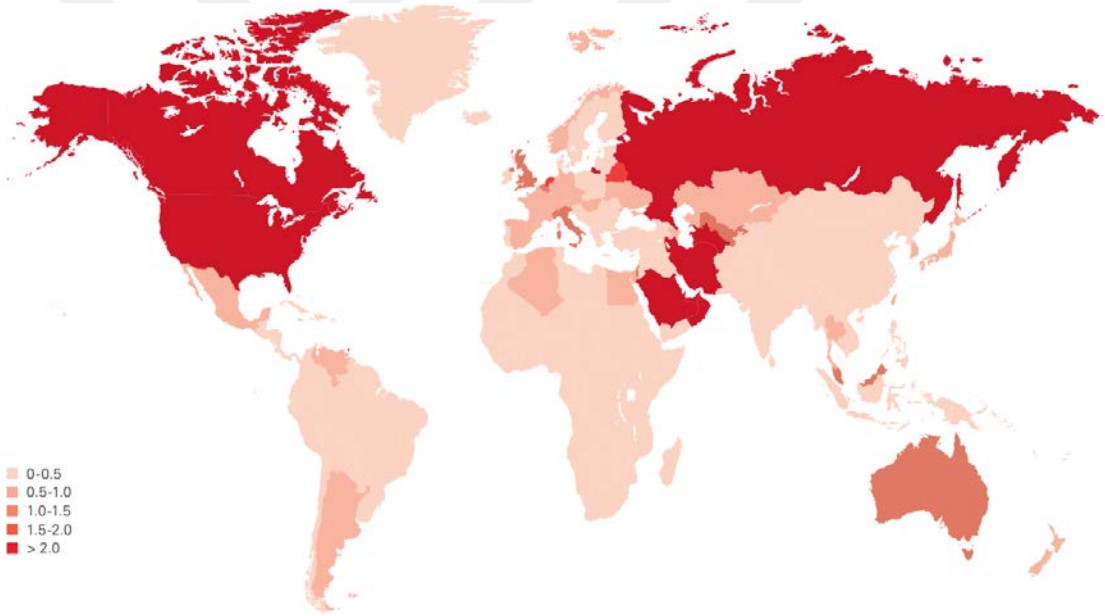
In this thesis, if the above ground assets of natural gas pipe transport are located in the transportation infrastructure or in the neighborhood:

- Road geometric characteristics of the transportation infrastructure and the number of vehicles in the traffic composition, road slope, unobstructed zone width, etc. sensitivity analysis of parameters has been performed and the risk model has been developed to determine the risk level of the asset according to their priorities.
- In addition, a new bollard model was developed to increase the safety of drivers, passengers, pedestrians and other people in the neighborhood using the transportation system according to risk groups.

The results obtained in this dissertation and the findings obtained as a result of simulated studies of the new bollard system are given in the sixth chapter. In light of these results, the prospective studies are summarized as recommendations in this section.

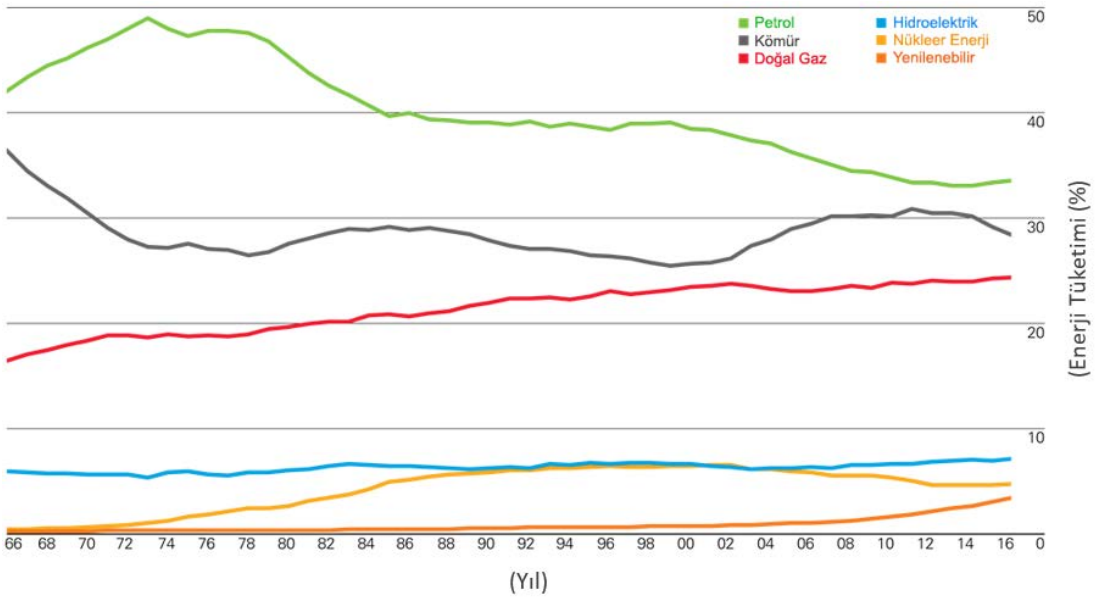
1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde hızla artan enerji ihtiyacı ile birlikte fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan karbon salımındaki artış, özellikle şehirlerimizde temiz ve verimli enerji türü olarak doğal gazın kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Doğal gaz, kullanım amaçlarına göre oldukça geniş bir yelpazeye yayılmış enerji türüdür. Doğal gaz elektrik çevrim santrallerinde, konut ve işyerlerinin ısıtma ve soğutma sistemlerinde, sanayinin enerji ihtiyacında ve CNG olarak araçlarda kullanılmasıyla enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olmuştur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 : 2018 yılı dünyada kişi başına düşen doğal gaz tüketimi (milyon ton petrol eşdeğeri) (BP, 2019).

2018 yılında küresel enerji tüketimi doğal gaz ve yenilenebilir enerji tüketimi ile hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Doğal gaz tüketimi 2018'de % 5,3 oranında artış göstererek 195 milyar m^3 olmuştur. Küresel tüketimdeki bu artış son 30 yıldaki en yüksek büyüme oranıdır ve dünya enerji tüketimi içerisinde Şekil 1.2'de de görüleceği üzere % 24'lük bir paya sahip olmuştur. Doğal gaz tüketiminin artan nüfus ve enerji ihtiyacı ile önümüzdeki 20 yıl içerisinde % 30'luk bir orana çıkacağı tahmin edilmektedir. Küresel ölçekte kanıtlanmış doğal gaz rezervleri 50 yıldan fazla bir süre içerisindeki ihtiyacı karşılamak için yeterli görülmektedir (BP, 2019).



Şekil 1.2 : 1985 – 2018 yılları arası küresel birincil enerji tüketimi (%) (BP, 2019).

Dünya enerji arzındaki yüksek payı sebebiyle doğal gazın iletim ve dağıtımında boru hattı taşımacılığı, stratejik öneme sahip bir ulaşım türü olarak kabul edilmektedir.

Doğal gaz boru hattı taşımacılığı, doğal gazın çevreye duyarlı olarak, güvenli, sürdürülebilir, etkin ve hızlı bir şekilde son kullanıcıya ulaştırılmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda yürütülen faaliyetler, özellikle şehir içerisinde oluşabilecek olumsuzluklara karşı alınacak emniyet tedbirleri ile insan hayatı, işletme güvenliği ve kesintisiz enerji arzı için çok önem kazanmaktadır.

İstanbul ve diğer büyükşehirler, özellikle 1950'li yıllardan sonra ekonomik açıdan cazibe merkezi olmaları sebebiyle, kırsal alanlardan büyükşehirlere sürekli göç ve kentlerde nüfus artışı yaşanmıştır. İstanbul günümüzde yaklaşık 15 milyon nüfusu ile (TÜİK, 2019) Türkiye'nin 37 ilinin toplam nüfusuna sahip bir mega şehir olmuştur. TÜİK verilerine göre 1980 sonrası Türkiye nüfusu yaklaşık 2 kat artarken, İstanbul nüfusu yaklaşık 4 kat artış göstermiştir (TÜİK, 2019). Bu hızlı nüfus artışı kent bütününde şehir planlaması açısından plansız bir büyümeyi beraberinde getirmiştir (İBB, İUAP, 2011).

1990'lı yılların başından itibaren İstanbul'da doğal gaz dağıtım boru hattı için yapılan yer altı ve yer üstü yatırımlar sonucunda artan gaz arzı, şehrin yaşam kalitesini arttırmakla beraber farklı sorunları da ortaya çıkartmıştır. Ortaya çıkan sorunlardan biri de yer üstü doğal gaz varlıklarının çeşitli trafik etkilerine maruz kalması olmuştur.

Şehir içi yol kenarlarında bulunan yer üstü doğal gaz varlıklarına, farklı türdeki araçların çarpması sonucu:

- Can ve mal kaybına neden olması,
- Doğal gazın çevreye yayılması,
- İş kaybı ve işletme maliyetlerinin artması,
- Bölge gazının kesilmesi sonucu müşterilerin mağdur olması gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkmaktadır.

Bu konuyla ilgili olarak, Avrupa Doğal Gaz Endüstrisi Teknik Birliği (MARCOGAS) tarafından, yol kenarındaki doğal gaz tesislerinde meydana gelen trafik kaynaklı kazaları önleyecek tedbirlerin alınarak can ve mal güvenliğinin korunmasının gerekliliği ifade edilmiştir (MARCOGAS, 2014).

AASHTO Yol Kenarı Tasarım Rehberine göre, yol kenarında bulunan tehlikeli tesislerinin kaldırılması, bunun mümkün olmadığı durumlarda bu tesislerin taşıt trafiğinden etkilenmeyecek şekilde uzağa yerleştirilmesi, buna da imkân yoksa tesisin bariyerler ile korunması gerektiği ifade edilmiştir (AASHTO, 2011, Bölüm 10).

Türkiye 11. Ulaştırma Şurasının sonuç bildirgesinde, Türkiye'de artacak enerji talebininde dikkate alınarak boru hatları taşımacılığında yeni hatların planlanıp uygulanması gerekliliği ve aynı zamanda doğal gaz tesislerinde meydana gelebilecek kazaların önüne geçilmesi için bölgesel önlemler alınmasının gerekliliği ifade edilmiştir (T. C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2013).

1.1 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, ulaşım sistemini kullanan sürücü, yolcu, yaya ve etrafta bulunan yaşam alanlarının güvenliğini arttırmak ve geliştirilecek olan yeni otokorkuluk sisteminin kullanılması ile kaza sonrası oluşacak hasarı azaltmaktır. Bununla birlikte geliştirilecek olan yeni otokorkuluk sistemi sayesinde, kaza sonrası hasarın kaldırılma sürecinin (trafikteki kesintilerinin) kısaltılması ile yolun yeniden trafiğe açılma süresi azaltılarak trafik kaynaklı zaman kaybı, çevresel etkiler ve olumsuzlukların en aza indirilmesi amacıyla bu tez hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, şehir içi tehlike içeren yol kenarı tesislerinden doğal gaz yer üstü varlıklarının, yol ve araç kaynaklı risk parametrelerinin, ülke şartlarına uygun şekilde

belirlenerek, oluşturulacak risk gruplarına göre güvenliğini sağlayacak şekilde, farklı koruma seviyelerinde BSI PAS 68:2013 ve PAS 69:2013 standartlarındaki esaslara göre, otokorkuluk sisteminin performans değerlendirmeleri yapılarak, tasarımın doğrulanması amaçlanmıştır. Ayrıca geliştirilen bariyer sistemi ile tesisi tehlikeli bir şekilde tahrip edip yangın ve patlama gibi olayların başlamasına sebep verecek araç çarpmaları nedeniyle insanların zarar görmesini önlemekte hedeflenmektedir.

Farklı trafik kompozisyonlarına göre, gelişmiş ülkelerde kullanılan bu koruma otokorkuluklarının, ülkemiz ihtiyaçlarına uygun olarak İstanbul özelinde tasarlanıp geliştirilmesi, pozitif önlem alınmasını sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasının çıktılarıyla, çalışmaya konu tesislere benzer başka özel ve tüzel kişilere ait şehir içi tehlike içeren yol kenarı tesislerinin, koruma seviyeleri belirlenmiş otokorkuluklar ile koruma altına alınması için standart oluşturulmasına öncülük etmesi amaçlanmıştır.

İstanbul için, yol kenarındaki tesislerin güvenli işletmeciliği açısından alınan önlemler ve uygulanacak yeniliklerin diğer şehirler için de referans teşkil edeceği öngörülmektedir.

1.2 Boru Hatları Taşımacılığı

Boru hatları ile taşımacılık, doğal gaz ve ham petrol gibi enerji maddelerini nakletmek için kullanılan önemli bir ulaşım türüdür. Boru hatları taşımacılığı, ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması, esnekliğinin düşük olması, düzenli bakım ve denetim ihtiyacı gibi olumsuz yönlerinin olması ile birlikte, yüksek hacimli doğal gaz ve petrolü, hava ve trafik sorunlarından etkilenmeden, ekonomik, güvenli ve sürekli bir şekilde bir noktadan başka bir noktaya iletilmesini sağladığı için tercih edilmektedir.

Günümüzde ciddi trafik ve çevre sorunlarına yol açan nüfus artışı ve hızlı kentleşme, gelişmiş ülkelerde boru hatlarının petrol ve doğal gaz dışında da çeşitli yüklerin taşıması için kullanılmakta ve bu ulaştırma türünün kesintisiz mal akışı sağlaması nedeniyle, yakın gelecekte önemini arttıracağı öngörülmektedir (T. C. Ulaştırma Bakanlığı, 2012).

Doğal gaz üretim yerinden, işleneceği bölgeye kadar toplama sistemi, uluslararası ve ulusal doğal gaz iletim hattı ve şehir içlerinde dağıtım hatları vasısatıyla talep noktasına taşınmaktadır. Doğal gaz boru hatları, ulaşım sistemi boyunca, çeşitli

çaplarda yüksek, orta ve düşük basınç sistemlerinin kullanıldığı geniş bir şebeke ağından oluşan ulaştırma türüdür.

Türkiye boru hattı strateji belgesinde, boru hattı taşımacılığının, enerji taşımacığı ile birlikte çeşitlendirilerek diğer ürünlerinde taşınması ve diğer ulaştırma türleri içerisindeki payının arttırılması hedeflenerek, boru hattı taşımacılığı Türkiye'nin uzun vadeli stratejik planları içerisinde yer almıştır (T. C. Ulaştırma Bakanlığı, 2012).

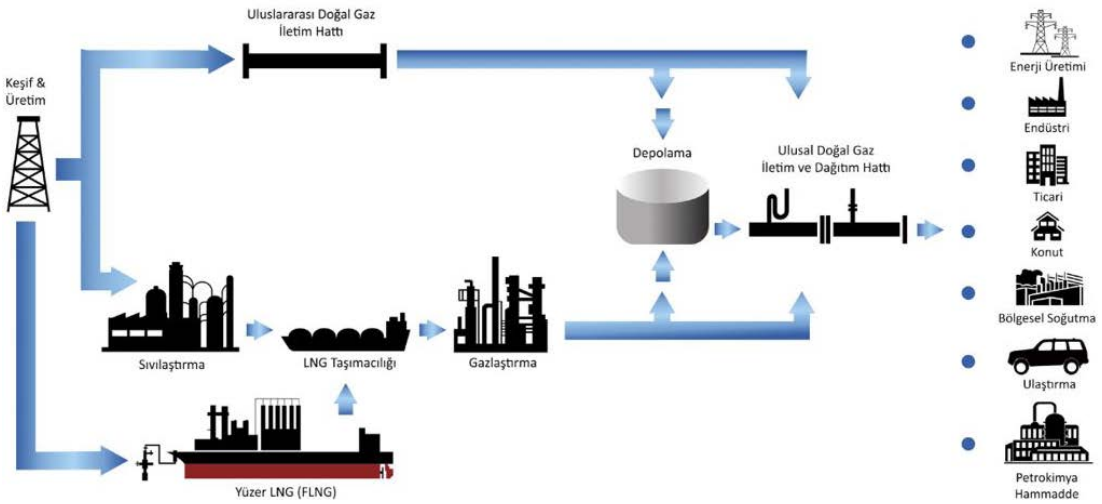
1.3 Doğal Gaz Hakkında Genel Bilgi

Doğal gaz, yer kabuğunun içinde bulunan, ham petrolden sonra yakıt olarak ikinci sırayı alan ve petrol cinsi yanıcı bir gazdır. Diğer fosil yakıtlardan farklı olarak, doğal gazın yanması sonucu kül artıkları ve kükürt oksitler ortaya çıkmamaktadır ve bu özelliğinden dolayı yanan en temiz hidrokarbondur.

Doğal gaz, kabul edilen iki teoriden birincisi olan inorganik teoriye göre, hidrojen ve karbonun yer yüzeyinin çok altında basınç ve sıcaklıkla reaksiyona girerek gözenekli kayaçlardan taşınarak yer altı sızdırmaz kayaç ve tuz katmanlarının arasına sıkışarak biriktiği kabul edilmiştir. Diğer teori ise organik teori olarak isimlendirilmektedir ve hidrokarbonların tortul kaya katmanlarına milyonlarca yıl önce gömülmüş bitki ve hayvan gibi organik maddelerin çürümesi sonucu oluştuğunu kabul etmiştir (Kumar, 1987).

Doğal gazın kimyasal kompozisyonu mol yüzdesi olarak, min. % 82 metan (CH_4), mak. % 12 etan (C_2H_6), mak. % 4 propan (C_3H_8), mak. % 2,5 bütan (C_4H_{10})'dan oluşmaktadır. Esas itibariyle metan gazı ile az miktarda etan, propan, bütan vb. daha ağır hidrokarbonlar ve eser miktarda oksijen, karbondioksit, azot, hidrojen sülfür ve merkaptan kükürt karışımından oluşmaktadır. Doğal gazın ısıl değeri maksimum 10.427 kcal/m^3 ve minimum 8.100 kcal/m^3 olmaktadır (İletim Şebekesi İşleyiş Düzenlemelerine İlişkin Esaslar, 2019; Kumar, 1987).

Doğal gaz endüstrisi değer zinciri, karmaşık bir ulaştırma, tedarik, depolama ve talep bileşenleri şebekesinden oluşmaktadır. Doğal gaz, öncelikli enerji sistemlerine sadece önemli bir girdi değil, aynı zamanda endüstriler için bir hammaddedir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 : Dünya doğal gaz endüstrisi değer zinciri (URL-1).

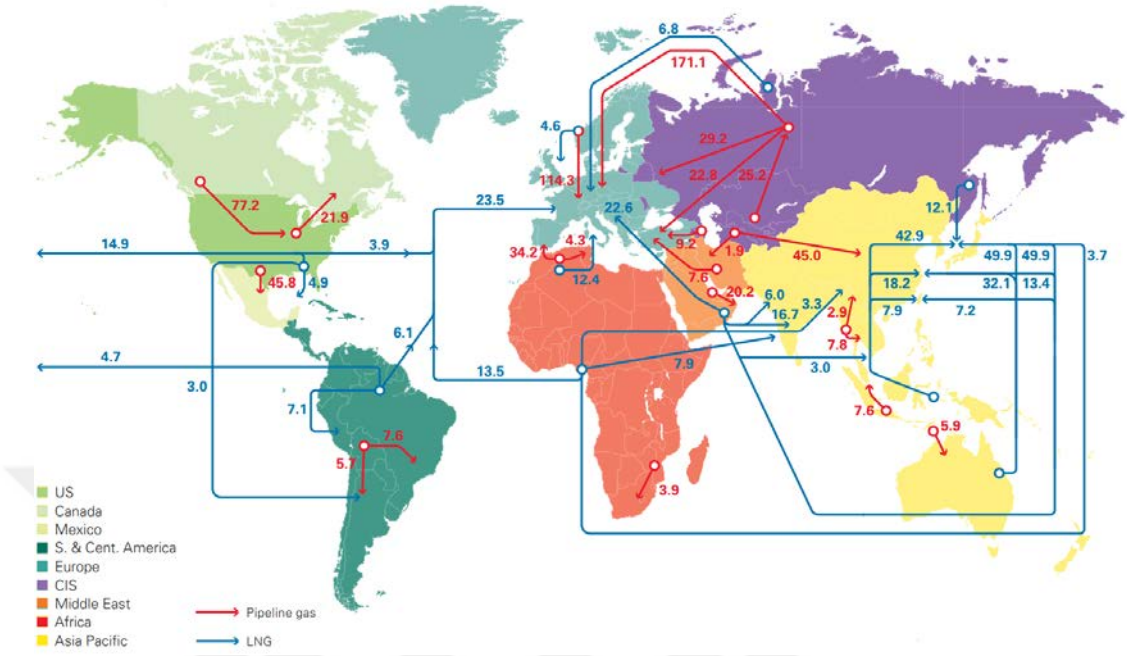
Doğal gaz, gaz fazında iken -162 ^{o}C'a kadar soğutulduğunda yoğuşarak sıvı faza geçmektedir ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) elde edilmektedir. 1 m^3 sıvı fazdaki doğal gazdan gazlaştırılma işlemi sonucunda 600 m^3 doğal gaz elde edilmektedir (URL-1). Doğal gazın bu hacimsel özelliği taşınabilmesi için büyük avantaj sağlamaktadır (Şekil 1.4).

Bu nedenle doğal gazın boru hatları ile iletiminin teknik veya ekonomik açıdan mümkün olmadığı durumlarda, sıvı fazda deniz yoluyla taşınarak depolanması ve sonrasında gazlaştırılarak iletim sistemine aktarılması mümkün olmaktadır.



Şekil 1.4 : Denizyolu ile LNG taşımacılığı.

Dünya üzerinde 2018 yılında boru hatları ile doğal gaz ve gemilerle LNG taşımacılığı Şekil 1.5'te görüldüğü şekilde gerçekleşmiştir.



Şekil 1.5 : 2018 yılı dünyadaki doğal gaz ve LNG ticareti (milyon ton) (BP, 2019).

1.3.1 Türkiye'de doğal gaz kullanımının tarihsel gelişimi

Türkiye'de, 1970 yılında Kırklareli ilinin sınırları içerindeki Hamitabat ve Kumrular'da bulunan doğal gazın TPAO tarafından, 1976 yılında Pınarhisar'daki Çimento fabrikasına taşınması ile doğal gaz kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkenin artan enerji ihtiyacını karşılamak ve şehirlerde artan hava kirliliğine çözüm geliştirmek için mevcut ve potansiyel kullanımının karşılanmasında yurt içi rezerv ve üretim miktarının yetersiz kalması, ülkemiz için doğal gaz ithalatını zorunlu hale getirmiştir.

Bu doğrultuda Türkiye'den BOTAŞ ile Rusya'dan Soyuzgaz Export arasında 1986 yılında 25 yıl süreli 6 milyar m^3/yıl'lık doğal gaz sevkiyatına ilişkin anlaşma imzalanmıştır. Yine aynı yıl inşasına başlanan 842 km'lik Rusya-Türkiye doğal gaz boru hattı, Bulgaristan üzerinden gelerek Kırklareli Malkoçlar'dan Türkiye'ye giriş yaparak 1987 yılında Hamitabat'a ulaşmıştır.

Türkiye'ye giriş yapan doğal gaz boru hattı sırasıyla İstanbul, İzmit, Bursa, Eskişehir ve Ankara'ya 1988'de ulaştırılarak güzergâh üzerinde bulunan şehirlere doğal gaz arzı sağlanmıştır. Şehir içi doğal gaz dağıtımı ilk olarak Ankara'da 1988'de uygulanmıştır.

Sonrasında İstanbul ve Bursa'da 1992'de, İzmit ve Eskişehir'de 1996'da konut ve ticari alanlarda doğal gaz kullanıma başlanmıştır (EPDK, 2010).

1986 yılında Rusya ile yapılan anlaşmanın akabinde 1988 yılında 20 yıl süreli Cezayir ile 4 milyar m^3/yıl'lık LNG, 1995'te 22 yıl süreli Nijerya ile 1,2 milyar m^3'lük LNG alım anlaşması imzalanmıştır. 1996'da 25 yıl süreli İran ile 10 milyar m^3/yıl, 1997'de 25 yıl süreli Rusya Federasyonu ile karadenizin altından "Mavi Akım" ile 16 milyar m^3/yıl, 1998'de 23 yıl süreli Rusya Federasyonu ile 8 milyar m^3/yıl, 1999'da 30 yıl süreli Türkmenistan ile 16 milyar m^3/yıl ve 2001'de 15 yıl süreli Azerbaycan ile 6,6 milyar m^3/yıl doğal gaz ithalat sözleşmesi imzalanmıştır (EPDK, 2010).

Yapılan anlaşmalar neticesinde ülkemiz Rusya, İran ve Azerbaycan olmak üzere üç farklı ülkeden uzun dönemli boru hatlarıyla doğal gaz ithalatı gerçekleştirmektedir.

Şekil 1.6'da BOTAŞ'a ait ulusal ve uluslararası doğal gaz iletim ve petrol boru hatları görülmektedir.



Şekil 1.6 : BOTAŞ ulusal ve uluslararası doğal gaz iletim ve petrol boru hatları (BOTAŞ, 2019).

Türkiye doğal gaz piyasasının hukuki altyapısını oluşturan 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu 2001 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu kanun kapsamında doğal gaz ile ilgili bütün faaliyetlere ilişkin gerçek ve tüzel kişilerin hakları ve yükümlülükleri düzenlemiştir (Doğal Gaz Piyasası Kanunu., 2001). Doğal Gaz Piyasası Kanunu yürürlüğe girene kadar, BOTAŞ, ithalat, toptan satış ve ülke içerisindeki doğal gaz iletim hatlarına ait faaliyetleri, ayrıca Bursa ve Eskişehir şehir içi doğal gaz dağıtım

faaliyetlerini yürütmüştür. Ankara, İstanbul ve İzmit şehirlerindeki doğal gaz dağıtım faaliyetleri ise sırasıyla EGO, İGDAŞ ve İZGAZ tarafından yürütülmektedir (EPDK, 2010).

Doğal Gaz Piyasası Kanunu yürürlüğe girdikten sonra, BOTAŞ'ın mülkiyetinde ve işletiminde bulunan şehir içi dağıtım işletmelerinin özelleştirilmesi ve yeni oluşturulacak dağıtım bölgelerinde EPDK tarafından ihale yöntemiyle belirlenecek özel şirketlerin faaliyet göstermesi öngörülmüştür. Ayrıca kanun kapsamında ithalat, iletim, depolama, toptan satış, ihracat, dağıtım, sıkıştırılmış doğal gaz dağıtım ve iletimi faaliyetleri, lisans alınmasının zorunlu hale getirildiği birer piyasa faaliyeti olarak kabul edilmiştir. Doğal Gaz Piyasası Kanunu yürürlüğe girene kadar beş ilde doğal gaz kullanılıyorken, kanun yürürlüğe girdikten sonra doğal gaz kullanımı hızla yayılıp 2018 yılı itibariyle 81 il ve 495 ilçeye doğal gaz arzı sağlanmıştır.

1.3.2 Türkiye doğal gaz pazarı

Toptan satış lisansına sahip firmaların Türkiye sınırları içerisindeki yaptıkları doğal gaz üretimi ile birlikte satışa sundukları doğal gaz miktarı 2018 yılında 428,17 milyon Sm^3 olmuştur (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 : Doğal gaz çıkarılan iller (2018) (EPDK, 2019).

İller	Miktar (milyon Sm^3)	Yüzde (%)
Tekirdağ	176,39	41,20
İstanbul	156,60	36,57
Çanakkale	43,51	10,16
Kırklareli	40,75	9,52
Düzce	8,45	1,97
Adana	1,76	0,41
Adıyaman	0,63	0,15
Edirne	0,05	0,01
Hatay	0,03	0,01
Toplam	**428,17**	**100**

Doğal gaz ithalatı 2018 yılında 50.360,00 milyon Sm^3 olmuştur (Çizelge 1.2). Bu miktarın % 77,51'i olan 39.032,00 milyon Sm^3'lük kısmı boru hattı taşımacılığı ile % 22,50'si olan 11.329,00 milyon Sm^3'ü ise deniz taşımacılığı ile LNG olarak ithal edilmiştir.

Çizelge 1.2 : Doğal gaz ithal edilen ülkeler ve gaz alım miktarları (2018) (EPDK, 2019).

Ülkeler	İthalat (milyon Sm^3)	Yüzde (%)
Rusya	23.642,00	46,95
İran	7.863,00	15,61
Azerbaycan	7.527,00	14,95
Cezayir (LNG)	4.521,00	8,98
Nijerya (LNG)	1.668,00	3,31
Diğer (Spot LNG)	5.140,00	10,21
Toplam	**50.360,00**	**100**

İhracat lisans sahibi şirketler tarafından 2018 yılında Yunanistan'a 673,30 milyon Sm^3 doğal gaz ihraç edilmiştir.

Çizelge 1.3'ten de görüleceği üzere Türkiye geneli farklı sektörlerdeki doğal gaz tüketim miktarlarının toplamı 2018 yılında 49.328,93 milyon Sm^3 olarak gerçekleşmiştir (EPDK, 2019).

Çizelge 1.3 : Türkiye geneli sektörlere göre doğal gaz tüketimi (2018).

Sektör	Tüketim (milyon Sm^3)	Yüzde (%)
Dönüşüm/Çevrim Sektörü	18.197,51	36,89
Enerji Sektörü	1.735,04	3,52
Ulaşım Sektörü	430,50	0,87
Sanayi Sektörü	11.987,95	24,30
Hizmet Sektörü	4.043,15	8,20
Konut	12.701,85	25,75
Diğer Sektörler	232,93	0,47
Genel Toplam	**49.328,93**	**100**

2018 yılı verilerine göre İstanbul'da toplam 7.659,84 milyon Sm^3 doğal gaz kullanımı olmuştur. Bunun sektörlere göre dağılımı Çizelge 1.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 1.4 : İstanbul, sektörlere göre doğal gaz tüketimi (2018).

Sektör	Tüketim (milyon Sm^3)	Yüzde (%)
Dönüşüm/Çevrim Sektörü	1.585,66	20,70
Enerji Sektörü	0,56	0,01
Ulaşım Sektörü	4,78	0,06
Sanayi Sektörü	644,36	8,41
Hizmet Sektörü	1.232,60	16,09
Konut	4.183,03	54,61
Diğer Sektörler	8,85	0,12
Toplam	**7.659,84**	**100**

Çizelge 1.4'ten de görüleceği üzere İstanbul'da konut doğal gaz tüketimi % 54,61 ile Türkiye ortalamasının çok üzerinde olup bu kullanıma ulaşım, sanayi, hizmet sektörlerinin oranları da ilave edildiği takdirde yaklaşık % 80'lik doğal gaz kullanım oranına ulaşılmaktadır. Bu durum şehir içerisinde doğal gaz dağıtımını sağlayan şebekeye ait yer üstü varlıklarının şehir içerisinde yaygın olarak kullanılması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

1.3.3 İstanbul doğal gaz şebeke varlıkları

Doğal gaz dağıtım şebekesi, şehir girişine kadar yüksek basınçlı olarak taşınan doğal gazın, şehir içerisinde basıncının düşürülerek tüketicilere ulaştırılıp kullanılmasına imkân veren bir sistemdir.

Dağıtım şebekelerinde işletme basınçları üç kategoride sınıflandırılmakta olup bunlar yüksek basınç, orta basınç ve düşük basınçtır. Yüksek basınç genellikle uluslararası ve ulusal doğal gaz iletim hatları ile şehir içi bölge reglaj istasyonları (RMS-B)'ye kadar gazın ulaştırılmasında kullanılmakta olup 4 bardan büyük olan basınç sınıfıdır. Bölge reglaj istasyonu ile servis kutuları arasında polietilen dağıtım hatları ile müşterilere gaz arzı orta basınç (1 - 4 bar) ile sağlanmaktadır. Düşük basınç ise şebeke basınç sınıfına göre değişmekle beraber 1 barın altındaki basınç sınıfıdır.

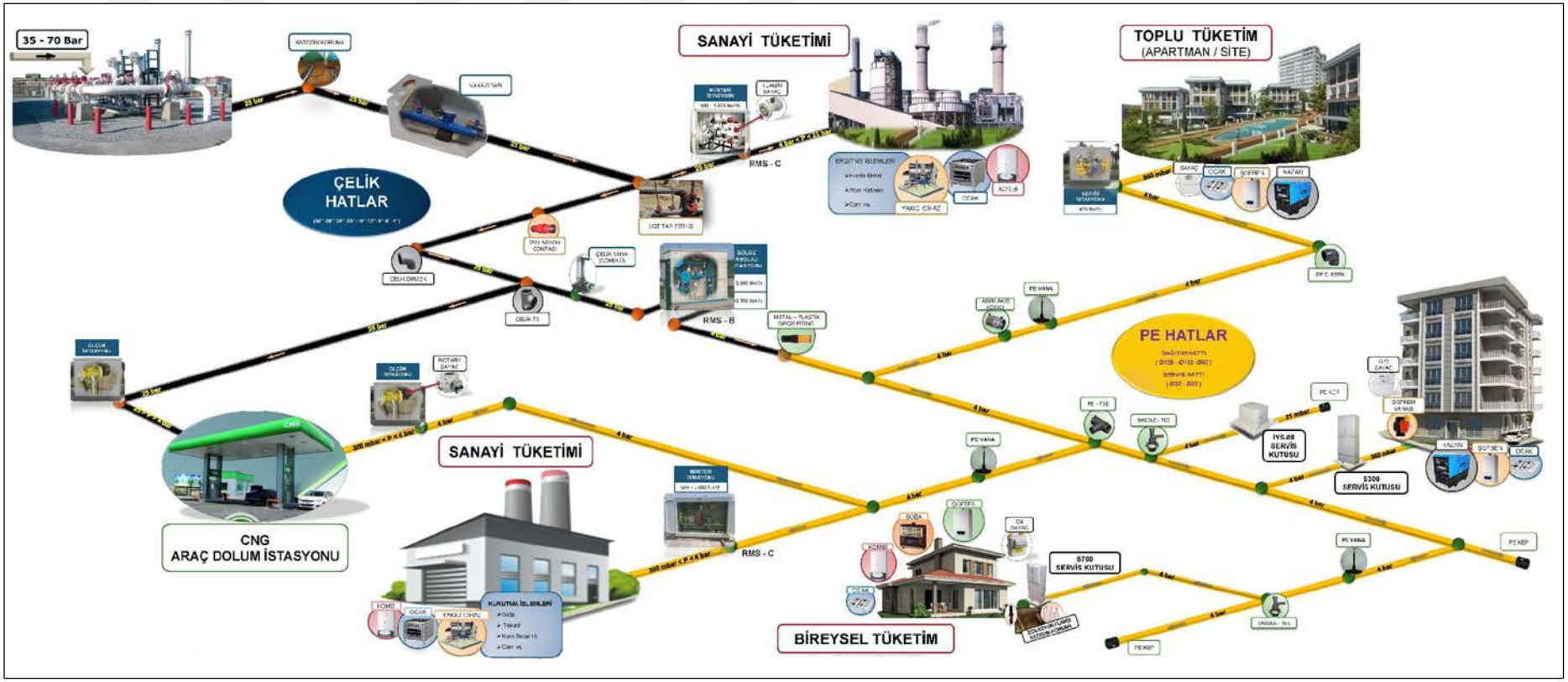
İstanbul için doğal gazın şehir girişinden tüketicilere ulaşıncaya kadar ki çeşitli basınç aralıklarındaki yer üstü varlıklarının isim ve sayıları Çizelge 1.5'te verilmiştir.

Çizelge 1.5 : İstanbul doğal gaz şebekesi basınç düşürme yer üstü varlıkları (2019).

Yerüstü Doğal Gaz Varlıkları	Basınç Düzenleme Aralıkları		Miktarı
	Pgiriş (barg)	Pçıkış (barg)	(ad)
Şehir Giriş İstasyonu (RMS-A)	70 ~ 35	20	13
Bölge Reglaj İstasyonu (RMS-B)	25 ~ 6	4	820
Müşteri İstasyonu (RMS-C)	25 ~ 1	4 ~ 0,3	1.038
Servis Kutusu	4 ~ 1,5	0,3 ~ 0,021	904.618

RMS-A şehir giriş istasyonundan tüketicilere doğal gazın ulaştırıldığı dağıtım sistemi Şekil 1.7'de görülmektedir.

Doğal gazın ana tedarikçi firmanın iletim hatlarından şehir içi dağıtım hatlarına geçişi RMS-A şehir giriş istasyonları ile gerçekleştirilmektedir. RMS-A'larda basınç düşürülmesinin yanı sıra, faturalandırmaya yönelik gazın miktarının ölçülmesi, gazın içindeki katı ve sıvı parçacıkların filtrasyonu, ön ısıtma ve dağıtım sistemine gaz beslemesinin kontrolü gibi işlemler gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1.7 : Şehir giriş istasyonundan tüketiciye kadar doğal gaz dağıtım sistemi (Erdoğan, 2016).

Şekil 1.8'de RMS-A şehir giriş istasyonunun dış görünüşü ve konumlandırılması gösterilmiştir.



Şekil 1.8 : RMS-A şehir giriş istasyonunun dış görünüşü.

Şekil 1.9'da ise doğal gazın ana tedarikçi firmanın iletim hattından RMS-A şehir içi dağıtım hattına giriş noktası ve istasyonun içerisi gösterilmiştir.



Şekil 1.9 : RMS-A şehir giriş istasyonuna 70 bar çelik doğal gaz iletim hattının girişi ve 20 barlık şehir içi dağıtım basıncına düşürülmesi.

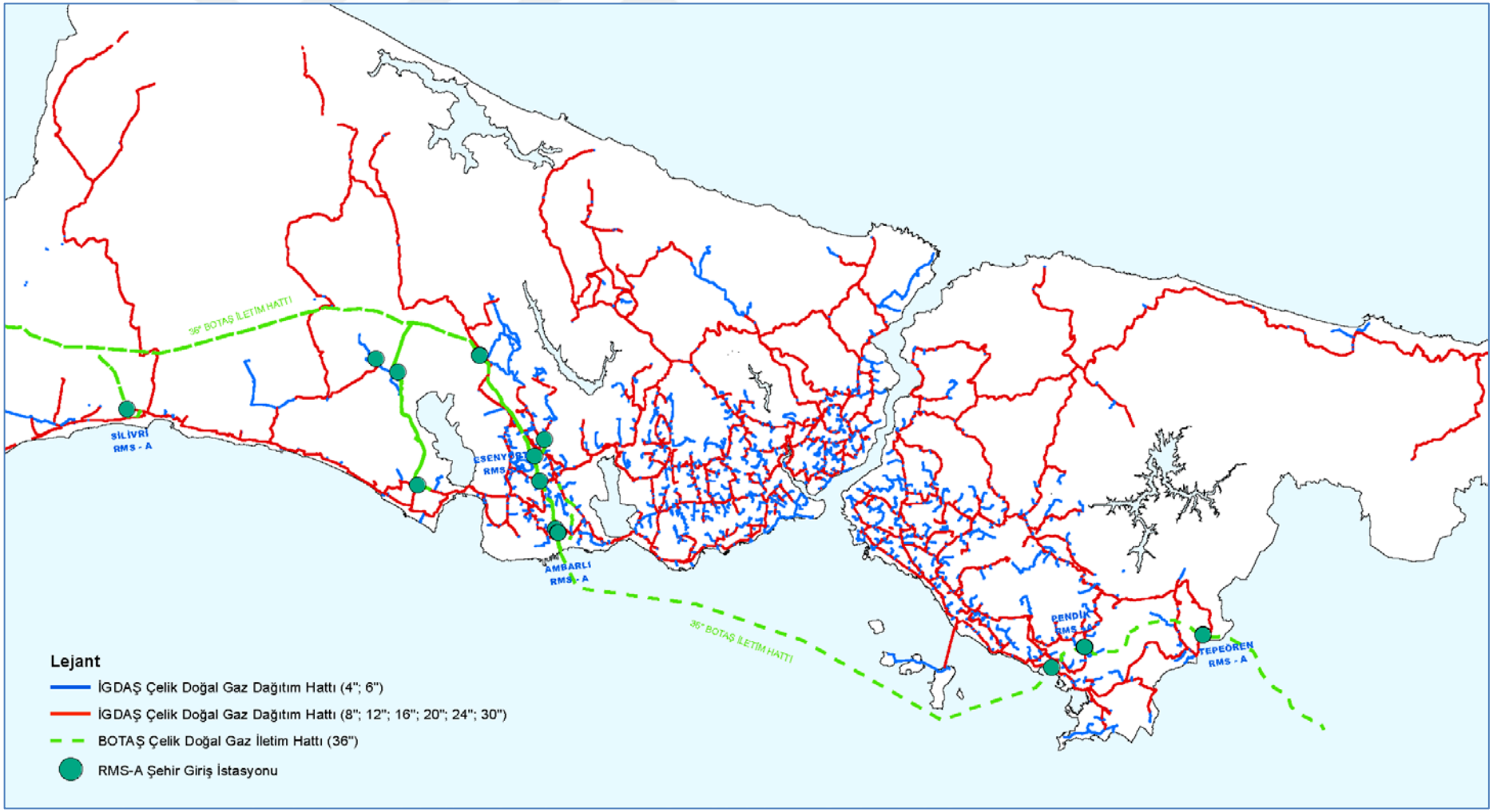
İstanbul doğal gaz dağıtım şebekesini besleyen hâlihazırda 90.000 m^3/sa ile 1.000.000 m^3/sa aralığında 13 adet RMS-A şehir giriş istasyonu bulunmaktadır (Çizelge 1.6).

Çizelge 1.6 : İstanbul RMS-A doğal gaz şehir giriş istasyonları (2019).

Yeri	Sıra No	İstasyon Adı	Kapasite (m^3/sa)	Yedek Kapasite (m^3/sa)	İnşa Yılı
Avrupa Yakası	1	Esenyurt Şehir 1 RMS-A	800.000	200.000	2016
	2	Esenyurt Şehir 2 RMS-A	200.000	100.000	1996
	3	Esenyurt Şehir 3 RMS-A	200.000	100.000	1998
	4	Esenyurt Şehir 4 RMS-A	600.000	300.000	2009
	5	Silivri RMS-A	90.000	90.000	2004
	6	Ambarlı RMS-A	300.000	150.000	2006
	7	Ambarlı EÜAŞ RMS-A	300.000 180.000	150.000 180.000	2011
	8	Doğa Enerji RMS-A	45.000	45.000	1998
Anadolu Yakası	9	Pendik Dolayoba Şehir 1 RMS-A	800.000	200.000	2016
	10	Pendik Dolayoba Şehir 2 RMS-A	200.000	100.000	1996
	11	Pendik Şehir 3 (Sahil) RMS-A	200.000	100.000	1998
	12	Tuzla Tepeören 1 RMS-A	45.000	45.000	2004
	13	Tuzla Tepeören 2 RMS-A	250.000	125.000	2009
Toplam			**4.210.000**	**1.885.000**	

İstanbul'u besleyen 13 adet doğal gaz şehir istasyonunun 4.210.000 m^3/sa kapasitesi bulunmakta olup gerektiği takdirde 1.885.000 m^3/sa'lik yedek kapasite devreye alınabilmektedir. Bu şekilde saatlik 6.095.000 m^3 doğal gaz, şehrin her noktasına arz edilebilmektedir.

BOTAŞ'a ait 36 inç çapında 70 bar işletme basıncındaki doğal gaz iletim hattından İstanbul şehir giriş istasyonları ile şehre giriş noktaları Şekil 1.10'da gösterilmiştir. Şekil 1.10'da gösterilen kırmızı doğal gaz hatları 20 bar şehir içi çelik ana dağıtım hatlarını, mavi doğal gaz hatları da RMS-B şehir için basınç düşürme istasyonlarına giden düşük çaplı 20 barlık doğal gaz çelik hatlarını göstermektedir.



Şekil 1.10 : BOTAŞ çelik doğal gaz iletim hattı, RMS-A şehir giriş istasyon noktaları ve çeşitli çaplarda çelik doğal gaz dağıtım hatları (2018).

Doğal gaz, şehir giriş istasyonlarında basıncı düşürülerek tüketim bölgelerine Çizelge 1.7'de uzunluğu verilen çeşitli çaplardaki çelik boru hatları ile taşınmaktadır.

Çizelge 1.7 : İstanbul doğal gaz şebekesi yer altı varlıkları (2018).

Yeraltı Doğal Gaz Varlıkları	Uzunluk (km)
Çelik Boru Hattı (4", 6", 8", 12", 16", 20", 24", 30")	1.953
Polietilen Boru Hattı (Ø63, Ø110, Ø125)	16.697
Polietilen Servis Hattı (Ø20, Ø32)	5.402
Toplam Boru Hattı Uzunluğu	24.052

Çelik boru hatları ile tüketim noktalarına yakın bölgelere kadar gelinerek şehir içerisinde uygun noktalara Şekil 1.11'de görüleceği üzere konulan RMS-B şehir içi bölge reglaj istasyonları ile doğal gazın basıncı 20 bardan 4 bara düşürülerek polietilen boru hatlarına gazın geçişi sağlanmaktadır.



Şekil 1.11 : RMS-B şehir içi bölge reglaj istasyon imalat görüntüsü.

RMS-B şehir içi bölge reglaj istasyonları, imar planları ve kadastral planlar doğrultusunda doğalgaz arzının kesintisiz olarak sürdürülmesini sağlayacak kamuya ait bir noktada konumlandırılmaktadır.

Bölge reglaj istasyonlarının, teknik emniyet kuralları açısından; tesisisin devreye alınması, bakım ve onarımı veya olası trafik etkileri sonucu hasar görmesi halinde doğal gazın çevreye yayılması ile oluşabilecek riskler göz önüne alınarak, konulacağı yerlerin üstünün açık olmasına, herhangi bir ağaç ya da bina çıkıntısı ile kapalı olmamasına, yüksek gerilim hatları ile arasında yeterli emniyet mesafesi olmasına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda doğal gaz yer üstü varlıkları, Çizelge 1.8'de gösterilen konut ve kentsel yapılara, karayolu ve raylı sistem geçişlerine, altyapı tesislerine ve akaryakıt istasyonları gibi tesislere uygun emniyet mesafesinde

konumlandırılmalıdır (Ham Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Tesislerinin Yapımı ve İşletilmesine Dair Teknik Emniyet ve Çevre Yönetmeliği, 2014).

Çizelge 1.8 : Doğal gaz boru hatları yer üstü tesislerinin diğer tesislere olan emniyet mesafeleri (Ham Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Tesislerinin Yapımı ve İşletilmesine Dair Teknik Emniyet ve Çevre Yönetmeliği, 2014).

	Emniyet Mesafeleri (m)				
Boru Hattına Ait Tesisler	**Konut ve Kentsel Yapılar (Okul, Cami, Hastahane vb. Toplu Yaşam Alanları)**	**Karayolu ve Raylı Tesis Geçişleri**	**Altyapı Tesisleri (Su ve Kanalizasyon)**	**Endüstri Bölgeleri, Serbest Bölgeler, OSB ve Küçük Sanayi Siteleri**	**Yanıcı, Yakıcı, Parlayıcı, Patlayıcı, Aşındırıcı Maddelerin Üretimi, Kullanılması ve Depolanmasına Ait Tesisler, Doğal Gaz Çevrim Santralleri ve Akaryakıt/LPG/CNG İstasyonları)**
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Kompresör İstasyonu, Pompa İstasyonu Ana Ölçüm İstasyonu,	200	200	100	200	200
Hat Vanası ve Pig İstasyonu	100	100	50	50	100
RMS-A İstasyonu	100	100	50	50	100
RMS-B İstasyonu	**20**	**20**	**20**	**50**	**50**

NOT: Yukarıda Belirtilen Mesafelerin Ölçümleri,

1. Sütun: Tesisin Tehlikeli Alan Sınıflandırma Planlarında belirtilen Zone 0 Tehlike Bölgesi sınırından,
2. Sütun: Ana Bina duvarının dış cidarından,
3. Sütun: Yol/Ray platformunun orta ekseninden,
4. Sütun: Altyapı tesisinin orta ekseninden,
5. Sütun: Bölge sınırları içerisindeki 2, 3, 4, 6 numaralı sütunlarda belirtilen tesislerin en yakın sınırına kadar,
6. Sütun: En yakın tehlikeli madde bulunan/işlenen tank/ekipmanın Zone 0 Tehlike Bölgesi sınırından 1, 2, 3, 4 numaralı sütunlarda belirtilen tesis sınırlarına kadar, ölçülen mesafelerdir. Dinamit, anfo gibi patlayıcı maddeler ile yapılacak patlatmalar için Yönetmeliğin 7 nci maddesinin onbirinci fıkrasında belirtilen hükümler geçerlidir.

Bu mesafeler BOTAŞ 'ın öngördüğü önlemler, çevresel yoğunluk ve risk yaratma olasılığı dikkate alınarak azaltılabilir.
Ancak her koşulda tesis dışını çevreleyen tel çit ile diğer tesisler arası mesafe RMS-B İstasyonlarında 10 metreden, diğer tesislerde ise 20 metreden daha az yapılamaz.

Bölge reglaj istasyonlarının, işletme ve bakım onarım açısından; bakım onarım çalışmalarına imkân tanıyacak şekilde diğer altyapı tesislerinden uzak ve kolay ulaşılabilecek güzergâhlarda olmalıdır. Bölge reglaj istasyonlarının kabin kapaklarının önü ve arkasında en az 1,00 metre açık alan bırakılmalıdır. Bölge reglaj istasyonu; taşıt ve yaya trafiğine engel olmayacak şekilde, konulduğu bölgenin sosyal çevresine ve şehrin dokusunu etkileyecek görüntü kirliliği oluşturmayacak bir konuma yerleştirilmelidir (Ham Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Tesislerinin Yapımı ve İşletilmesine Dair Teknik Emniyet ve Çevre Yönetmeliği, 2014; Türkel, 2015).

1.4 RMS-B Şehir İçi Doğal Gaz İstasyonlarının Konumlandırılması

Doğal gazın şehirleşmenin büyük bir oranda tamamlanmış olması sonrası şehirlerimize gelmesi ile tehlike içeren yer üstü varlıklarının yol kenarında emniyetli bir şekilde konumlandırılması farklı sorun ve önlemleri beraberinde getirmiştir. Ayrıca sürekli göç ile şehirlerin büyümeye devam etmesi, yeni yerleşim yerlerinin kentlere eklenmesi ve kentsel dönüşüm faaliyeleri sebebi ile mevcut doğalgaz şebekesinin gaz arzına yeterli gelmediği noktalarda çelik doğal gaz dağıtım hattından PE doğal gaz dağıtım hatlarına geçiş noktalarına yeni RMS-B reglaj istasyonlarının konulması gerekmektedir. Şehir içinde istasyonların konulduğu yerin kamuya ait olması önem arz etmektedir. Kamu alanlarının azlığı ve olanlarda da yeterli miktarda yer olmaması nedeniyle, varsa park içi veya park kenarlarına, yoksa yaya geçişine mani olmamak kaydıyla kaldırım kenarlarına veya yol orta refüjlerine konulmaktadır. Dolayısı ile şehir içerisinde farklı geometrik özelliklere ve tasarım hızlarına sahip cadde ve sokakların kenarlarında konulduğu noktaya göre değişken taşıt sayıları ve taşıt türlerine sahip yol kenarlarında taşıtların etkisine maruz kalan ve tehlike içeren bu tip sabit tesisler için önlem alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

İstanbul'da RMS-B şehir içi doğal gaz reglaj istasyonlarından 820 adet bulunmaktadır. Şehrin gaz arzı ihtiyaç dinamiklerine bağlı olarak bu istasyonların sayısı gün geçtikçe artmaktadır.

Türkiye geneli RMS-B şehir içi doğal gaz reglaj istasyon sayısı 2018 yılında yapılanlar dâhil olmak üzere toplam 4.365 adettir (Şener, 2018). Dolayısı ile ülkemizde tehlike içeren bu tip yol kenarı tesislerinin bu sayıya ulaşmış olması tesislerin emniyeti için çalışma yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur.

1.4.1 Şehir içi sabit mantar otokorkuluk uygulamaları

Otokorkulukların yer seçimi ve imalat hataları, tasarımında kabul edilen performans değerlerini sağlamasına engel olmaktadır. Şekil 1.12'de şehir içerisinde yolun sola tehlikeli dönüş noktasında yerleştirilmiş bir varlık ve etrafına konulan koruma otokorkuluklarının kaldırım imalatı sonrası gömülü olarak kalması ve sağdaki resimde ise özellikle kısa imal edilmiş otokorkuluk uygulamaları gösterilmiştir.



Şekil 1.12 : Farklı sebeplerle olması gerekenden kısa kalmış otokorkuluk uygulamaları.

Şekil 1.13'te kaldırımda yeterli yaya kullanım mesafesi olmadığından tesislerin kaldırımı işgal ettiği, tel çit ile yapılan tesisin çevre korumasının kaldırımdaki geçişleri engellediği ve tesisin önünde yeterli yer olmaması nedeniyle otokorkulukların yola yerleştirildiği uygulamalar gösterilmiştir.



Şekil 1.13 : Yaya yoluna ve taşıt yoluna yerleştirilen otokorkuluk uygulamaları.

Şekil 1.13 ve Şekil 1.14'te taşıt yoluna konulmuş otokorkuluklar gösterilmekte olup tesislerin bulundukları konum itibariyle trafik etkilerine maruz kalma riskleri artmaktadır.



Şekil 1.14 : Taşıt yoluna yerleştirilen otokorkuluk uygulamaları.

Şekil 1.15'te kaldırımda yeterli yaya kullanım mesafesi olmaması nedeniyle yaya kaldırımlarını işgal etmiş tesisler ve otokorkulukların performansını arttırmak için kaldırım seviyesinde beton zarfa alınmış otokorkuluk uygulamaları görülmektedir.



Şekil 1.15 : Kaldırım betonu içerisinde kalmış otokorkuluğun alt kısmına beton zarf uygulaması.

Şekil 1.16'da farklı sıklıkta çelik borular ve yine bu çelik boruların farklı çap, et kalınlığı ve yükseklikte tesisin etrafına sıralanması ile oluşturulmuş koruma alanı görülmektedir.



Şekil 1.16 : Farklı boru çapı, et kalınlığı ve sıklıkta yerleştirilen otokorkuluk uygulaması.

Yakıt istasyonlarındaki, koruma seviyeleri belli olmayan yüzeye sabitlenen otokorkuluk, çelik tel halat bariyer, yerden yükseğe yerleştirilme vb. şekilde uygulamalar ile alınan koruma önlemleri Şekil 1.17 ve Şekil 1.18'de gösterilmiştir.



Şekil 1.17 : Yakıt istasyonlarda LPG tanklarında, koruma sınıfı belirsiz güvenlik önlemleri.



Şekil 1.18 : Yakıt istasyonlarda LPG tanklarında, koruma sınıfı belirsiz farklı güvenlik önlemi uygulamaları.

1.4.2 Yol kenarında bulunan tehlike içeren tesislere araç çarpma vakaları

Ülkemiz genelinde kullanılmakta olan yer üstü varlıklarından olan RMS-B şehir içi doğal gaz reglaj istasyonlarında farklı yol, çevre ve araç durumlarına ait yaşanmış olan çeşitli kazaların örneklendiği kaza oluşum senaryoları ve bunlara ait resimlere aşağıda yer verilmiştir.

a) Meskûn mahal içi, kuru yüzeyli, asfalt betonu kaplamalı, gece aydınlatması bulunan, hız limiti 70 km/sa olan, eğimsiz, refüjle bölünmüş üç şeritli yolda, gece vakti, boş ağırlığı 1.500 kg olan N1 sınıfı hafif ticari taşıt, yatay kurbun dış kenarına çıkarak, kurbun dış kenarında refüjde bulunan RMS-B istasyonuna Şekil 1.19'da görüldüğü gibi çarpmıştır. Çarpma sonucu bölge reglaj istasyonunun 20 bar gaz giriş hattında hasar oluşarak, gaz çıkışlı maddi hasar meydana gelmiştir. Hasar sonucu 20 dakika süreyle 20 bar basınçta doğal gaz çevreye yayılmıştır. Aynı noktada farklı tarihlerde de araç çarpma hadiseleri yaşandığı raporlanmıştır.



Şekil 1.19 : N1 sınıfı hafif ticari taşıtın tesise çarptığı kaza fotoğrafları.

b) Meskûn mahal içi, kuru yüzeyli, asfalt betonu kaplamalı, gece aydınlatması bulunan, hız limiti 50 km/sa olan, % 2 iniş eğimli, refüjle bölünmüş iki şeritli yolda, gece vakti boş ağırlığı 2.070 kg olan M2 sınıfı yolcu minibüsü, yolun kaldırım

kenarından itibaren 1,34 m uzağında bulunan RMS-B istasyonuna Şekil 1.20'de görüldüğü gibi çarpmıştır. Çarpma sonucu bölge reglaj istasyonunda gaz çıkışlı ciddi maddi hasar meydana gelmiştir. Hasar sonucu 5 bar basınçta doğal gaz çevreye yayılmıştır. Aynı noktada farklı tarihlerde de araç çarpma hadiseleri yaşandığı raporlanmıştır.



Şekil 1.20 : M2 sınıfı yolcu minibüsünün tesise çarptığı kaza fotoğrafları.

c) Meskûn mahal içi, kuru yüzeyli, asfalt betonu kaplamalı, gece aydınlatması bulunan, hız limiti 70 km/sa olan, % 2 iniş eğimli, refüjle bölünmüş üç şeritli yolda, gündüz vakti boş ağırlığı 7.250 kg, azami dolu ağırlığı 18.000 kg olan N3 sınıfı hafriyat kamyonu, yolun kenarındaki kaldırım kenarından itibaren 0,20 m uzağında bulunan RMS-B istasyonuna Şekil 1.21'de görüldüğü gibi çarpmıştır. Çarpma sonucu bölge reglaj istasyonunda gaz çıkışlı ciddi hasar oluşmuştur. Bölge reglaj istasyonunun giriş ve çıkış hatlarının ikisinde de gaz çıkışlı maddi hasar meydana gelmiştir. Hasar sonucu 20 dakika süreyle 20 bar ve 5 bar basınçlı her iki çelik doğal gaz hattından gaz çıkışı olmuş ve çevreye yayılmıştır. Aynı noktada farklı tarihlerde de araç çarpma hadiseleri yaşandığı raporlanmıştır.



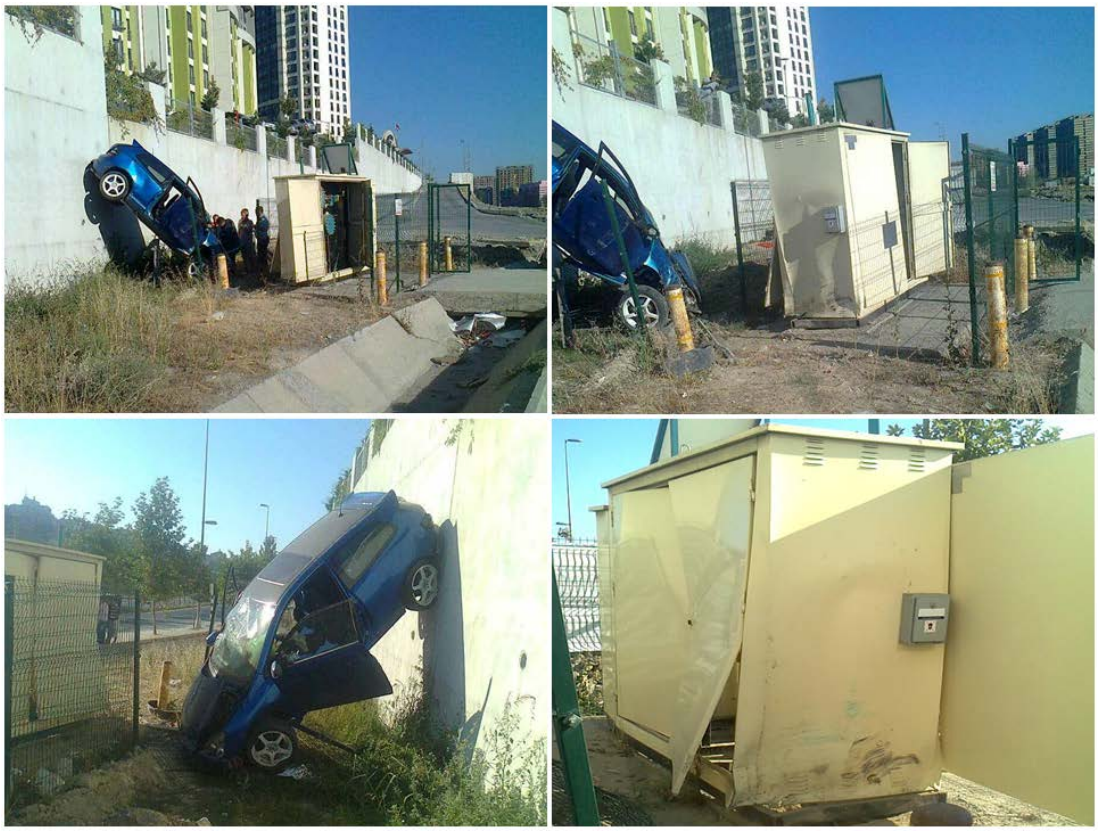
Şekil 1.21 : N3 sınıfı hafriyat kamyonunun tesise çarptığı kaza fotoğrafları.

d) Meskûn mahal içi, ıslak yüzeyli, asfalt betonu kaplamalı, gece aydınlatması bulunan, hız limiti otomobiller için 80 km/sa, ağır taşıtlar için 70 km/sa olan, % 4 iniş eğimli, refüjle bölünmüş üç şeritli yolda, gündüz vakti boş ağırlığı 10.150 kg, azami dolu ağırlığı 17.500 kg olan M3 sınıfı özel halk otobüsü, fren patlaması sonucu bir araca arkadan vurup duramayarak, yolun kenarındaki kaldırım kenarından itibaren 5,90 m uzağında bulunan RMS-B istasyonuna Şekil 1.22'de görüldüğü gibi çarpmıştır. Çarpma sonucu bölge reglaj istasyonunda gaz çıkışlı maddi hasar meydana gelmiştir. Bölge reglaj istasyonunun giriş ve çıkış hatlarının ikisinde de hasar meydana gelmiş olup, 60 dakika süreyle 20 bar ve 5 bar basınçlı her iki çelik doğal gaz hattında gaz çıkışı olmuş ve çevreye yayılmıştır.



Şekil 1.22 : M3 sınıfı özel halk otobüsünün tesise çarptığı kaza fotoğrafları.

e) Meskûn mahal içi, kuru yüzeyli, asfalt betonu kaplamalı, gece aydınlatması bulunan, hız limiti otomobiller için 70 km/sa olan, % 3 iniş eğimli, refüjle bölünmüş üç şeritli yolda, gündüz vakti, ağırlığı 1.500 kg olan M1 sınıfı binek otomobil, yolun kenarındaki kaldırım kenarından itibaren 6,98 m uzağında bulunan RMS-B istasyonuna Şekil 1.23'te görüldüğü gibi çarpmıştır. Çarpma sonucu bölge reglaj istasyonunda gaz çıkışsız maddi hasar meydana gelmiştir.



Şekil 1.23 : M1 sınıfı binek otomobilin tesise çarptığı kaza fotoğrafları.

1.4.3 Doğal gaz boru hatlarında meydana gelen yangınlar ve etki alanları

Bir ulaştırma türü olarak boru hatları ile doğal gaz taşımacılığı, tüketicilerin doğal gaz talebini karşılamak için, çevre dostu, ekonomik, verimli ve en güvenilir ulaşım türüdür.

Bunun yanında çeşitli nedenler ile meydana gelen doğal gaz patlama ve yangınlarının olumsuz etkilerinin de göz ardı edilmemesi ve daha güvenli bir taşımacılık için çeşitli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Burada, Amerika Birleşik Devletleri, Virginia Eyaleti'nden geçen Transco doğal gaz iletim hattında 2008'de meydana gelen doğal gaz patlama ve yangını ile Belçika

Gellinden bölgesinde meydana gelen doğal gaz patlama ve yangınlarının çevreye verdiği zararın irdelenmesi önem arz etmektedir.

Boru hattından sızan doğal gaz rüzgârın etkisiyle çevreye yayılır ve ateş kaynağına temas ettiğinde; patlama (explosion) ve parlama şeklinde yangın (flash fire), sonrasında kaçağın kaynağında püskürme şeklinde yangın (jet fire) meydana gelmektedir. Aynı zamanda patlama etkisiyle oluşan ısıl radyasyon çevrede tahribat yapmaktadır.

1.4.3.1 Transco doğal gaz boru iletim hattı patlaması

Transco doğal gaz iletim hattı, ABD'de Teksas'dan Newyork'a uzanan 3220 km uzunluğunda iletim hattıdır. Boru hattının diğer dağıtım hatları ile birlikte toplam uzunluğu 17.700 km'yi bulmaktadır (Şekil 1.24).



Şekil 1.24 : ABD, Transco boru hattı (Newyork – Teksas) (Williams, 2019).

ABD, Virginia Eyaleti, Appomattox da, 14 Eylül 2008'de doğal gaz boru hattında patlama ve yangın meydana gelmiştir. Kaza bölgesinden geçen üç adet boru, 1950 ile 1962 yılları arasında inşa edilmiştir. Patlamaya sebep olan boru hattı 30 inç çapında ve 55 bar maksimum işletme basıncı ile çalıştırılmaktadır.

Patlama etkisi ile boru hattının bulunduğu bölgede 11,00 metre genişliğinde ve 4,50 metre derinliğinde krater oluşturmuştur (Şekil 1.25). Patlamanın etkisiyle kopan boru parçası kraterin yaklaşık 60,00 metre uzağına fırlamıştır.



Şekil 1.25 : Virginia Eyaleti, Appomattox, patlama noktası ve krater oluşumu.

Kaçak gaz bulutu rüzgâr etkisiyle yayılarak ateşlenmiştir ve büyük bir ateş topu oluşturmuştur (Şekil 1.26).



Şekil 1.26 : Rüzgâr etkisiyle gaz bulutunun yayılma çapı ve patlama sonrası yangından etkilenen alan.

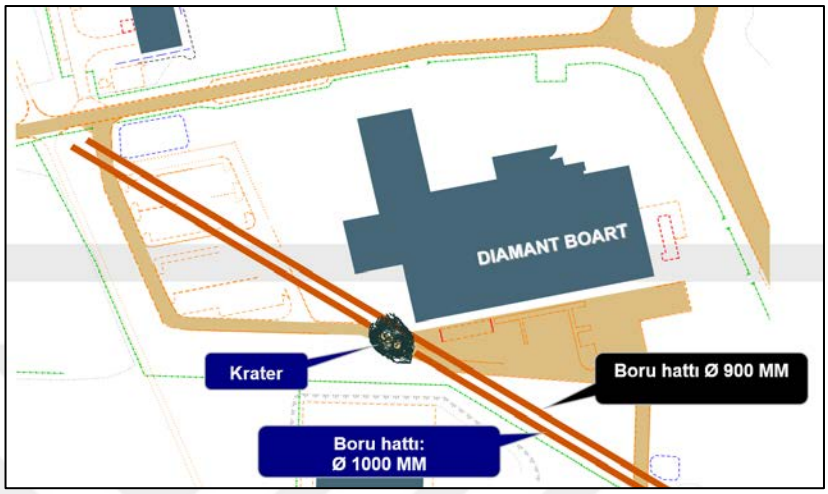
Patlama sonucunda, 5 kişi yaralanmış, iki ev yıkılmış ve yaklaşık 340 metre çapında bir yanma bölgesi oluşmuştur (Şekil 1.27) (PHMSA, 2009), (URL-2)



Şekil 1.27 : Patlama sonucu yıkılan evler.

1.4.3.2 Belçika, Gellingen doğal gaz boru iletim hattı patlaması

Liman Kenti Zeebrugge'yi Fransa'ya bağlayan, 1991 yılında yapılmış, 90 cm ve 100 cm çaplı maksimum işletme basıncı 80 bar olacak şekilde tasarlanmış doğal gaz iletim hatlarıdır (Şekil 1.28). Kazanın olduğu Gellingen şehri Brüksel'e 50 km mesafededir.



Şekil 1.28 : Belçika, Gellingen bölgesi, patlama noktası.

Belçika'nın Gellingen şehrinde 30 Temmuz 2004 tarihinde gaz sızıntısı, patlama ve yangın meydana gelmiştir. Patlama etkisi ile boru hattının bulunduğu bölgede yaklaşık 14 metre genişliğinde ve 4 metre derinliğinde krater oluşturmuştur (Şekil 1.29). Patlamanın etkisiyle kopan boru parçası kraterin yaklaşık 155 metre uzağına fırlamıştır.



Şekil 1.29 : Gellingen bölgesi, patlama noktasında krater oluşumu.

Gaz kokusu ile başlayan sızıntı, daha sonra büyük bir gaz kaçağına dönüşerek beyazımsı bir sprey gibi yerin üstünde 15 metre yüksekliğe ulaşmıştır. Kısa bir süre

sonra patlama meydana gelmiştir ve gaz bulutu ateşlenerek ortalama 250 m yüksekliğinde bir alev yüksekliği oluşmuştur (Şekil 1.30).



Şekil 1.30 : Gellingen doğal gaz kazası ve patlama sonrası oluşan alev yüksekliği.

1000 mm (39 inç) çapında gaz hattının düz kesitli bir şekilde kopması sonucu bir yangın oluşması halinde, 210 m'lik ZONE 1 alanı ve 710 m'lik ZONE 2 alanının oluşması öngörülmektedir. Bu şekilde 30 saniye sonunda ZONE 1 alanında 10 kW/m^2 ve ZONE 2 alanında 3 kW/m^2 ısıl radyasyon oluşmaktadır. Ilık bir yaz günü güneş ışığının ısıl radyasyonu 1 kW/m^2'dir.

Patlama sonucunda, 24 kişi ölmüş, 50 kişi ağır yaralanmış, 79 kişi ise hafif yaralanmıştır. Şekil 1.31'den de görüleceği üzere patlama ve yangın sonrası yaklaşık 430 metre çapında bir alan etkilenmiştir (French Ministry of Sustainable Development, 2004), (ARIA, 2019).



Şekil 1.31 : Gellingen doğal gaz kazası, rüzgâr etkisiyle gaz bulutunun yayılma çapı ve patlama sonrası yangından etkilenmiş alan.

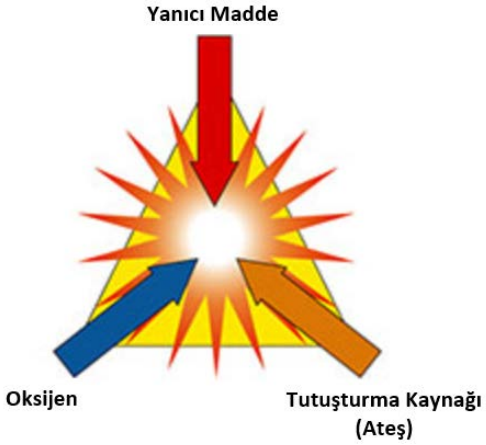
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışmaya temel teşkil eden literatür araştırmasında, doğal gazın yanma, patlama ve patlamanın çevresel etki alanları, boru hatları risk yönetimi ve üçüncü şahıs hasarlarının incelenmesiyle diğer ülkeler ve Türkiye'deki örneklere, yer üstü varlıkları için tehlikeli bölge sınıflandırmaları, güvenli yol kenarı, kaldırım kullanımı ve otokorkuluklar arasındaki temiz açıklık, şehir içi taşıt hız limitleri, risk değerlendirmesinde kullanılan yöntemler, duyarlılık analizi ile ilgili yapılan çalışmalar, otokorkuluk tipleri ve uygulamaları, araç güvenlik bariyerleri çarpma test şartnameleri, sayısal modelleme ve simülasyon çalışmaları araştırılarak ortaya konulan teori ve uygulamalara yer verilmiştir.

2.1 Yanma, Patlama ve Tehlikeli Bölge

2.1.1 Yanma şartları

Yanma veya patlama olayının meydana gelebilmesi için yangın üçgeni olarak da ifade edilen üç durumun bir arada olması gerekmektedir. Bunlar yanıcı madde (doğal gaz), tutuşturma kaynağı (ateş) ve oksijendir (Şekil 2.1). Yangın üçgenini oluşturan yanıcı madde, oksijen ve yeterli tutuşturucu üçlüsünün çokluğu ve azlığına göre patlama, parlama, hızlı veya yavaş yanma, kendi kendine yanma şeklinde yanma olayları meydana gelmektedir.



Şekil 2.1 : Yangın üçgeni.

2.1.2 Patlama sınırı

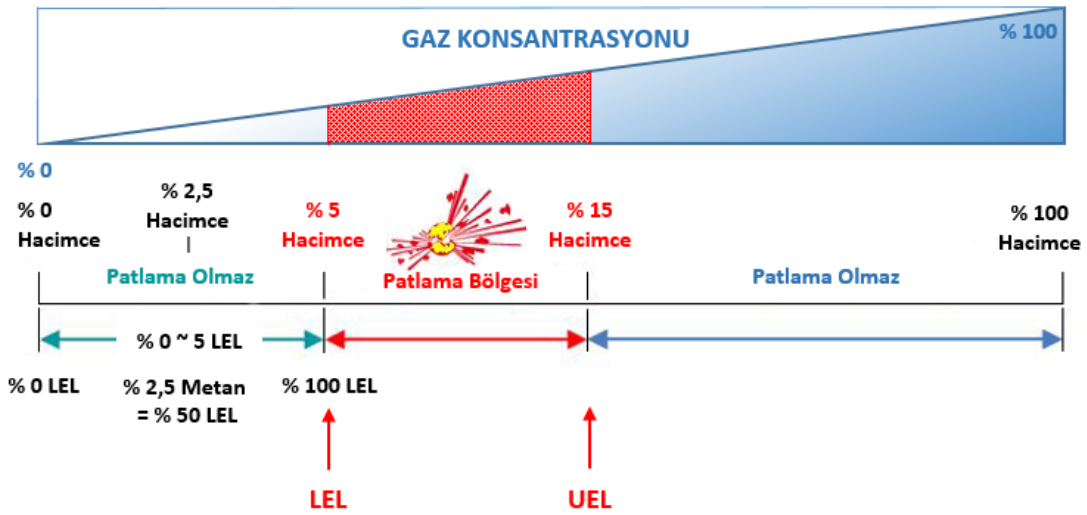
Gaz ve buhar halindeki yanıcı bir maddenin, hava ile patlama yoğunluğuna ulaşmış olan karışım, ateş ile bir araya geldiğinde, yanmamış geri kalan karışımın tamamına yayılarak patlama oluşmaktadır (TSE-TS 13612, 2014).

2.1.2.1 Alt patlama sınırı (LEL)

Havadaki yanıcı gaz ve buhar yoğunluğunun gaz ortamının patlamasına yol açmadığı alt sınır olarak ifade edilmektedir. Doğal gazın bulunduğu hava ortamının hacimce % 5'ini kaplaması ile alt patlama sınırına ulaşılmış olmakta (CECOD, 2016) ve doğal gaz kaçak tespit cihazları bu durumda % 100 LEL değerini göstermektedir (Şekil 2.2).

2.1.2.2 Üst patlama sınırı (UEL)

Havadaki yanıcı gaz ve buhar yoğunluğunun gaz ortamının patlamasına yol açmadığı üst sınır olarak ifade edilmektedir. Doğal gazın bulunduğu hava ortamının hacimce %15'inin üstünde bulunması da doğal gazın patlama sınırından çıktığı anlamını taşımaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Havadaki doğal gaz konsantrasyonuna bağlı patlama bölgesi grafiği.

2.1.3 Tehlikeli bölge sınıflandırması

Tehlikeli bölge, içinde cihazların yapılması, kurulması ve kullanılması için özel tedbirlerin alınmasını gerektirecek miktarlarda patlayıcı gaz ortamı bulunan veya bulunması beklenen bölge olarak tanımlanmıştır (TSE-TS 13612, 2014), (TSE-TS 3491 EN 60079-10, 2005), (CECOD, 2016). Tehlikeli bölgeler, patlayıcı ortam ve

patlama ihtimallerine göre Şekil 2.3'te görüleceği gibi aşağıda belirtilen üç gruba ayrılmıştır.

2.1.3.1 Bölge 0 (Zone 0)

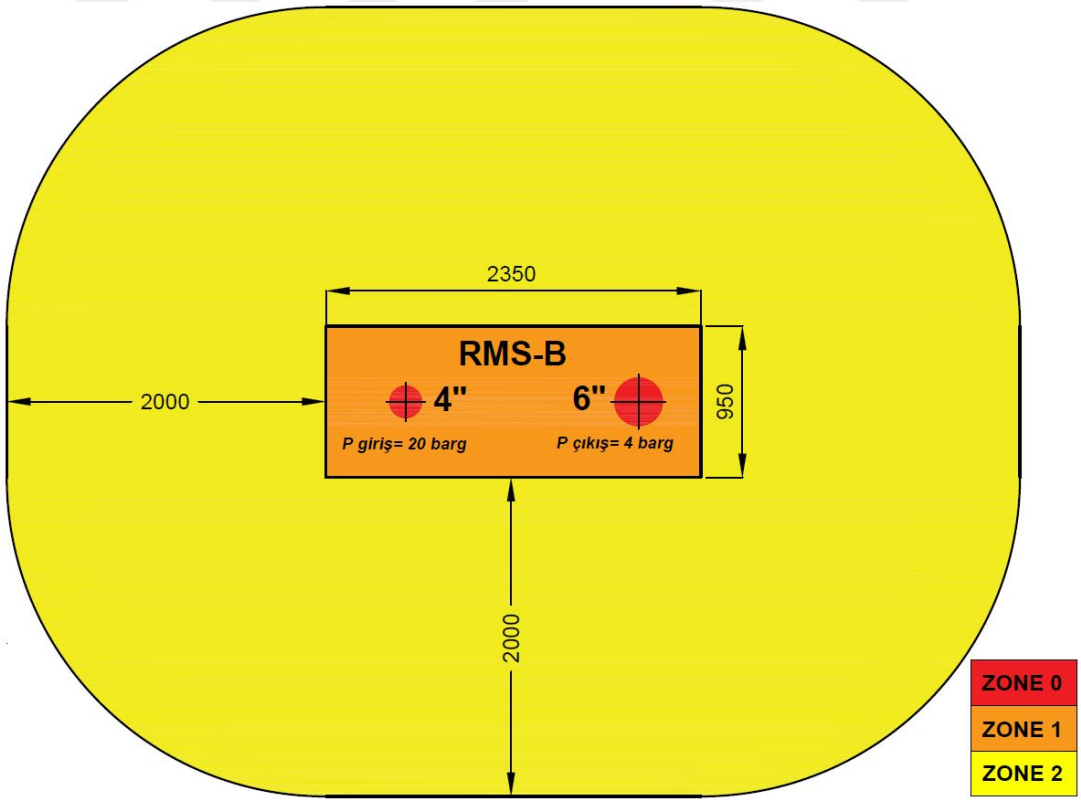
İçinde gaz, buhar veya buğu hâlinde yanıcı maddelerin havayla karışımından meydana gelen patlayıcı gaz ortamının devamlı veya çok uzun süreli veya sıklıkla bulunduğu bölgedir.

2.1.3.2 Bölge 1 (Zone 1)

İçinde gaz, buhar veya buğu hâlinde yanıcı maddelerin havayla karışımından meydana gelen patlayıcı gaz ortamının normal çalışmada ara sıra bulunduğu bölgedir.

2.1.3.3 Bölge 2 (Zone 2)

İçinde gaz, buhar veya buğu hâlinde yanıcı maddelerin havayla karışımından meydana gelen patlayıcı gaz ortamının normal çalışmada ara sıra bulunması ihtimalinin zayıf olduğu, eğer bulunursa sadece çok kısa süreyle devam ettiği bölgedir (TSE-TS 3491 EN 60079-10, 2005).

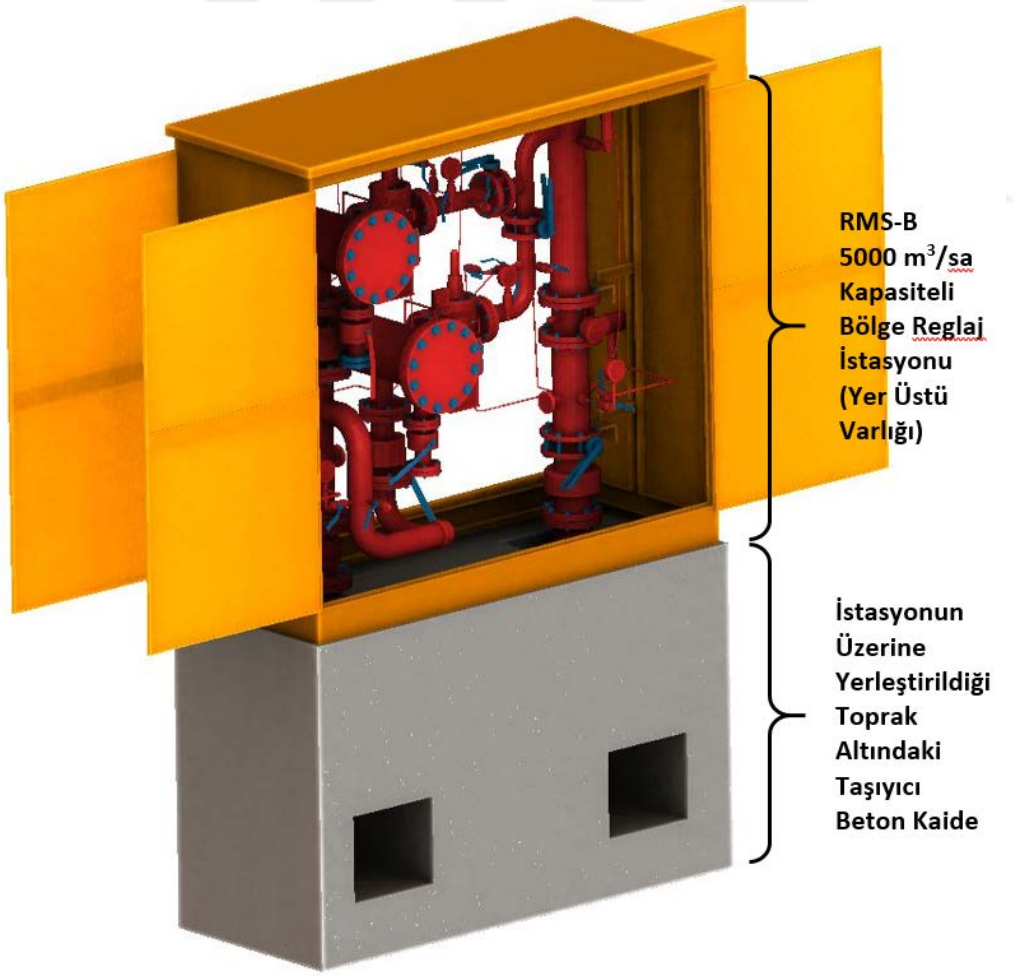


Şekil 2.3 : RMS-B doğal gaz şehir içi bölge reglaj istasyonu tehlikeli bölge sınıfları.

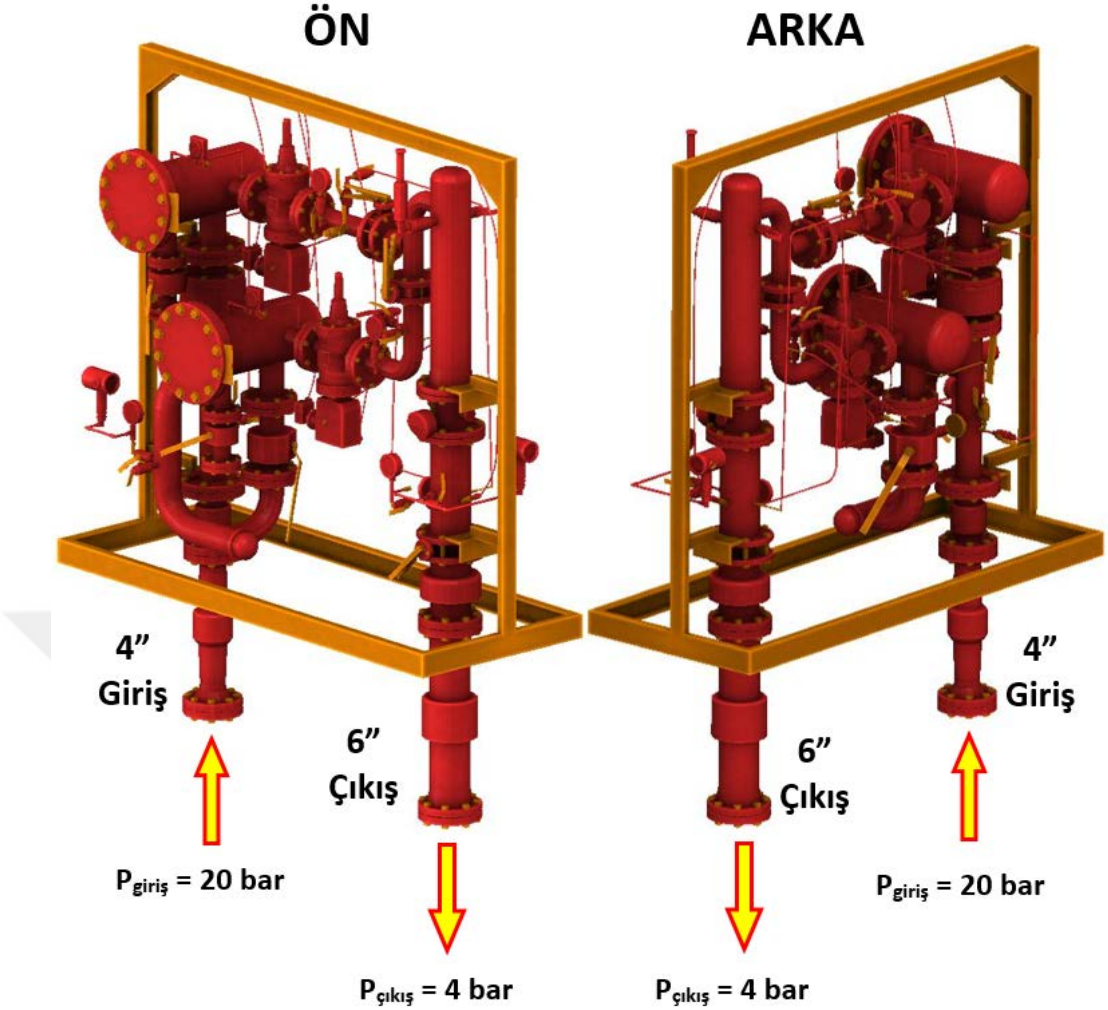
2.1.4 Bölge reglaj istasyonlarında tehlikeli bölge sınıflandırması

Doğal gaz bölge reglaj istasyonu belli bir bölgeyi (semt, mahalle, site, fabrika, hastane vb.) ana boru hattından gelen doğal gazı belli bir basınca düşürerek bu basınçta besleyen, başlıca regülatör, emniyet kapama ve kontrol tertibatlarından oluşan bir donanımdır (TSE-TS 11672, 1995).

Şekil 2.4'te görülen Bölge Reglaj İstasyolarında patlayıcı bir ortamın oluşabileceği tehlikeli alanları sınıflandırmak gerekirse, içerisinden gaz geçen bütün ekipmanlar Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'te görülen kırmızı bölge ZONE 0'dır. İstasyonun normal çalışması sırasında çeşitli gaz sızıntılarının olabileceği de düşünülürse, patlama sınırına ulaşabilecek bir ortam ihtimalinin oluşabileceği bölge, Şekil 2.4'te görülen bölge reglaj istasyonunun sarı kabininin içerisi ZONE 1 olarak alınmaktadır. Yalnızca istisnai durumlarda patlayıcı ortamın oluşabileceği istasyon kabininin dışarısında yer alan bölgede ZONE 2 olarak alınmaktadır (SOFREGAZ, 1980).

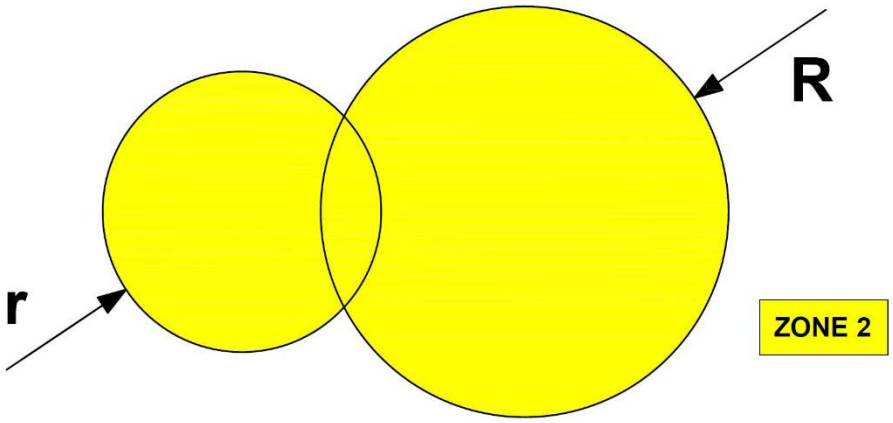


Şekil 2.4 : Doğal gaz şehir içi bölge reglaj istasyonu (5000 m^3/sa) – varlığın yer altı ve yer üstü görünüşü (ön görünüş).



Şekil 2.5 : Doğal gaz şehir içi bölge reglaj istasyonu (5000 m^3/sa) – kabin içi tesisat görüntüsü – soldaki ön, sağdaki arka görünüş.

SOFREGAZ, açık havada konumlandırılmış doğal gaz tesislerinin Zone 2 tehlike bölgesi alanını Şekil 2.6’da görüleceği üzere “r” ve “R” olmak üzere iki farklı yarıçapta tanımlamıştır.



Şekil 2.6 : Açık havada bulunan doğal gaz tesisleri için tehlikeli bölge sınırları.

Yarıçapı “r” olan ZONE 2 tehlikeli bölge ile tanımlanan, bölge reglaj istasyonunun gaz geçen tesisat bölümünün birleşim yerlerinde, contalarında ya da gövdesinde oluşabilecek kontrolsüz gaz kaçağı ifade edilmiştir. Yarıçapı “R” olan ZONE 2 tehlikeli bölge ile tanımlanan, regülatörün bakımı sırasında kontrollü olarak dışarı atılan gaz çıkışı ifade edilmiştir.

Dolayısıyla, bölge reglaj istasyonları için bu tez çalışmasında dikkate alınması gereken normal çalışma koşullarında, yola ve araçlara yakın olması durumu dikkate alındığında, tesisin tesisat bölümündeki kontrolsüz gaz kaçaklarının dikkate alındığı ZONE 2 alanını tanımlayan “r” yarıçaplı alandır.

SOFREGAZ’ın bölge reglaj istasyonları için burada ortaya koyduğu tehlikeli alanlar, Çizelge 2.1’de görüleceği üzere yer üstü varlık ünitesindeki en yüksek basınca göre ZONE 2 tehlikeli bölgesindeki “r” ve “R” yarıçaplı dairesel alanlar için ölçülendirme yapılmıştır (SOFREGAZ, 1980).

Çizelge 2.1 : Yer üstü doğal gaz varlıklarının ZONE 2 tehlikeli bölge ölçülendirmesi (SOFREGAZ, 1980).

ZONE 2 Alanı Ölçülendirmesi			
Bölge Sınırı	**P < 10 bar**	**10 bar < P < 25 bar**	**25 bar < P**
r	2 m	2 m ~ 4 m	4 m ~ 6 m
R	3 m	3 m ~ 5 m	5 m ~ 7 m
P: Regulatör ünitesindeki en yüksek basınç miktarı (bar)			

Ülkemiz genelindeki RMS-B şehir içi bölge reglaj ünitelerinin işletme basıncı 20 bar olması sebebiyle Çizelge 2.1’den de görüleceği üzere tehlikeli bölge olarak ifade edilen “r risk alanının genişliğinin 2 ~ 4 m olarak alınabileceği görülmektedir. İstanbul için şehir içerisinde kaldırım darlığı ve yol ile tesis arasındaki mesafelerin azlığı nedeniyle Şekil 2.3’te de görülebileceği üzere “r” değeri 2 m olarak alınmıştır. Yol kenarında bulunan varlığın içerisinden gaz geçen bölümü ZONE 0, istasyon kabininin içerisi ZONE 1 ve istasyon kabininin dışındaki 2 m’lik bölge ZONE 2 olarak alınmıştır.

2.2 Boru Hattı Risk Yönetimi

2.2.1 Risk tanımı

Risk, bir zarara neden olan durumun olasılığı ve bu zararın potansiyel büyüklüğü olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım gereği, olayın olasılığı arttığında veya potansiyel kaybın büyüklüğü (olayın sonuçları) arttığında risk de artmaktadır.

Riskin kabul edilen en yaygın tanımı, matematiksel bir ilişki olarak denklem 2.1 ve 2.2'deki gibi ifade edilmektedir.

$$\text{Risk} = \text{Olasılık} \times \text{Etki} \tag{2.1}$$

$$\text{Olasılık} = \text{Riske Açıklık} \times \text{Sıklık} \tag{2.2}$$

Burada;

Olasılık: Bir olayın belirli bir zaman diliminde gerçekleşme ihtimalidir.

Riske Açıklık: Varlığı kazalara karşı korumasız hale getiren unsurlardır.

Sıklık: Belirlenen periyod içerisinde gerçekleşen kaza sayısıdır.

Etki: Kaza sonrası, kazanın; varlık sahibinin güvenliği, saygınlığı, ekonomik zararı, müşteri memnuniyeti, hukuksal olaylar gibi çevresel ve finansal etkilerin kurum üzerinde yaratacağı olumsuz sonuçlardır.

Bu çalışmada, mevzuat yetersizliği, sektördeki farkındalık eksikliği, veri çözünürlüğünün düşüklüğü ve veri azlığı sebebi ile yer üstü varlıklara ait rölatif risk skoru elde edilirken, riske açıklık paremetresine ait veriler üzerinden çalışılmıştır. Risk skorunu oluşturan sıklık ve etki çarpanları ise 1 (bir) olarak kabul edilmiştir.

2.2.2 Doğal gaz boru hatları yer altı ve yer üstü tesislerinde risk yönetimi

Bir doğal gaz boru ulaşım ağında amaç; doğal gaz yer altı ve yer üstü varlıklarında kesintisiz gaz akışı ve arz güvenliği ile kaçak olmamasına dayalı, sürdürülebilir, çevreye zarar vermeyen ve çevre güvenliğinin ön planda tutalarak bu doğrultuda politika yürütülmesidir.

Doğal gaz yer altı ve yer üstü şebekesi, varlık yönetimi, bütünsellik ve sürdürülebilirlik kavramları çerçevesinde bir risk belirleme sürecine ihtiyaç duymaktadır. Bu risk tahmin süreci, riskin tanımlanarak değerlendirilmesi böylece risk tahmin modelinin

geliştirilerek, veri toplama ve derleme, risk tahmini ve sonuçlarının duyarlılık analizleri neticesinde gösterilmesidir (Muhlbauer, 2004).

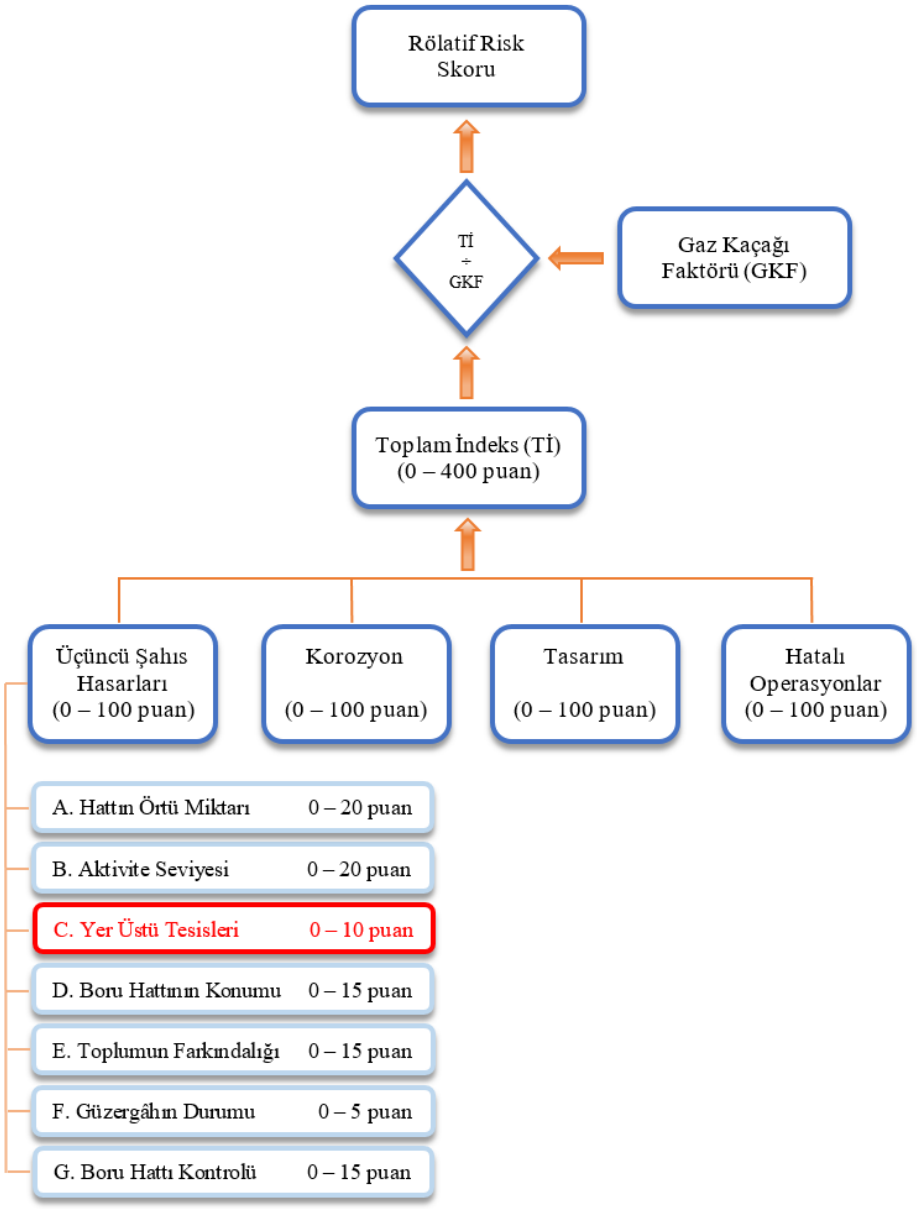
Muhlbauer (2004) tarafından ortaya konulan model; üçüncü şahıs hasarları, korozyon, tasarım ve hatalı operasyonlar olarak isimlendirilen genel risk parametreleri, bu parametleri oluşturan tekil risk parametreleri ve tekil risk parametrelerini oluşturan tekil risk alt parametrelerinden oluşmaktadır. Üçüncü şahıs hasarları, genel risk parametresinin altında 7 (yedi) adet tekil risk parametresi bulunmaktadır. Korozyon genel risk parametresinin altında 3 (üç) adet tekil risk parametresi ve bu tekil risk parametrelerinin altında ise 14 (on dört) adet tekil risk alt parametresi bulunmaktadır. Tasarım, genel risk parametresinin altında 5 (beş) adet tekil risk parametresi bulunmaktadır. Hatalı operasyonlar, genel risk parametresinin altında 4 (dört) adet tekil risk parametresi ve bu tekil risk parametrelerinin altında ise 21 (yirmi bir) adet tekil risk alt parametresi bulunmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere 4 (dört) adet genel risk parametresi, bunları oluşturan 19 (on dokuz) adet tekil risk parametresi ve 35 (otuz beş) adet tekil risk alt parametresi bulunmaktadır.

Muhlbauer (2004) tarafından ortaya konulan rölatif risk değerlendirme modelinde (Şekil 2.7), genel risk parametrelerini oluşturan tekil risk parametrelerinin her biri ve bu tekil risk parametrelerini oluşturan tekil risk alt parametreleri, belirlenen ağırlıkları oranlarında indeks değerlerine katkıda bulunarak genel risk parametresinin risk puanını oluşturmaktadır. Her bir genel risk parametresi 0 - 100 puan arasında değerlendirilerek, 0 - 400 puan arasında toplam indeks değeri elde edilmektedir. Elde edilen toplam indeks değeri gaz kaçağı faktörüne bölünerek varlığa ait rölatif risk puanı hesaplanmaktadır. Burada elde edilen rölatif risk puanının 400'e yakın bir değer alması, varlığın daha az risk altında olduğu ve 0'a yakın bir sonuç vermesi ise belirlenen risk derecesine göre daha yüksek risk altında olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, şehir içi yol kenarlarında bulunan tehlike içeren doğal gaz yer üstü tesisleri için Şekil 2.7'de görüldüğü gibi üçüncü şahıs hasarları genel risk parametresinin altında bulunan yer üstü tesisleri için, tekil risk parametresini oluşturan kriterlere göre rölatif risk skoru bulunmuştur.

Yer üstü tesislerin trafik etkilerine maruz kalmalarına neden olan kriterler ülkemiz şartlarına uygun olarak, yol kenarında bulunan bu tesislerde yaşanan kazalar ve eldeki veriler ışığında tekrar değerlendirilerek şehirlerimize uygun alternatif kriterler ve

puanlama sistemi ortaya konulmuştur. Yapılan bu çalışmalarda gaz kaçağı faktörü 1 (bir) kabul edilmiştir.



Şekil 2.7 : Risk değerlendirme modeli akış şeması (Muhlbauer, 2004).

Aynı zamanda buradaki dört genel risk parametresi, aynı puanlamaya sahiptir ve tüm hata türleri genel risk parametresi altında eşit olarak ağırlıklandırılmıştır.

2.2.3 Doğal gaz boru hatlarında üçüncü şahıs hasarları

Boru hattı dağıtım firmaları, dış etkenlerin tesislere zarar verme ihtimalini azaltmak için çeşitli önlemler almaktadır. Bu dış etkenlerden olan üçüncü şahıs hasarı, boru hattı dağıtım firması görevli personeli dışında, boru hattıyla ilgili olmayan kişilerin neden olduğu her türlü hasarı ifade etmektedir.

ABD Ulaştırma Bakanlığı (DOT) tarafından yapılan boru hattı kaza istatistikleri, üçüncü şahıs hasarlarının, genel boru hattı arızalarının önde gelen nedeni olduğunu göstermektedir. Uzun dönem istatistiklerde de, yaşanmış olan boru hattı arızalarının yaklaşık % 20 - 40'ı üçüncü şahıs hasarlarına bağlanmaktadır. Bu istatistiklere rağmen, üçüncü şahıs hasarlarının potansiyeli genel boru hattı tehlike değerlendirmesinin en az dikkate alınan yönlerinden biri olmaktadır (DOT, 1988).

Boru hatlarına ait yer üstü tesisler, gömülü bölümlere kıyasla üçüncü şahıslar tarafından araç çarpması ve vandalizm gibi hasarlara maruz kalmaktadır. Avustralya Gaz Güvenlik Ofisi'nin yapmış olduğu bir araştırmada, yer üstünde bulunan tesislerin, kendi özel durumuna bağlı olarak, yer altında bulunanlara göre çok daha fazla risk altında olduğu ifade edilmiştir (Office of Gas Safety, 2002).

Şekil 2.8'de görüleceği üzere doğal gaz dağıtım hattının, şehir giriş istasyonundan başlayıp son kullanıcıya kadar devam eden yer altı ve yer üstü varlıkları gösterilmiştir.



Şekil 2.8 : Kaynaktan kullanıcıya doğal gaz iletim ve dağıtım şebekesi (Türkel, 2015).

Doğal gaz yer üstü varlıklarının türü, sıklığı, yoğunluğu ve karmaşıklığı dış kuvvetlerin zarar verme potansiyelini etkilemektedir. Aynı zamanda, istasyonlara bakım yapan personelin nitelikleri, hava koşulları, aydınlatma, üçüncü şahısların tesislere erişimi, trafik bariyerleri ve güvenlik önlemlerindeki eksiklikler tesislere gelebilecek riskleri arttırmaktadır.

Yer üstü tesislerin bileşenlerine araç çarpma durumu ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Tehdidin seviyesini, araç trafiğinin türü, hacmi ve bu araçların hızı belirlemektedir. Tesislerin çevresindeki araç hareketlerinin mutlaka dikkate alınması gerekmektedir. Trafik tehlikesini, hareketli nesnelerin çokluğu, sıklığı, yönü, kütlesi, hız ve tesislere

olan mesafesi de dâhil olmak üzere çeşitli tehlikeli trafik vakalarının değerlendirilmesi belirlemektedir. Tehlikeli olay potansiyeli, kaza sıklığı, otomobillerin, kamyonların ve çeşitli taşıtların çarpmalarının neden olduğu şiddet ve hasar ile belirlenmektedir.

İstasyon etrafındaki trafik akışının tasarımı, varlığa hasar olasılığının azaltılması için dikkate alınması gereken önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. İşaretlerin, bordürlerin, çelik otokorkulukların kullanımının ve yetkili bakım personelinin denetlenmesi, aynı zamanda tesisin ışıklandırması ve araç dönüş yarıçaplarının dikkate alınması gerekmektedir. Karayoluna daha yakın tesis mesafesi ve trafik kontrollerinin zayıflığı, hasar potansiyelini arttırmaktadır.

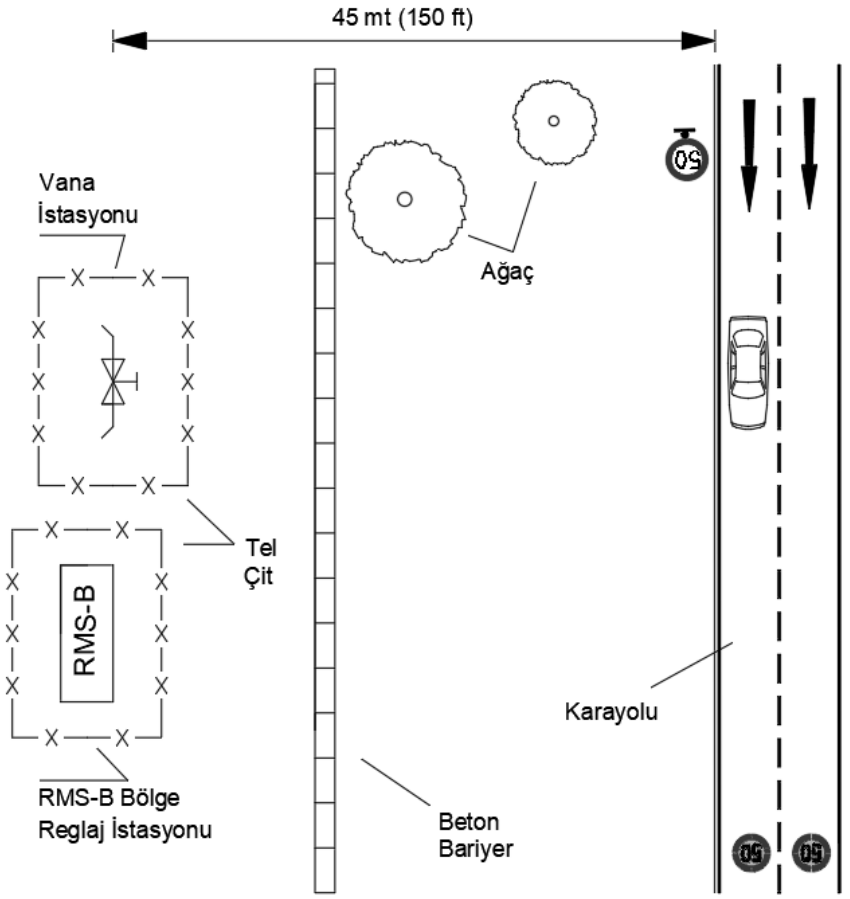
Taşıtların kütlesi ile hızının karesinin çarpımının yarısı, çarpma enerjisi olarak ifade edilmektedir. Çarpma enerjisi sayısal katsayılar ile ifade edilebileceği gibi, düşük, orta ve yüksek gibi mantıksal kategorilere ayrılarak da ifade edilebilmektedir. Kazaların yaşanma sıklığı, benzer şekilde göreceli olarak değerlendirilebilir. Göreceli frekans ölçeklerinin farklı araç tipleri için farklı olabileceğini göz ardı etmemek gerekmektedir. Bir uçak için yüksek frekans saatte iki ya da üç uçak seferi olabileceği gibi, bu durum kamyonlar için –yoğun bir karayolu dikkate alındığında– saatte birkaç yüz sefer olabilmektedir. Her araç türü için, sıklık ve çarpma enerjisine bağlı bir puan verilebileceği değerlendirilmelidir. Birden fazla araç türü için çarpma potansiyeli varsa, bu bir kriter olarak ilave edilmelidir.

Beton duvar veya çelik koruyucu otokorkuluklar gibi koruyucu önlemler alındığında, ilgili aracın çarpma enerjisi azaltılabilecektir. Benzer şekilde, karayoluna mesafe, hendekler, tümsekler ve ağaçlar gibi doğal engeller de buraya dâhil edilmelidir (Muhlbauer, 2004).

Boru hatları risk yönetimi içerisinde, tehlike içeren yol kenarı tesislerinden olan doğal gaz yer üstü varlıklarının güvenlik açıkları Muhlbauer (2004) tarafından yer üstü tesisleri risk parametresi altında değerlendirilmiştir. Aynı zamanda Muhlbauer (2004) risk değerlendirmesini yapan ilgili kurumun, geçmiş deneyim, tecrübe ve bilgi birikimini de değerlendirmeye katması gerektiğini belirtmiştir.

Muhlbauer (2004) tarafından ortaya konulan yöntem ile yer üstü varlıklarının performans ölçümü, belli kriterlere göre puanlama yöntemine dayandırılmıştır. Yüksek puan alan varlık, diğerlerine göre daha güvenli olarak anlamlandırılmıştır.

Yer üstü varlıklarına, trafik etkileri ve vandalizm gibi üçüncü şahısların neden olduğu hasarlara ait riskleri azaltan durumlar için Şekil 2.9'da görüleceği şekilde puanlama yapılmaktadır.



Koruma Parametresi	Puan
Ağaçlar (kısmi)	2
Beton Bariyer	4
Tel Çit	2
Karayoluna Olan Mesafe	0
İşaretler	1
Toplam:	9 puan

Şekil 2.9 : Muhlbauer (2004)'e göre yer üstü tesisleri için koruma parametreleri ve puanlama örneği.

Üçüncü şahıs hasarlarının nedenlerinin araştırılması, bunların en iyi şekilde nasıl engellenebileceği konusunda yol gösterici olabilmektedir. Genel olarak, bir boru hattının yer altı ve yer üstü tesisleri için, üçüncü şahıs hasarlarına karşı duyarlılığı tanımlayan parametreler, tehdidi daha iyi anlamak için değerlendirilerek gruplandırılmıştır.

Yer üstü varlık parametresi 0 – 10 puan arasında değerlendirilmektedir. Çizelge 2.2'de görüldüğü gibi şayet yer üstü varlık yok ise rölatif risk skoruna 10 puan eklenmektedir. Yer üstü varlık var ise 0 puan verilmekte ve oluşabilecek tehlikeleri önleyecek parametrelerden tesisin etrafında var olanlara varlığın toplam risk puanı 10'u geçmemek üzere puan verilmektedir.

Çizelge 2.2 : Muhlbauer (2004)'e göre önerilen koruma parametre puanları.

ÜÇÜNCÜ ŞAHIS HASARLARI - YER ÜSTÜ TESİSLERİ			
Yer Üstü Tesis Yok			**10 Puan**
Yer Üstü Tesis Var			**0 Puan**
			+
PARAMETRE	**TANIMLAMA**		**PUANLAMA**
Karayoluna Yakınlık	Yer Üstü Tesis Karayoluna 60 m'den	Uzak	5 Puan
		Yakın	0 Puan
Tel Çit	Yer Üstü Tesisin Etrafında 1,80 m Yüksekliğinde Tel Çit Koruyucu	Var	2 Puan
		Yok	0 Puan
Koruyucu Çelik Korkuluk	Yer Üstü Tesisin Etrafında min. 4" Çelik Boru	Var	3 Puan
		Yok	0 Puan
Ağaç	Yer Üstü Tesis İle Taşıt Yolu Arasında Ağaç Koruyucu (min. Çap 30 cm)	Var	1 Puan
		Yok	0 Puan
Beton Bariyer	Yer Üstü Tesiste Beton Bariyer Koruyucu	Var	4 Puan
		Yok	0 Puan
Yükseklik Kot Farkı	Yer Üstü Tesiste Yükseklik Kot Farkı (Minimum 1,20 m)	Var	3 Puan
		Yok	0 Puan
İşaret	Yer Üstü Tesiste İşaret Koruyucu ("Dikkat", "Girilmez", "Tehlike", vb.)	Var	1 Puan
		Yok	0 Puan

Muhlbauer (2004) tarafından ortaya konulan bu parametreler önemli bir yaklaşım olmakla birlikte ülkemiz şartlarına uyum sağlamamaktadır. Tel çit'in vandalizmi önlemek dışında, araç çarpmalarını engelleyecek herhangi bir koruma sınıfı bulunmamaktadır. Karayoluna yakınlık parametresinde, tesisin karayoluna 60 m'den uzak yerleri için puan öngörülmektedir, şehirlerimizdeki kaldırım darlığı, kullanımı ve ulaştırma mühendisliğindeki güvenli yol kenarı kavramı da dikkate alındığında bu mesafe ülkemiz şartlarında uygulanamamaktadır. Benzer şekilde trafik etkilerinden tesisi korumak için ortaya konulan çelik otokorkuluk ve beton bariyer parametrelerinin koruma sınıfları bilinmemektedir. Aynı zamanda, tesis ile karayolu arasında bulunan

ağaç türlerinin, çap genişliklerinin ve kök uzunluklarının ne düzeyde koruma sağladığının belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte ağaç köklerinin altyapılara hasar verme ihtimalinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada, yer üstü tesislerine etki eden trafik hacmi ve araç kompozisyonları vb. etkenler, ülkemiz şartlarına uygun olarak ulaştırma mühendisliğine ait parametreler de dikkate alınarak, yaşanan kaza verilerinin ışığında, yeni kritelerler ve bu kriterlere ait risk katsayıları belirlenerek yer üstü tesislerinin risk puanları ortaya çıkartılmıştır.

2.3 Güvenli Yol Kenarı

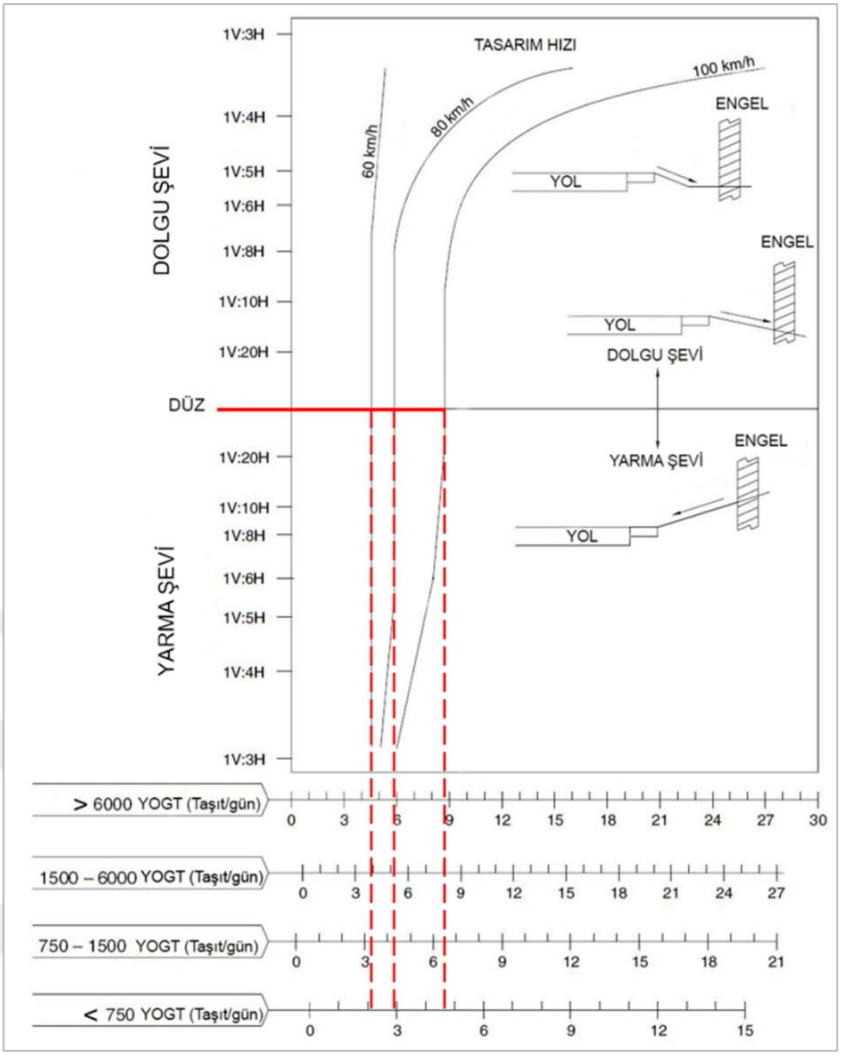
Yoldan istem dışı bir nedenden dolayı ayrılarak yol dışına çıkan bir taşıtın, güzergâhı üzerinde veya yakınındaki herhangi bir cisim, çarpmanın etkisini artıran bir faktör olabilmektedir. Güvenli yol kenarı, çeşitli sebeplerle araç yolunu terk eden taşıtı yeniden güvenli bir şekilde araç yoluna dönmesini ve durmasını sağlayan ya da çarpmanın olası sonuçlarını en az seviyeye indirebilen, aracı geri döndürebilir bir bölge olarak tasarlanmalıdır (AASHTO, 2011, Bölüm 3).

Affedebilen yol kenarı; taşıtın yoldan ayrılma nedenini düşünmeksizin, yol kenarının kapsadığı alanın, çarpışmaya neden olacak sabit nesnelerden arınmış ve devrilmeye neden olmayacak, düze yakın bir eğimde olmasını amaçlamaktadır. Bununla ilgili olarak aşağıdaki maddelere dikkat etmek gerekmektedir:

a) Engelin güvenlik açısından daha uygun pozisyonda bulunacağı bir noktaya taşıyarak yerleştirilmesi gerekmektedir.
b) Çarpan taşıtları tekrar yola yönlendirmek için tasarlanmış otokorkuluk veya çarpma yastıkları ile engel siperlenmelidir.
c) Yukarıdaki alternatiflerin hiçbirisi uygulanamıyorsa muhakkak engel hakkında sürücüler uyarılmalıdır.

Engelsiz yol kenarı bölgesi, yol dışına çıkan taşıtların, tehlikeli sabit nesnelere çarpmasını önlemek ve taşıtların güvenle hareket edebilmesini ve tekrar yola dönebilmesini sağlamak amacıyla tüm yol boyunca sağlanmaya çalışılmalıdır.

Bu çalışmada güvenli yol kenarı genişliği, şehir içi kaldırımlı yollar için hesaplanacağından yarma ve dolgu şevi olmaksızın, düz yol kenarı için hesaplanmıştır. Şekil 2.10'da görüleceği üzere yol hız limitleri 60 km/sa, 80 km/sa, 100 km/sa ve tasarım YOGT'lerine karşılık gelen değerler Çizelge 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.10 : Güvenli yol kenarı uzunluğu (m) (AASHTO, 2006, Bölüm 3).

Çizelge 2.3 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği.

YOGT (Taşıt/gün)	Güvenli Yol Kenarı Genişliği (m)		
	≤ 60 km/h	80 km/h	100 km/h
< 750	2,25	2,9	4,6
750 - 1500	3,3	4,3	6,5
1500 - 6000	4	5,1	8
> 6000	4,5	5,9	8,7

NOT: Yol kenarı düz kabul edildi

Aynı zamanda Çizelge 2.4'te görüleceği üzere AASHTO standardında verilen tabloda taşıt yolunun hız limiti, tasarım YOGT'si ve yol kenarının eğimine karşılık gelen güvenli yol kenarı genişliklerine ait aralıklar verilmiştir.

Çizelge 2.4 : Güvenli yol kenarı genişliği (m) (AASHTO, 2011, Bölüm 3).

Tasarım Hızı (km/sa)	Tasarım YOGT (Taşıt/gün)	Dolgu Şevleri			Dolgu Şevleri		
		1V:6H ya da DÜZ	1V:5H - 1V:4H	1V:3H	1V:3H	1V:5H - 1V:4H	1V:6H ya da DÜZ
≤ 60	≤ 750	2,0 - 3,0	2,0 - 3,0	**	2,0 - 3,0	2,0 - 3,0	2,0 - 3,0
	750 - 1500	3,0 - 3,5	3,5 - 4,5	**	3,0 - 3,5	3,0 - 3,5	3,0 - 3,5
	1500 - 6000	3,5 - 4,5	4,5 - 5,0	**	3,5 - 4,5	3,5 - 4,5	3,5 - 4,5
	> 6000	4,5 - 5,0	5,0 - 5,5	**	4,5 - 5,0	4,5 - 5,0	4,5 - 5,0
70 - 80	≤ 750	3,0 - 3,5	3,5 - 4,5	**	2,5 - 3,0	2,5 - 3,0	3,0 - 3,5
	750 - 1500	4,5 - 5,0	5,0 - 6,0	**	3,0 - 3,5	3,5 - 4,5	4,5 - 5,0
	1500 - 6000	5,0 - 5,5	6,0 - 8,0	**	3,5 - 4,5	4,5 - 5,0	5,0 - 5,5
	> 6000	6,0 - 6,5	7,5 - 8,5	**	4,5 - 5,0	5,5 - 6,0	6,0 - 6,5

Maze ve diğ. (2013) tarafından ABD Iowa eyaletinde kaldırımlarda olması gereken engelsiz bölge genişliği üzerine yapılan bir araştırmada, yol kenarındaki sabit rijit cisim kazalarının diğer kent içi kazalara göre daha tehlikeli olduğu, yapılan çalışmada yol kenarındaki sabit nesne kazalarının % 90'ının 1,50 m'lik engelsiz bölge genişliği içerisinde olduğunu göstermiştir.

Sax ve diğ.'nin (2010) yapmış olduğu araştırmada, 2004 ile 2006 arasındaki yol kenarında bulunan sabit cisimlere çarpma sonucu oluşan ölümlü kazaların tüm şehir içi kazalarının % 15'ini oluşturduğu ifade edilmiştir. ABD'de birçok eyalet AASHTO engelsiz bölge genişliklerini kullanmakla birlikte bazı eyaletler bu mesafeleri arttırmıştır. Yapılan araştırma sonucunda bırakılacak 1,20 ~ 1,50 m arasındaki engelsiz bölge genişliğinin kazaları büyük oranda azaltacağı ifade etmiştir. Aynı zamanda hız, taşıt trafiği vb. değişkenlerin engelsiz bölge ve kaza ilişkisi üzerindeki etkisinin araştırılmasını tavsiye etmiştir.

Turner ve Barnett (1989) tarafından şehir içi yol kenarındaki direklere araç çarpma vakalarına yönelik yapılan analizlerde, şehir içi yol kenarında bulunan direklere araç çarpma vakalarının % 90'ının 3,00 m'lik bölgede meydana geldiğini ve engelsiz bölge genişliği ile kaza sayısı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu ifade edilmiştir (Turner, 1989).

Bir diğer çalışmada, otopark çıkış yolları ile geçiş yollarının kesişiminde kenarlara 3,00 ~ 4,60 m güvenli yol kenarı mesafesi bırakılması önerilmektedir. Garaj yollarından çıkan sürücüler için yol kenarındaki tehlikelerin, görüş hattının dışına yerleştirilmesi ile sürücünün görüş miktarının artacağı ve bu nedenle garaj çıkışlarında yaşanan çarpma hadiselerinin riskini de azaltacağı belirtilmiştir (Jurewicz, 2014).

Kurbun dışında bulunan engellere, diğer noktalara göre daha sık araç çarpmaktadır, bu nedenle en az 1,80 m'lik engelsiz bölgenin bu bölgede uygulanması önemlidir. Kaldırım boşluğu olmayan yollar için kurbun dış kenarında 3,60 m önerilmektedir (Jurewicz, 2014).

AASHTO Yol Kenarı Tasarım Rehberi (2011)'ya göre, kurbun dış kenarına denk gelen bölge için güvenli yol kenarı genişliği, yol ekseninin kurp yarıçapı ve hız limitine bağlı olarak Çizelge 2.5'teki kurp düzeltme faktörü ile çarpılarak düzeltilmesi gerekmektedir.

Çizelge 2.5 : Yatay kurp düzeltme faktörü (K_{cz}) (AASHTO, 2011, Bölüm 3).

Yarıçap (m)	Hız Limiti (km/sa)		
	60	70	80
900	1,1	1,1	1,1
700	1,1	1,1	1,2
600	1,1	1,2	1,2
500	1,1	1,2	1,2
450	1,2	1,2	1,3
400	1,2	1,2	1,3
350	1,2	1,2	1,3
300	1,2	1,3	1,4
250	1,3	1,3	1,4
200	1,3	1,4	1,5
150	1,4	1,5	-
100	1,5	-	-

Denklem 2.3 ile kurbun dış kenarının engelsiz bölge genişliği hesaplanmaktadır. Engelsiz bölge düzeltme faktörü yalnızca kurbun dış kenarı için uygulanmaktadır. Kurp yarıçapı 900 m'den daha fazla ise düzeltme faktörü uygulanmasına gerek bulunmamaktadır.

$$CZ_c = (L_c).(K_{cz}) \tag{2.3}$$

Burada;

CZ_c: Kurbun dış kenarı için engelsiz bölge uzunluğu (m)

L_c: Güvenli yol kenarı genişliği (m)

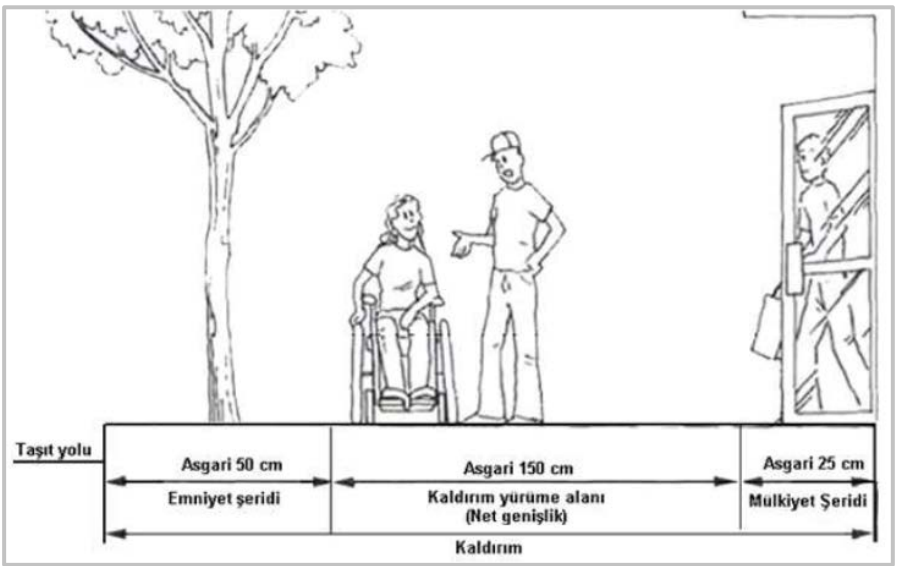
K_{cz}: Kurp düzeltme faktörü (Çizelge 2.5).

2.4 Kaldırım Kullanımı ve Otokorkuluklar Arası Temiz Açıklık

Şehir içi yollarda ve yol kenarlarında yaya trafiği yoğundur ve yaya ulaşımının standartlara uygun bir şekilde sağlanması esastır. Bu nedenle kaldırımlara veya kaldırım kenarlarına yerleştirilecek varlıkların yaya trafiğini ve güvenliğini etkilemeyecek şekilde tesis edilmesinin önemli olduğu belirtilmiştir (Yayla, 2011). Gedizlioğlu (2004) tarafından, yaya kaldırımlarında yayaların kullanım alanlarının yeterli genişlikte olmasının gerekliliği ve bu alanların yol genişletmeleri ve başka sebeplerle darlatılmaması gerektiği ifade edilmiştir (Gedizlioğlu, 2004).

TS 12716'a göre, kaldırım yürüme alanları için 1,50 m net mesafenin sağlanması gerekmekte olup sağlanamadığı durumlarda kaldırımlara kesinlikle otokorkuluk vb. engellerin yerleştirilmemesinin gerektiği ifade edilmiştir. Yaya kaldırımlarına yerleştirilecek otokorkuluk ve engellerin aralarındaki mesafenin en az 1,00 m, en fazla 1,50 m olması gerektiği belirtilmiştir (TSE-TS 12716, 2012), (TRB, 2001).

Şekil 2.11'den de görüleceği üzere TS 12576'da özürlüler dâhil bütün yayaların kaldırımda rahat hareket edebilmeleri için yürüme alanının, iki tekerlekli sandalye kullanıcısının rahatça yan yana geçebilecekleri mesafe olan en az 1,50 m olması gerektiği ifade edilmiştir. Aynı zamanda yaya kaldırımının yol tarafında bordür dâhil en az 50 cm'lik yaya emniyet şeridi, bina tarafında da en az 25 cm'lik mülkiyet şeridinin sağlanması gerektiği belirtilmiştir.



Şekil 2.11 : Yaya kaldırımı asgari genişlik ölçüleri (TSE-TS 12576, 2012).

Tesisi koruyan otokorkuluklar arasındaki temiz açıklığın en fazla 120 cm olması gerektiği belirtilmiştir. İki tekerlekli taşıt gidonlarının, yol kenarındaki otokorkuluklara çarpmaması için de otokorkulukların yol kenarına en fazla 45 cm yaklaştırılması gerekmektedir. Bazı yerel otoriteler engelli bireylerin hareketlerinin kısıtlanmaması için 120 cm'lik temiz açıklığı zorunlu tutmuştur (BSI PAS 69, 2013).

Abu Dhabi kentsel sokak tasarımında, bir yaya için 0,90 – 1,20 m arasında yer ayrılmış olup engelli ulaşımında tekerlekli sandalyeler için 1,10 m açıklık yeterli görülmüştür (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2019).

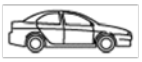
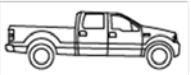
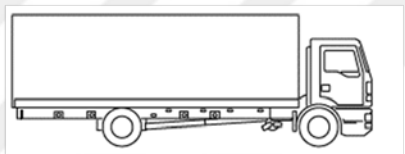
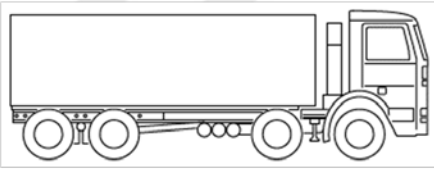
2.5 Şehir İçi Taşıt Hız Limitleri

Trafik güvenliği için sürücünün hız seçimi çok önemli bir faktör olup sürücüler algısal olarak ve/veya yola ait mesajlara göre hızlarını seçmektedirler (AASHTO, Highway Safety Manual, 2010).

AASHTO'ya göre şehir içi arterlerde 30 ~ 75 km/sa arasında hızlara izin verilebileceği belirtilmiştir. Düşük hızların şehir merkezlerinde toplayıcı caddelerde ve merkezi iş alanlarının bulunduğu caddelerde, şehir içi yüksek hızların ise şehir merkezine uzak yerleşim yerlerine giden ana yollarda uygulanabileceği ifade edilmiştir. Şehir merkezine nisbeten nüfus yoğunluğu az olan yerleşim yerlerinde hız sınırlaması yapılarak taşıtların kontrol edilmesinin gerektiği ve şehre girişlerde taşıtların hızlarını azaltabilecekleri önlemlerin alınması ve hız kaynaklı kazaların önüne geçilebilmesinde önemli olduğu belirtilmiştir. Şehir içi yolların tasarımında üst hız limitinin 70 km/sa olmasına özellikle dikkat edilmesi gerektiği ifade edilmiştir (AASHTO, Geometric Design, 2011, Bölüm 2).

Karayolları Trafik Kanunu'na bağlı Karayolları Trafik Yönetmeliği'nce il ve ilçe trafik komisyonlarına, il sınırları içindeki karayollarında maksimum ve minimum hız limitlerinde değişiklik yapma yetkisi verilmiştir (Karayolları Trafik Kanunu, 1983) (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 2010). Karayolları Trafik Yönetmeliğinin 100. maddesinde il ve ilçe trafik komisyonları ile ulaşım koordinasyon merkezlerine şehir içinden geçen bölünmüş devlet ve il yolları ile yüksek kapasiteli belli şartları haiz karayollarında, hız sınırlarını 32 km/sa, şehir içindeki diğer bölünmüş karayollarında ise 20 km/sa'e kadar çıkartma yetkisi verilmiştir. EK F'de görülebileceği üzere İBB Ulaşım Koordinasyon Merkezi tarafından 2015 yılında karar alınarak İstanbul

içerisindeki bazı bölünmüş yol kesimleri için azami hız değerlerini otomobiller ve diğer araçlar için ayrı ayrı olmak üzere arttırılmıştır (UKOME, 2015). Diğer şehir içi yol kesimleri için Şekil 2.12'de verilmiş olan yerleşim yeri içindeki hız limiti geçerlidir.

Araç Cinsi	Uluslararası Araç Sınıfı		Figürü	Araç Ağırlığı (kg)	Hız Limitleri (Yerleşim Yeri İçinde)
Otomobil	M1			1500	
4x4 Pikap	N1G	Çift Kabin		2500	
Tek Sıra Kabinli Ticari Araçlar	N1	Arkadan Çekişli Düz Kasa		3500	
	N2	2 Sabit Akslı		7500	
	N3	2 Sabit Akslı		18000	
	N3	4 Sabit Akslı (damperli)		30000	

Şekil 2.12 : BSI PAS 68:2013'e göre araç cinsi, figürü, ağırlıkları ve yerleşim yeri içinde uymaları gereken hız limitleri (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 2010).

Araç hızı arttıkça sürücünün görüş açısı azalmaktadır. Bu nedenle yüksek hız ile çarpma riski arasında doğru orantı bulunmaktadır. Düşük hız, sürücünün yol uyarılarını daha iyi algılamasını sağlamaktadır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 : Farklı hızlardaki sürücü görüş açıları (Sadik-Khan, 2012).

2.6 Lojistik Regresyon Yöntemi İle Risk Değerlendirmesi

Regresyon yöntemleri, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılan analizlerdir. Lojistik regresyon modeli, sonuç değişkenleri iki veya daha fazla olası değer alan verilerin analizlerinde kullanılmaktadır. Risk durumu

araştırılacak değişken için ilgili sonuç değişkeninde varsa 1 (bir), yoksa 0 (sıfır) kullanılarak ifade edilmektedir. Elde edilen sonuçların grafikte gösterilmesi sonucu tüm noktalar değişkenin yokluğunu (y = 0) veya varlığını (y = 1) gösteren iki paralel çizgiden birine düşmektedir (Hosmer Jr, 2013).

Lojistik regresyon, sonuç değişkenlerinin verilerine göre cevap değişkeninde olması beklenen değerlerin olasılıklarının hesaplandığı ve oluşturulan lojistik modellere göre ortaya çıkacak kriterleri belirlemeyi amaçlayan ve bu kriterler doğrultusunda gruplandırma işlemi yapmaya yardımcı olan bir yöntemdir. Tabiatta bazı olaylar oldu/olmadı, az/çok, evet/hayır, hasta/sağlam ve var/yok vb. biçimde gözlenebilmektedir. Lojistik regresyon analizinde; ikili, sıralı ve isimsel lojistik regresyon olmak üzere üç temel yöntem bulunmaktadır (Özdamar, 2004), (Şerbetçi, A., Özçomak, M.S., 2013).

Bu tez çalışmasında, Özdamar (2004)'ün belirtmiş olduğu lojistik regresyon yöntemlerinden, ikili sonuç değişkeni içeren bağımlı değişkenlerle yapılan ikili lojistik regresyon analizi kullanılmıştır.

Kong ve Yang (2010) tarafından yapılan çalışma ile 2003-2009 yılları arasındaki Çin'deki binek araçların yayalara çarpma hızı ile yayaların yaralanma risk seviyeleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Yayaların yaşı ve araçların çarpma hızı bağımsız değişken olarak kullanılıp, yaya ölümleri ve yaralanma risk verileri ağırlıklı ve ağırlıksız olarak elde edilerek çoklu lojistik regresyon model geliştirilmiştir. Ağırlıklı risk eğrileri ile Çin'deki yaya ölümünün ve yaralanma risklerinin diğer yüksek gelirli ülkelerdekinden daha fazla olduğunu gösteren bulgular elde edilmiştir.

Bir diğer çalışmada ise, Hong Kong Ulaştırma Bakanlığı tarafından tutulan kapsamlı kaza kayıtları üzerinden, trafik kazaları sonucu oluşan yaya kayıpları ve yaralanma risklerine neden olan etkenler araştırılmıştır. İkili lojistik regresyon ile ölüm ve ağır yaralanma olasılığı ile belirlenen risk faktörleri arasındaki ilişkiler açığa çıkartılmıştır (Sze ve Wong, 2007).

Kröyer (2015) tarafından yapılan çalışmada, 2004-2008 yılları arasındaki İsveç kaza verileri kullanılarak, taşıt çarpması ile yaralanan yayaların yaralanma ciddiyeti ile taşıtların ortalama seyahat hızları arasındaki ilişkiyi multinomial lojistik regresyon modeli ile incelenmiştir. Bu inceleme ile 30 km/sa hız limitinin sanıldığı kadar güvenli olmadığı sonucu elde edilmiştir.

2.7 Araç Güvenlik Bariyerler Sistemleri, Uygulamaları ve Şartnameleri

Bariyer sistemleri, yüksek riskli yapıların taşıt kaynaklı tehditlerden korunarak, insanların zarar görmesini engellemek için tasarlanmaktadır. Bariyer sistemleri için en önemli husus, taşıt kaynaklı tehditin büyüklüğüne göre taşıtın penetrasyon mesafesini sağlarken araç içerisindeki emniyet kemeri takılı sürücü ve yolcuların zarar görmesini önleyecek şekilde planlama yapılmasıdır (AASHTO, 1977).

Bariyerler, kaldırım emniyet şerit çizgisine yerleştirilebileceği gibi, bir site veya kampüs içerisinde mülkiyet çizgisinden bağımsız şekilde de yerleştirilebilmektedir. Bariyerler ile hassas yapılar korunurken, kamu alanı içerisindeki hareketliliğinde engellenmemesi ve uygun bir denge sağlanması önemlidir. Aynı zamanda bariyerler şehir içerisinde belirli binaları koruma altına alırken, caddenin mimari görünümüne uygun sokak mobilyası şeklinde de yerleştirilebilmektedir. Kaldırımlardaki bariyer sistemleri, özellikle yayaların yürüme alanını kısıtlamayacak şekilde yerleştirilmelidir. Bariyer türleri, sabit ve hareketli sistemler olmak üzere iki ana kategoriye ayrılabilir (FEMA 430, 2007).

2.7.1 Sabit bariyerler (passive barriers)

Sabit bariyerler konuldukları yere sabitlenerek koruma altına alınan alana araç girişine izin vermemektedir. Ayrıca taşıt yolunun dışında, taşıtların ulaşım kabiliyetini engellemeyecek şekilde yerleştirilmektedir. Sabit bariyerler performans derecesi en yüksekten düşüğe doğru şu şekilde sıralanabilir:

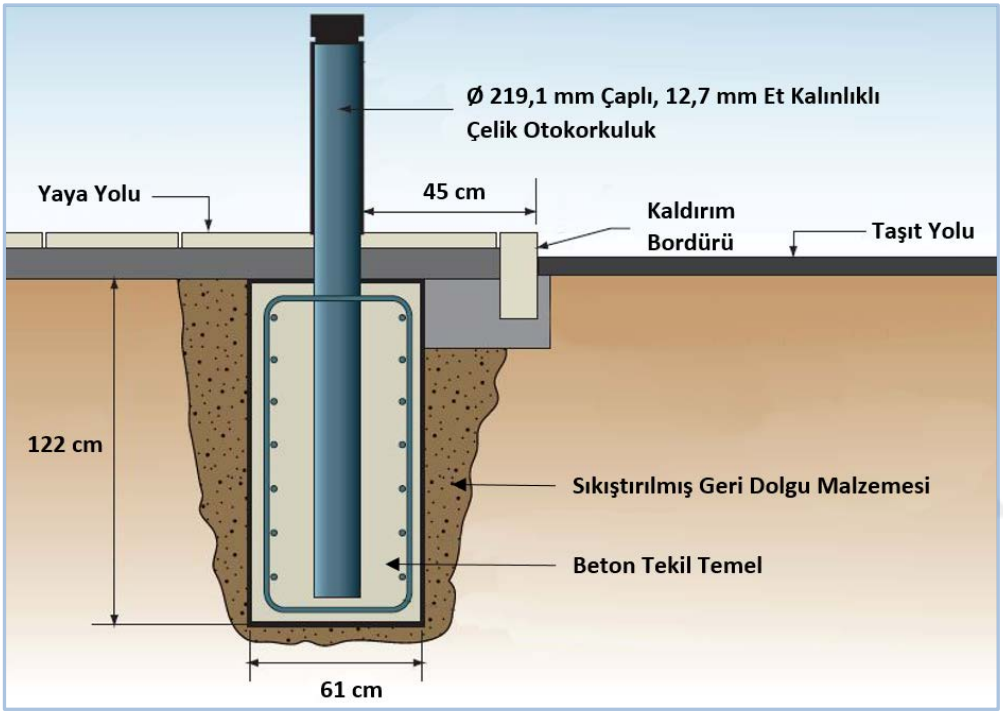
a) Duvarlar, tümsekler
b) Saksı bariyerler
c) Sabit otokorkuluklar, ağır cisimler (büyük taş vb.), güçlendirilmiş şehir mobilyaları ve ağaçlar
d) Hendek ve su kanalları
e) Beton bariyerler
f) Çitler

Bu tez çalışması şehir içerisindeki sabit otokorkulukların performansını incelemeyi de kapsadığından, bu tip otokorkulukların özellikleri ve kullanım alanları ile ilgili detaylı bilgi verilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Sabit otokorkulukların koruma sağlayacağı yere yerleştirilmesinde iki çeşit temel sistemi kullanılmakta olup, ilki tekil temel sabit mantar otokorkuluk sistemi ve diğeri yüzeysel temelli sabit mantar otokorkuluk sistemidir.

2.7.1.1 Sabit mantar otokorkuluk

Sabit mantar otokorkuluklar, araçların geçmesini engelleyen, ancak yayaların ve bisikletlerin girişine izin verecek şekilde yol kenarlarındaki zemine beton bir temel içerisine yerleştirilmiş çelik borudan oluşmaktadır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 : Sabit otokorkuluk, FEMA 430 (2007), Şekil 4.17'den uyarlanmıştır.

Tehlike içeren yol kenarındaki tesisi, taşıt çarpmalarına karşı koruyarak, insanların güvenliği için en güvenli bariyer tiplerinden bir tanesi sabit mantar otokorkuluktur. Şehir içinde bu sistemin tercih edilmesinin en önemli nedeni tesise tehlikeli bir şekilde zarar verip patlama, yangın gibi olaylara sebep olarak insanların zarar görmesini önlemektir. Aynı zamanda yayaların yol kenarında ve kaldırımlarda rahat hareket etmelerine imkân tanımasıdır (Şekil 2.15). Burada en önemli husus otokorkuluk tasarımının yanında temel sisteminin gelen enerjiyi sönümleyecek taşıma kapasitesine sahip olmasıdır.



Şekil 2.15 : Beton temelli sabit mantar otokorkuluk uygulaması (URL-3).

2.7.1.2 Yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk

Yüzeysel mütemadi temel sistemli otokorkuluklar, PAS 69:2013'e göre en fazla 50 cm derinlikteki beton temel içerisine, özel tasarlanmış taşıyıcı profil sitemlerinin mütemadi olarak yerleştirilmesi ile inşa edilmektedir. Yüzeysel mütemadi temel sistemine sahip sabit mantar otokorkulukların şehir içerisinde yol kenarında bulunan diğer altyapı tesislerine (elektrik, su, fiberoptik vb.) zarar vermeyecek temel derinliğine sahip olması büyük bir avantajdır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 : Yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk uygulaması (KARCO Engineering, 2005).

2.7.2 Hareketli bariyerler (active barriers)

Hareketli bariyer sistemleri, kontrollü araç geçişine imkân sağlayan bir bariyer sistemidir. Kritik tesislere, otoparklara, sitelere vb. alanlara taşıtların kontrollü giriş ve çıkışlarını sağlayan, tesislerin koruma güvenlik ihtiyacına göre farklılık gösteren hareketli bariyer çeşitleri aşağıda verilmiştir (FEMA 430, 2007).

a) Hidrolik mantar bariyer (retractable bollards)
b) Hidrolik blok bariyer (road blocker)(rising wedge barriers)
c) Kollu bariyer (drop arm crash beams)
d) Perde bariyer (crash gates)
e) Yüzey montaj blok bariyer (road blocker) (surface-mounted rotating plates)

2.7.3 Araç güvenlik bariyer sistemlerinde çarpma test şartnameleri

BSI PAS 68 ve ISO IWA 14-1 ve gibi test metotları, araç çarpma test kriterleri standartlarca belirlenmiş, terör tehditleri oluşturabilecek taşıtlara karşı kritik ulusal altyapı ve üstyapıları korumak için tasarlanmış olan araç güvenlik bariyerlerinin (VSB) test edilmesi için oluşturulmuştur (BSI PAS 170-1, 2017). Bu standartlar çarpma sonucu güvenlik bariyeri ve temelinin performansını değerlendirmek için oluşturulmuş uluslararası geçerliliği olan şartnamelerdir.

2.7.3.1 BSI PAS 68:2013 araç güvenlik bariyeri çarpma test şartnamesi

PAS 68, araç güvenlik bariyer (VSB) sistemlerinde çarpma direncinin seviyesini belirlemek için hazırlanmıştır. Bir çarpma sonucu araç güvenlik bariyerlerinin ve bunların sabitlendiği temellerin performansını sınıflandırmak için kullanılmaktadır. Hâlihazırda farklı işlev ve şekillerde kullanımda olan ve geliştirilen birçok araç güvenlik bariyer sistemleri mevcut olup, performanslarının karşılaştırılması gerekmektedir. Bu şartname ile uyulması gereken çarpma test yöntemleri, toleransları, test araçlarının sınıf ve araç performans kriterleri tanımlanmaktadır.

PAS 68, araç güvenlik bariyer sistemlerinin performans sınıflandırması için iki test yöntemi belirtmektedir:

a) Araç çarpma yöntemi
b) Sonlu elemanlar analizi kullanımını içeren tasarım yöntemi

Test için kullanılacak araç, modifiye edilmemiş şasiye sahip, yük taşıma özelliği ve ön yapısı bulunan mevcut trafikteki araçları temsil etmesi gerekmektedir. Test aracının kütlesine, dengeleme kütlesi hariç olmak üzere, üreticinin standart ekipmanı, araçta bulunan motor yağı, soğutucu suyu ve minimum yakıt miktarı dâhil edilmektedir.

Test aracının çarpma hızı, çarpma noktasına 8,00 metre ya da daha az mesafede yaklaşma güzergâhı boyunca ölçülmesi gerekmektedir.

Araç çarpma testi kapsamında araç güvenlik bariyerlerinin, performans sınıflandırması Çizelge 2.6'da görüleceği üzere yedi bölümlü bir sınıflandırma cinsinden ifade edilmektedir.

Çizelge 2.6 : Araç çarpma testi, performans sınıflandırması – (BSI PAS 68, 2013), (BSI PAS 170-1, 2017).

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	VSB sistem tipi	**V**	**Test aracı kütlesi**	**Tets hızı**	**Çarpma açısı**	**Araç penetrasyonu**	**Büyük enkazın saçılımı**
			kg	**km/sa**	**°**	**m**	**m**
Örnek:	PAS 68:2013 Sabit Baba	V	4- veya 5-haneli araç kütle ve test aracı sınıflandırması	2- veya 3-haneli çarpma hızı	5^o aralıklarla 0^o ile 90^o arasında herhangi bir açı	penetrasyon X.X olarak 1 ondalıklı basamak olarak ifade edilir.	enkazın saçılma mesafesi Y.Y olarak 1 ondalıklı basamak olarak ifade edilir.

	2	
NOT:	**V**	Çarpma Testi - Gerçek araç çarpma testi, tekrarlanabilir bilimsel koşullara göre test edilmiştir.
	F	Sonlu Elemanlar Analizi(FEA) ile bilgisayar simülasyonu veya tasarım metodu (doğrulama kütlesi kontrol edilmelidir)
	P	Sarkaç(pendulum) test ağırlığı, araç çarpma testi yerine sabit korkuluklar için kullanılmaktadır(Bu test yöntemi PAS 68'den kaldırılmıştır ve PAS 170-1 Araç güvenlik bariyeri-Taşıt dışı düşük enerji çarpma testi standardının bir bölümüdür)

Çizelge 2.6'da ifade edilen performans sınıflarına örnek olarak;

PAS 68:2013 Sabit otokorkuluk V/1500(M1)/48/90:1,7/5,2'nin anlamı:

1) Sabit otokorkuluk olduğu ifade edilmektedir
2) Araç çarpma yöntemi kullanılarak test edilmiştir
3) 1500 kg'lık bir otomobilin çarpmasına karşı dayanıklıdır
4) Çarpma hızı 48 km/sa'dır
5) Korkuluğun ön yüzüne 90^o'lik açıyla çarpmıştır
6) Araç penetrasyonu, korkuluğun arka yüzünün orijinal pozisyonunun 1,70 m ötesine geçmiştir

7) Büyük enkazlar, korkuluğun arka yüzünün orijinal pozisyonunun 5,20 m'den daha fazla olmayacağı yerlerdedir

Farklı sınıftaki test araçlarının, belirli hızlarda çarpması sonucu ortaya çıkan enerji değerleri Çizelge 2.7'de görülmektedir.

Çizelge 2.7 : Araç çarpma enerji değerleri (kJ) (BSI PAS 68, 2013).

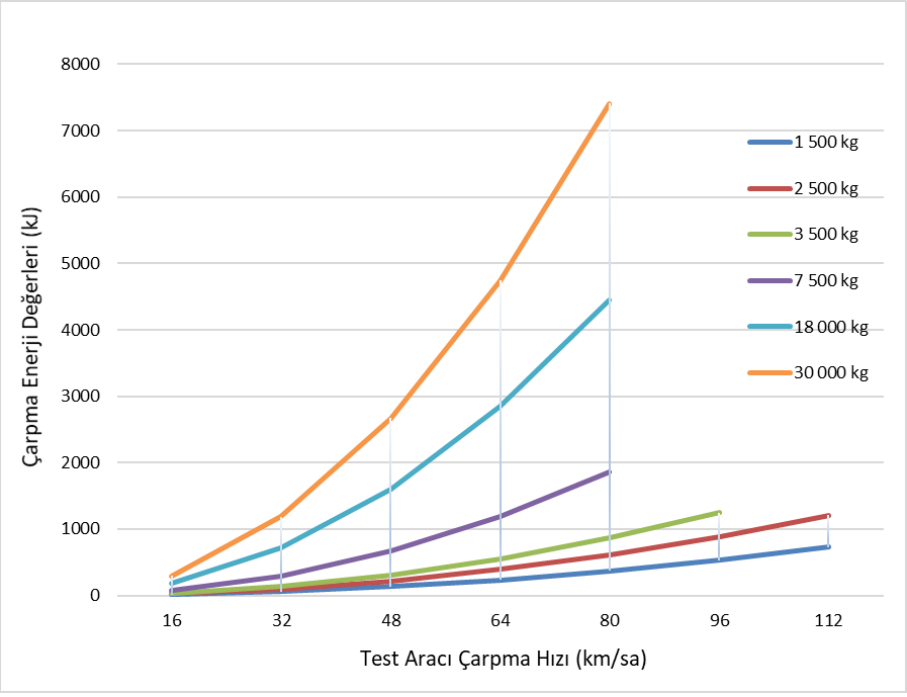
UNECE araç sınıfı	**M1**	**N1G**	**N1**	**N2**	**N3**	**N3**
Test aracı çarpma hızı			**Test aracının kütlesi**			
km/sa			**kg**			
	1 500	**2 500**	**3 500**	**7 500**	**7 500**	**30 000**
16	15	25	35	74	74	296
32	59	99	138	296	296	1 185
48	133	222	311	667	667	2 667
64	237	395	553	1 185	1 185	4 741
80	370	617	864	1 852	1 852	7 407
96	533	889	1 244			
112	726	1 210				

NOT 1 Araç hızları en yakın tamsayı değerine yuvarlanmıştır.

NOT 2 Tabloyu kullanarak taşıt güvenlik bariyeri(VSB-Vehicle Security Barriers) sistemleri tasarlanırken, taşıt sınıfları arasında enerji değerleri devredilemez ve seçilen çarpma hızları ya yakın olmalıdır ya da birden fazla hız ile ayrılmamalıdır.

NOT 3 UNECE(United Nations Economic Commission for Europe-Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu)

Farklı kütleli test araçlarının, farklı çarpma hızlarında ortaya çıkan çarpma enerji değerlerinin grafiksel görünümü Şekil 2.17'deki gibidir.



Şekil 2.17 : BSI PAS 68:2013 farklı kütleli araçlara ait çarpma hız ve enerji grafiği.

Araç kütlesi ve çarpma hızı kombinasyonu olarak, Çizelge 2.8'de belirtilen kombinasyonlardan biri seçilmelidir.

Çizelge 2.8 : Araç çarpma test kriterleri (BSI PAS 68, 2013).

Test Araç Sınıfı			**Test Sınıfı kg-km/sa**	**Test Hızı km/sa**	**Çarpma Açısı (^{o}) ($\pm 2^o$)**
Otomobil		M1	1 500-16	16 ±2	5^o aralıklarla 0^o ile 90^o arasında
			1 500-32	32 ±2	
			1 500-48	48 ±3	
			1 500-64	64 ±3	
			1 500-80	80 ±5	
			1 500-96	96 ±5	
			1 500-112	112 ±5	
4x4 Pikap (çift kabin)		N1G	2 500-16	16 ±2	5^o aralıklarla 0^o ile 90^o arasında
			2 500-32	32 ±2	
			2 500-48	48 ±3	
			2 500-64	64 ±3	
			2 500-80	80 ±5	
			2 500-96	96 ±5	
			2 500-112	112 ±5	
Tek Sıra Kabinli Ticari Araçlar	3 500 kg düz kasa (Arkadan Çekişli)	N1	3 500-16	16 ±2	5^o aralıklarla 0^o ile 90^o arasında
			3 500-32	32 ±2	
			3 500-48	48 ±3	
			3 500-64	64 ±3	
			3 500-80	80 ±5	
			3 500-96	96 ±5	
	7 500 kg 2 sabit akslı	N2	7 500-16	16 ±2	5^o aralıklarla 0^o ile 90^o arasında
			7 500-32	32 ±2	
			7 500-48	48 ±3	
			7 500-64	64 ±3	
	18 000 kg 2 sabit akslı	N3	7 500-16	16 ±2	5^o aralıklarla 0^o ile 90^o arasında
			7 500-32	32 ±2	
			7 500-48	48 ±3	
			7 500-64	64 ±3	
			7 500-80	80 ±5	
	32 000 kg 4 sabit akslı	N3	30 000-16	16 ±2	5^o aralıklarla 0^o ile 90^o arasında
			30 000-32	32 ±2	
			30 000-48	48 ±3	
			30 000-64	64 ±3	
			30 000-80	80 ±5	
NOT 1	km/sa cinsinden araç hızları en yakın tamsayı değerine yuvarlandı				
NOT 2	N2 test aracı sadece 64 km/sa hıza kadar olan darbeler için kabul edilebilir. Bunun nedeni, çarpışma anında, aracın ana modifikasyonları olmaksızın, balastın yük yatağına sabit kalmasını sağlamaya yönelik bir yetersizliktir.				

Test sonrası araç güvenlik bariyer sisteminin hasar görmesi durumu ölçülmelidir. Otokorkulukların ve/veya temelinin hareketleri işlenmelidir. Zemin yüzeyinin 600 mm üzerindeki maksimum yatay deplasman miktarı kaydedilmelidir.

Şayet birden fazla çarpma açısına göre test yapılacaksa, çarpma testi yeni test öğeleri ile belirtilen yön için tekrarlanmalıdır.

Test aracı, mevcut trafikteki araçları temsil etmektedir. Çarpacak araca ait kriterler Çizelge 2.9'da belirtilen şartlardan birine uygun olmalıdır. Test araçlarının yaşı, M1, N1G, N1, N2 ve N3 (18.000 kg) araç tipleri için 10 yaşından büyük ve N3 (30.000 kg) araç tipi için 15 yıldan fazla olmamalıdır.

Çizelge 2.9 : Araç çarpma yöntemi: test aracı şartnamesi (BSI PAS 68, 2013).

UNECE uluslararası araç sınıfı	**M1**	**N1G**	**N1**	**N2**	**N3**	**N3**
Test aracının tipi	Otomobil	4x4 Pikap (çift kabin)	Tek Sıra Kabinli Ticari Araçlar			
			3 500 kg düz kasa (arkadan Çekişli)	7 500 kg 2 sabit akslı	18 000 kg 2 sabit akslı	32 000 kg 4 sabit akslı (damperli)
Nominal test aracı kütlesi (kg)	1500	2500	3500	7500	7500	30000
Minimum yüksüz kütle (kg)	1234	1620	1675	3575	6100	10500
Maksimum denge ağırlığı (kg)	266	880	1825	3925	1400	19500
Test aracının atalet kütlesi (kg)	1500	2500	3500	7500	7500	30000
Tolerans (kg)	±50	±50	±100	±150	±150	±600
Toplam Araç Uzunluğu (mm)	4500	4900	6200	7612	9557	10240
Tolerans (mm)	±360	±320	±380	±1522	±1911	±500
Dingil mesafesi(mm) (en uç akslar arası)	2700	2900	3805	4310	5907	6500
Tolerans (mm)	±540	±580	±710	±830	±1250	±200

2.7.3.2 BSI PAS 69:2013 araç güvenlik bariyer sistemlerinin seçimi, montajı ve kullanım kılavuzu

Bu kılavuz ile araç güvenlik bariyerler (VSB) sistemlerinin uygulayıcılar tarafından taşıt kaynaklı tehdidin büyüklüğüne göre en uygununun seçilmesi ve uygulanması için kullanılması amaçlanmıştır. Aynı zamanda güvenlik uzmanları tarafından önerilen her bir VSB sisteminin tasarım ve uygulanabilirliğini analiz etmek ve karşılaştırmak için kullanılabilmektedir.

Pasif VSB sistemleri şunlardır

a) Toprak işleri ile yapılanlar (Hendek, tümsek vb.)
b) Otokorkuluklar (Sabit mantar bariyer, w-kiriş, beton bariyerler vb.)
c) Saksı bariyerler

d) Entegre cadde oturakları (Banklar, duvarlar, korkuluklar vb.)
e) Çelik halatlı bariyer
f) Hareketli bariyer sistemleri

Koruma altına alınacak alanın çevresi bir hendek, bir tümsek veya bunların beraber kullanılması gibi doğal olarak oluşturulan engeller ile de korunabilmektedir. Bu tip çözümler VSB'nin temel sistemi için altyapı engeli sebebiyle kazı yapılamadığı durumlarda, maliyet kısıtları sebebiyle, bariyer malzemesi bulunmadığında veya yapılacak korumanın mimari olarak doğal çevre ile bütünleşmesi istendiğinde tercih edilmektedir. Tümseklerin yüksekliği yer seviyesinden itibaren minimum 1,25 metre olmalıdır.

PAS 69'a göre ağaçların araç çarpmaları karşısında bir bariyerin performansını göstermemesinden dolayı bir VSB olarak kullanılması tavsiye edilmemiştir. Ağacın bariyer olarak kullanılması zorunluluk olması halinde ağacın sağlığı, ağaç köklerinin derinliği ve köklerin etrafındaki zemin koşullarının durumu, ağaç dallarının kısa olmasının sağlanması gibi hususlara dikkat edilmelidir.

Bir VSB sisteminin seçilebilmesi için;

a) Korunacak varlığın değerlendirilmesi gerekmektedir. Korunacak varlık tanımlanmalı ve faaliyet alanına, hasar ve kayıpların sonuçlarına göre öncelik verilmesi gerekmektedir. Bir araç çarpması sonrası, kişisel yaralanma ve can kayıpları, varlığı onarmak veya değiştirmek için gerekli olan maliyetler, hizmetteki kesintinin etkileri, hizmet alanların güvenilirliğinin ve itibarının azalması gibi durumlar değerlendirilmelidir. Bu bilgiler ışığında VSB sisteminin seçimi ve konumlandırılması yapılmalıdır.
b) Muhtemel çarpma yaşanabilecek aracın tip veya sınıfı, boyutlarının belirlenmesi ve çarpma sonrası patlamanın etkilerinin değerlendirilmesi, VSB sisteminin seçim ve uygulanmasında farklı tercihlere neden olacaktır.
c) Korunacak alanın değerlendirilmesi,
d) Araç geçiş yerlerinin tasarım ve yönetim gereklilikleri,
e) VSB sisteminden istenen performansın elde edilebilmesi için trafik kompozisyonunun, hacminin, araç türlerinin ve yol hızının bilinmesi önemli olacaktır.

f) VSB'lerin yerleştirilmesinde, araç geçişini engellemesinin yanında çevresi ile sorunsuzca bütünleşmesine dikkat edilmelidir. Bir VSB için en önemli hususlardan biriside temel derinliği olup araç çarpması sonucu devrilmemesi gerekmektedir. Temel sistemi seçilirken, yer altı engellerinin varlığı önem kazanmaktadır. Sahanın durumuna göre derin temel, yüzeysel temel veya yüzeye monte bir VSB sistemi ile gerekli performans seviyesini sağlayabildiği sistemin tercih edilmesi önem kazanmaktadır.
g) VSB sisteminin üretim kalitesi, malzeme tedarik edilebilirliği, ekipman maliyetleri gibi hususlardaki tedarik stratejisi de önemlidir.

2.8 Trafiği Sakinleştirmeye Yönelik Tedbirler

Şehir içerisinde trafiği sakinleştirici yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı parabolik ve trapez kesitli tümseklerdir (Kaygısız, 2012). Araçların hızlarını ayarlayabilmesi için yola girişten itibaren ilk tümseğin 20 metre sonra olması, tümseğin genişliğinin araçların dingil mesafesine bağlı olarak 3,6 m - 3,8 m olması, tümseğin, yüksekliğinin 7,5 cm - 10 cm arasında olması, yapılacağı yolun kaplama maddesi ile aynı cinsten olması, bordürden bordüre kadar olması, asfalt yollarda yapıldığında mastik asfalt kullanılması önem arz etmektedir. Sürücüler tarafından görülebilmesi için beyaz renge boyanması ve tümseklerin yapımında yol sathında biriken yağmur sularının kolayca drenaj edilebilmesi için tedbir alınması gerekmektedir (TSE-TS 6283, 1988).

Bilgin (2012)'e göre taşıtların hızını sakinleştirmek için tek platformlu bir çözüm istendiği takdirde, koruma altına alınacak noktaya yaklaşımda 10 ~ 15 metre mesafede trapez kesitli (düz tepeli) bir hız kesici platform tesis edilmesi gerekmektedir. Tesis edilecek trapez kesitli platformun yüksekliği 7,50 cm, düz tepe uzunluğu 3,70 m, rampa eğimi 1:12, giriş ve çıkış rampası uzunlukları 0,90 m ve böylece toplam uzunluğu 5,50 m olarak tesis edilebilmesinin uygun olacağı belirtilmiştir (Bilgin, 2012).

Bilgin (2012) tarafından ortaya konulan diğer bir alternatif ise koruma altına alınacak noktaya 50 m mesafe uzaklıkta olan ve yukarıda ölçüleri verilen trapez kesitli platform kullanılabileceği, ayrıca tesise 10 m mesafede ise yüksekliği 7,50 cm, toplam uzunluğu 3,70 m olan dairesel ya da parabolik kesitli hız kesici platformun tesis edilmesi ve

platformun farkedilmesi için beyaza boyanması, ayrıca öncesinde uyarı işareti konulmasıdır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18 : Solda parabolik, sağda ise trapez kesitli platform görüntüsü.

2.9 Sayısal Modelleme

Risk parametreleri ve katsayılarının belirlenmesinden sonra, malzeme limitlerinin ve çarpma sonrasında oluşan araç penetrasyonlarının miktarı ve standartlara uygunluğunun tahmin edilebilmesi için Sonlu Eleman Modelleri geliştirilmiştir. Bu çalışmadaki tüm sayısal modeller, LS-DYNA Akademik ile doğrusal olmayan açık dinamik FE kullanılarak çözülmüş ve sonuçlar LS-PrePost ile görüntülenmiştir (LSTC, 2014), (Hallquist, 2006).

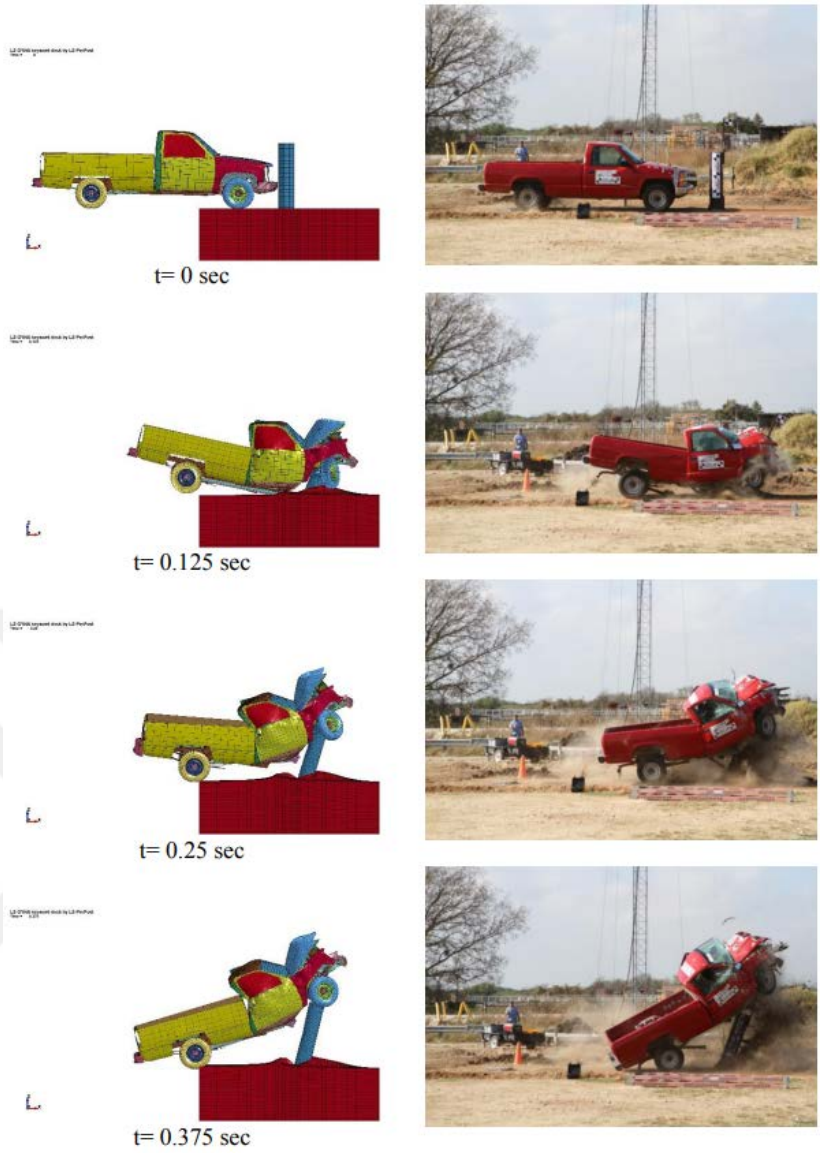
Amerika Birleşik Devletleri FHWA/NHTSA Ulusal Çarpışma Analiz Merkezi tarafından desteklenerek geliştirilen LS-DYNA programı, yaşanan kazaların çarpma etkilerinin dinamik sonlu eleman analizleri ile çarpışma performanslarının değerlendirilmesi için yeni olanaklar oluşturmuştur. Otomobil kazalarının modellenmesi ve simülasyonu önemli ölçüde geliştirilmiş ve bu özellik ile yol kenarındaki nesnelerin performansını modelleme ve analiz etme imkânını araştırmacılara vermiştir (Eskandarian, 1997). Yol kenarı otokorkuluk sistemlerinin tam ölçekli çarpma testleri çok maliyetli bir işlem olması sebebiyle dinamik sonlu eleman analizleri sayesinde tasarımın hızlı, güvenilir ve gerçek testlere göre daha ucuz maliyetlerle performansı ölçülebilmektedir (Whitworth, H. A., Bendidi, R., Marzougui, D., & Reiss, R, 2004). Sonlu eleman analizlerinin ilerleyen yıllarda uygun maliyetli çözümler sunması ile yol kenarı güvenlik elemanlarının analizinde önemli bir noktaya gelmesi beklenmektedir (Atahan, 2010)

Asadollahi (2015) tarafından yapılan çalışmada, ASTM F2656 şartnamesine göre belirli bir hız ve kütledeki bir kamyonun çarpması sonucu bariyer davranışını tahmin etmek için geliştirdiği metodolojide yumuşak kum ile sert kil zemine karşılık gelen

basınç ölçer sınır basınçları için bariyerin performansını arttıracak derinlikler üzerinde çalışılmış ve 1,00, 1,50 ve 2,00 m gibi farklı temel derinliklerinin optimum derinlik değeri hesaplanmıştır. Optimum temel derinliğinde toprağın düşük ve yüksek mukavemetli olmasının bariyerin dinamik penetrasyon performansını etkilemediği ifade edilmiştir. Aynı zamanda 1,00 ~ 2,00 m arasındaki temel derinliği değişikliği ve otokorkuluklar arası temiz açıklık ile otokorkuluk çapının birbirine olan oranını, 10 – 30 arasında değişen miktarları M50 (6800 kg kamyon – 80 km/sa) ve PU60 (2300 kg pikup – 100 km/sa) ile tam ölçekli çarpma analizi ve LS-DYNA programı ile simülasyonları yapılarak değerlendirilmiş ve çıkan sonuçlar istatistiki olarak olasılık ve kümülatif dağılım fonksiyonları kullanılarak yorumlanmıştır. Bu çalışma ile çarpma enerjisine maruz kalan bariyer ile toprak arasındaki ilişkinin performansı ölçülmüştür. Aynı zamanda bu çalışmada ortaya konulan deterministik yaklaşıma ait yöntemin uygulanmasında, yapılan tasarıma ilişkin başarısızlık olasılığı için güvenilirlik analizi yapılmış ve model parametreleri için yeterli miktarda veri aralığı kullanılarak tasarımın uygunluğu hakkında olasılık dağılımının önemi ortaya konulmuştur. Diğer taraftan yapılacak yeni çarpma analiz çalışmalarda toprak ve bariyerin gömülü kısmı arasındaki etkileşimin incelenmesinde güvenli bir sonuç alınabilmesi için LS-DYNA'da analizi yapılacak sayısal modelde toprağın SPH ile modellenmesi tavsiye edilmiştir. SPH modelin, bu tarz büyük deformasyon davranışlarının elde edilmesinde doğru sonuç verdiği düşünülmüştür (Asadollahi Pajouh, 2015).

Yine yapılan başka bir çalışmada Mirdamadi (2014), gevşek kum, yumuşak kil ve sert kil zeminlerde çelik kazıkların davranışını incelemiştir. Çeşitli araçlar ile tam ölçekli araç testleri yapmıştır (Şekil 2.19).

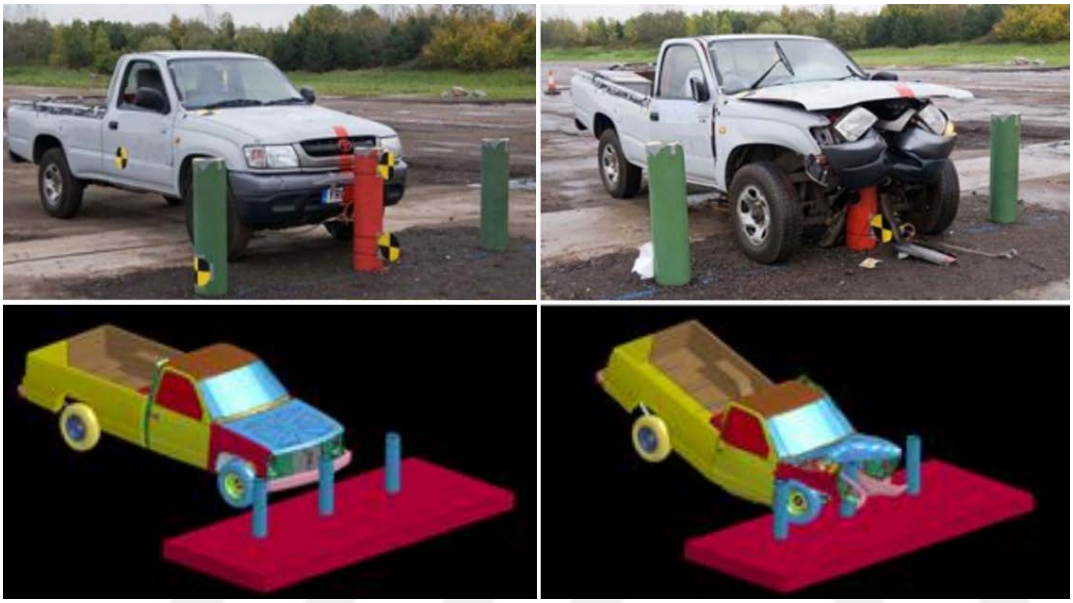
Şekil 2.19'da görüleceği gibi sert kil zeminde bulunan çelik boruya pikapın 90 derece açı ile 97,2 km/sa hızla çarpması ve LS-DYNA simülasyonu ile yapılan analizlerinin sonuçları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Zemin özelliklerinin kalibrasyonu için yapılan bu karşılaştırmada elde edilen doğrulanmış korelasyonlar kullanılmıştır. SE modelini kalibre etmek için PU60 ve M50 testleri için bir dizi simülasyon yapılarak LS-DYNA model kalibrasyonunda, düz zemindeki kazık öteleme ve eğilme momenti kullanılmıştır (Mirdamadi, 2014).



Şekil 2.19 : ASTM 2656 PU60 - tam ölçekli çarpma ve LS-DYNA sonlu eleman simülasyonu.

Hu ve diğ. (2014), yüzeysel mütemadi temel sistemli K4 koruma seviyeli sabit mantar otokorkuluk sisteminin maruz kaldığı taşıt etkisini sayısal olarak incelemiştir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen sonlu eleman modeli farklı ağırlıktaki araç modellerini, faklı malzemeler ile analiz etmiştir. Modelin doğrulamasını, daha önce yapılmış olan tam ölçekli çarpışma testlerinin sonuçlarına dayanarak yapmıştır. Doğrulanmış model üzerinden ortogonal tasarım ile 72 simülasyon yapılmış ve sayısal analizlerin sonucunda, otokorkuluğun deformasyon miktarının ölçüldüğü H_{min} değeri üzerinde otokorkuluğun çapı, yerden yüksekliği ve çelik borunun mukavemetinin önemli etkisinin olduğu sonucuna varmıştır.

Tay ve diğ. (2012) tarafından yapılan çalışmada, iki farklı temele sahip sabit otokorkuluk sistemi, tam ölçekli çarpma testleri ve LS-DYNA simülasyon analizlerinin karşılaştırılması sonucu simülasyonların doğrulanması yapılmış ve tam ölçekli araç çarpma test imkanı bulunamadığı durumlarda, analiz modelinin bariyerlerin performansının ölçülmesinde kullanılmasının uygun olacağı belirtilmiştir (Şekil 2.20), (Şekil 2.21).



Şekil 2.20 : Yüzeysel mütemadi temel sistemli otokorkuluk, tam ölçekli çarpma ve LS-DYNA sonlu eleman simülasyonu.



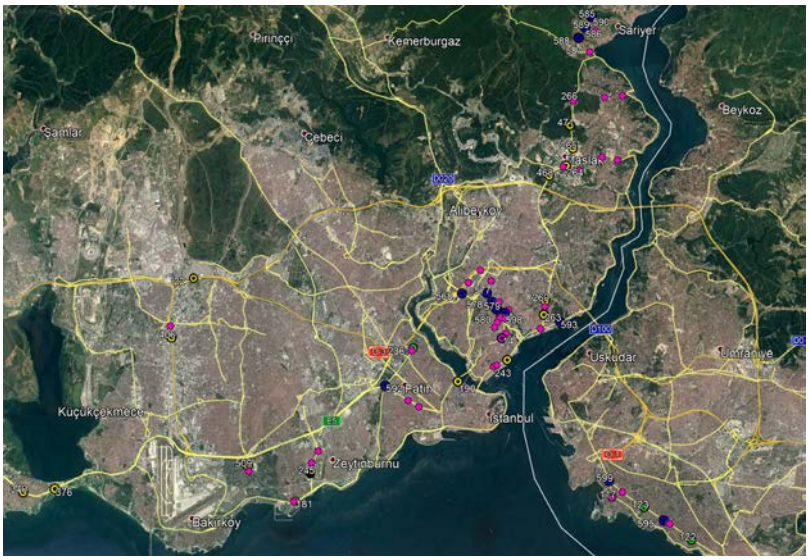
Şekil 2.21 : Yüzeyden montajlı otokorkuluk sistemi, tam ölçekli çarpma ve LS-DYNA sonlu eleman simülasyonu.

3. RMS-B ŞEHİR İÇİ BÖLGE REGLAJ İSTASYONLARININ İSTANBUL ÖRNEĞİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

İstanbul'da 2018 yılı itibariyle 820 adet RMS-B şehir içi doğal gaz reglaj istasyonu bulunmaktadır. Bu çalışmanın başladığı dönemde 768 adet RMS-B istasyonu bulunduğundan, çalışma bu istasyonlara ait veriler üzerinden yapılmıştır.

3.1 Veri Toplama Yöntemi

Risk kriterlerinin belirlenmesi için öncelikli olarak elde bulunan kaza tutanaklarına göre kaza geçirmiş 23 adet RMS-B istasyonu dikkate alınmıştır. Tüm şehrin çeşitli noktalarında ve ana arterlerde İBB Ulaşım Daire Başkanlığı Trafik Müdürlüğü tarafından trafik sensörleri ile takip edilmekte olan ulaşım güzergâhları ile bu güzergâhlar boyunca yol kenarlarında trafik etkilerine maruz kalabilecek RMS-B istasyonlarının lokasyonları örtüştürülmüştür. Trafik sensörleri ile ortak ulaşım güzergâhlarında 44 adet RMS-B istasyonu bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1). Ortak yol güzergâhlarındaki taşıt sayıları ve ortalama hızları birer saatlik ham veri olarak alınmış güzergâhlara göre ortalama hız ve YOGT'lerin bulunması için kullanılmıştır (EK A).



Şekil 3.1 : Ana arter güzergâhlarında İBB trafik sensörleri ile örtüşen RMS-B şehir içi bölge reglaj istasyonlarının konumları (Google Earth, 2018).

Bu istasyonlara ek olarak trafik etkisine maruz kalma açısından risksiz sayılabilecek ve sadece resmi kurumlara ait hafif sınıfta araçların olduğu Büyükada, Heybeliada ve Burgazada'da bulunan 3 adet istasyon uç örnekler olarak çalışmaya dâhil edilmiştir. Kentin diğer bölümlerinde özellikle trafik yoğunluğu fazla olan ana arter, cadde ve sokak kenarlarında ve bunların kesişim noktalarında bulunan 102 adet istasyon ayrıca çalışmaya dâhil edilmiştir. Risk kriterlerinin belirlenmesi, mevcut durumun analizi ve yeni tasarım için gerekli olan kriterlerin ortaya konulması için yapılan saha çalışması ile kentin çeşitli noktalarındaki toplam 172 adet RMS-B istasyonu gezilerek her biri için ayrı ayrı olmak üzere EK B'de bulunan form doldurulmuştur. Örneklendirme açısından saha çalışması yapılan istasyonlardan bazılarına ait resimler Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.2 : YOGT değeri 6000 taşıt/gün'den büyük olan ana arter yol kenarında bulunan RMS-B istasyonları.



Şekil 3.3 : Soldaki resim iniş eğimli yol kenarına konulan tesisi, sağdaki resim ise otopark çıkışına konulan tesisi göstermektedir.

RMS-B şehir içi bölge reglaj istasyonlarının risk parametrelerini belirlemek için yapılan saha çalışmalarında üç ayrı başlık altında aşağıdaki bilgiler toplanmıştır:

a) İstasyonun bulunduğu noktayı trafik etkisine maruz bırakabilecek yol güzergâhına ait;

- Yol tipleri ve özellikleri
- Güzergâhın hız limiti
- Güzergâhtan geçen araçların sınıfları (Bu veriler gözlem sonucu belirlenmiştir)

b) RMS-B istasyonunun konum ve geometrisine ait;

- Tanımlayıcı kod numarası
- Taşıt yoluna uzaklığı (Varsa kaldırım kenarı, yoksa banket çizgisi ile istasyon arası mesafe)
- Varsa kavşak ile arasındaki mesafe
- İstasyonun konumu (Refüj, yol kenarı, kurbun dış kenarı vb.)
- Yol kenarında istasyonun varlığını belirtecek uyarı işareti veya levhasının bulunup bulunmadığı
- Güzergâh boyunca trafik akış yönünde istasyondan önce hız sakinleştirici varsa mesafesi
- Kitlesel ölüm ve yaralanma riski içeren yapılara olan mesafe (Hastane, okul, cami, yakıt istasyonu vb.)
- İstasyonun ölçüleri (En x boy x yükseklik)
- İstasyonun yol kırmızı kotuna göre yükseklik kot farkı
- İstasyonun önündeki kaldırımın yol kırmızı kotuna göre yüksekliği
- Kaldırım genişliği
- İstasyon ile kaldırım kenarı arasında yayalara bırakılan net yürüme mesafesi
- İstayonun yakınında bulunan ağacın çapı ve istasyona olan mesafesi
- İstasyonun bulunduğu nokta esas alınarak TS EN 1317'ye uygun bariyer sisteminin bulunup bulunmadığı

c) RMS-B istasyonunun etrafında bulunması halinde mevcut sabit mantar otokorkulukların trafik akış yönünde sağdaki otokorkuluktan başlayarak numaralandırma yapılmış ve aşağıdaki bilgiler toplanmıştır:

- Otokorkulukların sayısı
- Otokorkuluklar arası mesafe

- Otokorkulukların yerden yüksekliği
- Otokorkulukların temel derinliği (Çelik otokorkulukların toplam yüksekliği sabit olduğu için, toplam boru uzunluğundan otokorkuluğun yerden yüksekliği çıkartılmıştır.)
- Otokorkuluk ile RMS-B arasındaki mesafe
- Otokorkuluk ile yol kenarı arasındaki mesafe
- Mevcut sabit mantar otokorkulukların farklı ölçülerde çıkması ihtimali göz önüne alınarak çelik otokorkuluğun çapı, et kalınlığı ve malzemesi de dikkate alınmıştır

3.2 Risk Parametrelerinin Tespiti

Riski üreten üç faktör bulunmaktadır. Bunlar ekipman, iş süreci ve insan olarak ifade edilmektedir (Emhan, 2009). Bu tez çalışmasında risk üreten faktörlerin sınıflandırılmasında ekipman olarak araç, iş süreci olarak yol dikkate alınmıştır (Wheat, 2005), (AASHTO, HSM, 2010, Bölüm 3). Çalışma, yol ve araçların oluşturduğu vakalarla ilgili olması sebebiyle, insandan kaynaklanan risk faktörü dikkate alınmamış, risk parametreleri ve risk katsayıları içerisinde yer verilmemiştir.

Sektördeki farkındalığın eksik olması, her yaşanan kazanın verilerinin sağlıklı tutulmaması, tutulan kaza tutanaklarında da veri çözünürlüğünün düşüklüğü, verilerin doğru incelenmesini etkilemektedir. Mevcut kaza verileri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Araç çarpması sonucu hasar gören doğal gaz yer üstü varlıklarının risk parametrelerine ait değerler.

Sıra No	RMS-B Kodu	(RC_1) Taşıt Sayısı (YOGT) (Taşıt/gün)	(RC_4) Taşıt Yolunun Hız Limiti (km/sa)	(RC_6) Yoldan Geçen Azami Taşıt Ağırlığı (kg)	(RC_5) Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği (m)	(RC_3) Yatay Kurp Düzletme Faktörü	(RC_7) Tesisin Yol Kırmızı Kotuna Göre Yüksekliği (m)	(RC_2) Taşıt Yolunun Eğimi (%)	Kaza Yılı	Kaza Tekrarı (ad)
1	A 09	>6000	50	3500	3,18		0,15	3%	2012	1
2	A 17	>6000	50	3500	4,53	150	-1,08	0%	2004	1
3	A 27	>6000	50	7500	1,43		0,10	0%	2010	1
4	A 31	1500 - 6000	50	7500 2500	2,40		0,18	10%	1998 1998	2
5	A 53	>6000	50	18000	0,70		0,30	0%	2013	1
6	A 107	>6000	50	1500	5,20	100	0,15	2%	2012	1
7	A 129	>6000	50	1500	3,53		0,50	3%	2016	1
8	A 146	>6000	50	3500	5,30		0,32	0%	2004	1
9	A 188	>6000	50	1500	5,40		0,55	0%	2013	1
10	A 208	750 - 1500	30	3500	1,10		-0,30	0%	2010	1
11	A 240	1500 - 6000	50	3500	5,00		0,00	0%	2010	1
12	A 259	>6000	50	3500	2,00	100	0,20	6%	2017	1
13	A 260	1500 - 6000	50	1500	1,47		0,17	6%	2015	1
14	B 28	>6000	50	12000	1,90		0,68	0%	2013	1
15	B 31	>6000	80	12000	5,90		0,55	4%	2002	1
16	B 113	>6000	80	7500	6,70		0,40	3%	2017	1
17	I 18	>6000	70	2500 1500	3,00	200	0,20	0%	2010 2013	2
18	I 39	>6000	50	2500	0,55		0,35	0%	2016	1
19	I 94	>6000	50	7500 7500	1,90		0,30	8%	2013 2013	2
20	I 110	1500 - 6000	50	1500	1,70		-0,29	12%	2015	1
21	I 235	>6000	50	2500 2500	1,34		0,30	2%	2011 2009	2
22	I 323	>6000	70	7500 1500	0,20		0,35	2%	2009 2011	2
23	I 362	>6000	70	1500	6,98		0,30	3%	2012	1

NOT: 1) Mevcut veriler ışığında kaza sayısı 23 ayrı noktada toplam 28 adettir.

2) Bu tabloda, yoldan geçen azami taşıt ağırlığı sütununda tesise çarpan araçların ağırlıkları yazılmıştır.

3) Kırmızı ile yazılan taşıt ağırlıkları, çarpan aracın ağırlığı bilinmediğinden sütunun ortalama ağırlığı değişmeyecek şekilde bir alt ve üst sütundan yaklaşım yapılmıştır.

Çizelge 3.2'de hasar masrafları kısmında bütün tutanaklarda ayrıntılı kalemler yer almasa da, özellikle aracın yer üstü varlığına çarpması sonucu kontrolsüz gaz çıkışı meydana gelmesi ve kaçan gazın miktarı, hasarın büyüklüğünü göstermektedir. Hasar masraflarının içerisinde malzeme, ekipman ve işçilik ücretleri yer almaktadır. Eldeki veriler ışığında, 2017 sonuna kadar; 23 ayrı noktada, 28 adet kaza meydana gelmiş ve bu araç çarpmalarının sonucunda 10 istasyonda gaz çıkışlı hasar oluşmuştur. Çizelge

3.2’de belirtilen hasar masrafları güncellenmemiş tutar olup kaza olan yıla aittir. Bu bedelin içerisinde patlama riski ve yaşanan olumsuz çevre etkilerinin maliyetleri bulunmamaktadır. Aynı zamanda kaza verilerinde ölüm ve yaralanma bilgilerine ulaşılamamıştır.

Çizelge 3.2 : Yıllara göre doğal gaz yer üstü varlıklarına çarpan araç sayıları ve toplam hasar bedelleri.

Kaza Yılı	Kaza Sayısı	Gaz Çıkışlı Hasar Sayısı	Hasar Masrafı (TL)
1998	2	VAR (1)	*
2002	1	VAR (1)	*
2004	2	VAR (1)	**4.702,44 ₺**
2009	2	VAR (2)	**356.200,00 ₺**
2010	4	YOK	**5.123,69 ₺**
2011	2	VAR (1)	**77.014,38 ₺**
2012	3	VAR (1)	**10.662,40 ₺**
2013	6	VAR (2)	**373.605,81 ₺**
2015	2	VAR (1)	**18.934,75 ₺**
2016	2	YOK	**5.868,07 ₺**
2017	2	YOK	**1.875,70 ₺**
TOPLAM:	**28**	**VAR(10)**	**853.987,24 ₺**

NOT: 1) Yaşanan kaza sonucu kontrolsüz gaz çıkışı oldu ise VAR yazılarak, parantez içerisine gaz çıkışlı kaza sayısı ilave edilmiştir.
Kaza sonucu kontrolsüz gaz çıkışı olmadı ise YOK yazılmıştır.

2) * işaretli satırda, maddi hasarlı kaza rapor edilmesine rağmen hasar masrafı ile ilgili bilgiye erişilememiştir.

Çizelge 3.1’deki gerçekleşen kazaların incelenmesi, yapılan saha araştırmaları ve Muhlbauer (2004) tarafından yer üstü varlıklar için ortaya konulan risk önerileri, AASHTO tarafından ortaya konulan güvenli yol kenarı tasarımında dikkate alınması gereken parametrelerin, yaşanan kaza verileri ile eşleştirilmesi sonucu yol kenarında bulunan sabit tesisleri etkileyecek olan parametreler Çizelge 3.3’te görüldüğü şekilde belirlenmiştir (AASHTO, 2011, Bölüm 3), (AASHTO, HSM, 2010, Bölüm 3), (Muhlbauer, 2004)

Çizelge 3.3 : Risk parametreleri.

Sıra No	Sembol	Risk Parametresi	Riski Üreten Faktör	Birimi
1	RC_1	Taşıt Sayısı (YOGT)	yol	Taşıt/gün
2	RC_2	Taşıt Yolunun Eğimi	yol	%
3	RC_3	Yatay Kurp Düzeltme Faktörü	yol	-
4	RC_4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	yol	km/sa
5	RC_5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	yol	m
6	RC_6	Yoldan Geçen Azami Taşıt Ağırlığı	araç	kg
7	RC_7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	yol	m

Bu risk parametrelerinin önem sıralarının tespiti için Delphi Tekniği ile EK C'de belirtilen anket çalışması, ulaştırma mühendisliği anabilim dalında akademisyenler ve risk değerlendirme konusunda uzman mühendislerden oluşan 15 katılımcının görüşlerine başvurularak yapılmıştır. Anket sonuçlarına göre elde edilen uzman derecelendirmeleri EK D'de gösterilmiş olup her bir risk parametresinin ortalama ağırlıkları, bu ağırlıklara göre önem sıralaması ve standart sapmaları Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4 : Uzman görüş anketi özet sonuç tablosu.

Risk Parametresi	Uzman Değerlendirmeleri		
	Önem Sırası	Ortalama	Standart Sapma
Taşıt Sayısı (YOGT)	1	6,5	0,83
Taşıt Yolunun Hız Limiti	2	5,9	0,96
Yoldan Geçen Azami Taşıt Ağırlığı	3	5,1	0,83
Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	4	4,3	1,16
Yatay Kurp Düzeltme Faktörü	5	3,9	1,71
Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	6	2,8	1,78
Taşıt Yolunun Eğimi	7	2,3	1,70

Denklem 3.1 ile bu verilerden elde edilen en yüksek standart sapma örnek hacmi hesaplanmıştır.

$$d = t_{n-1,1-\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}} \tag{3.1}$$

d : Duyarlılık düzeyi

t : t dağılım tablosu

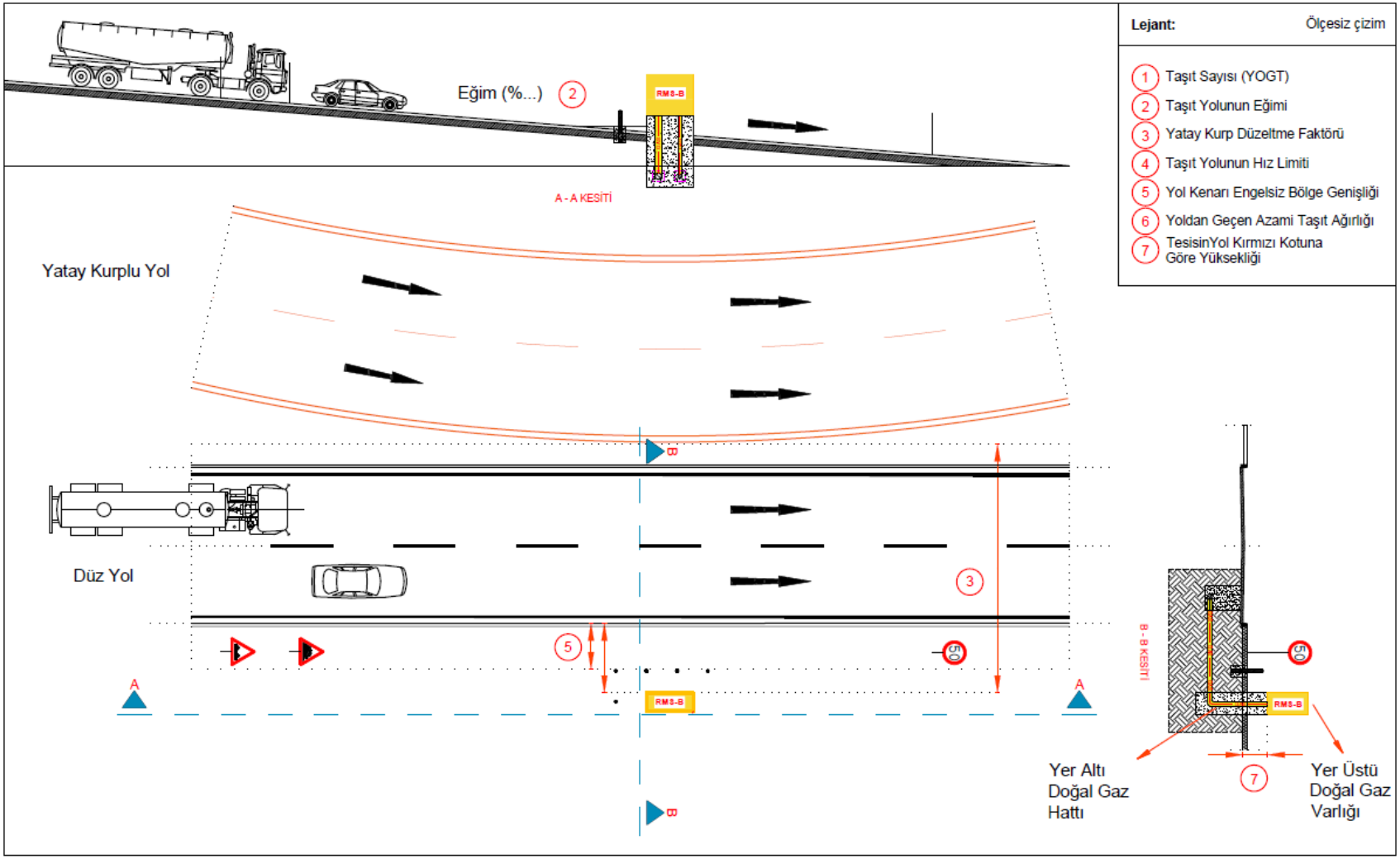
n : Örnek hacmi

s : En yüksek standart sapma değeri

Denklem 3.1'de, duyarlılık düzeyi 1 (bir) olmak üzere, en büyük standart sapma değeri esas alınarak, % 95 güvenirlilik düzeyine göre örnek hacmi 14,58 bulunmuştur. Buna göre bu ankette kullanılan örneklem büyüklüğünün yeterli sayıda kaldığı görülmektedir.

Bu çalışma da risk üreten faktörler içerisinde insan etkisi ihmal edilmiş, yol ve araç ile ilgili faktörler dikkate alınmıştır. Kaza olan noktalarda ve diğer saha araştırmalarında yer üstü varlıklarından önce herhangi bir hız sakinleştirici bulunmadığından, bu çalışmada hız sakinleştiriciler dikkate alınmamıştır (Bilgin, 2012).

Çizelge 3.3'te belirlenen risk parametreleri, yol kenarındaki tehlike içeren tesisler açısından şema olarak Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Bir yolda taşıt olması veya olmaması, yolun hız limiti, yolun düz olması, sabit tesisin yatay kurbun dış kenarına yapılmış olması, yol kenarında bırakılması gereken güvenli bölgelerin mesafesini değiştirmektedir (AASHTO, 2011). Tesisin yol kotuna göre izin verilen ölçü miktarınca yukarıda olması da tesisi taşıt çarpmalarına karşı güvenli hale getirmektedir (BSI PAS 69, 2013). Taşıt ağırlığı çarpma enerjisini etkilediğinden tesisin bulunduğu yoldan geçen araç kompozisyonu koruma seviyesini değiştirecek bir kriter olmaktadır.



Şekil 3.4 : Risk parametrelerinin şematik gösterimi.

3.3 Her Bir Risk Parametresi İçin Risk Katsayılarının Belirlenmesi

3.3.1 Taşıt sayısı (YOGT) risk parametresi

Çalışmaya esas olan yol kenarındaki tehlikeli tesislere araç çarpması risklerinin incelenmesi şehir içerisindeki araç ve yol kompozisyonlarının değerlendirilmesi ile yapılmıştır. Burada taşıt sayısı parametresine ait risk katsayıları belirlenirken AASHTO yol kenarı tasarım esaslarına ait yol kenarı engelsiz bölge genişliği tablosundaki yol hızı ve taşıt sayısına bağlı olarak değişen güvenli yol kenarı genişliklerindeki değişim esas alınmıştır. Çizelge 3.5'te görüleceği üzere yola ait hız limit değeri 60 km/sa ve altındaki değerler çoğunlukla şehir içerisinde karşılaşılan hız limitleri olmasından dolayı tabloda bu sütun seçilmiştir. Bu hız değeri için YOGT değerlerindeki değişime bağlı olarak engelsiz bölge değerleri değişmektedir. Aralarındaki bu ilişkiden faydalanılarak tesisin önündeki yoldan geçen taşıt sayılarına ait risk katsayıları 1 ile 2 aralığında normalize edilmiştir.

Çizelge 3.5 : Taşıt sayısı (YOGT) parametresine ait risk katsayıları.

1	**Taşıt Sayısı (YOGT) Risk Parametresi**				
Taşıt Sayısı (YOGT) (Taşıt/gün)	**AASHTO Güvenli Yol Kenarı Genişliği (m)**	**Normalizasyon**	**Taşıt Sayısı (YOGT) (Taşıt/gün)**		**Risk Katsayısı**
	≤ 60 km/h		**Türetilmiş Sütun**	**Aritmetik Ortalama**	**(RC_1)**
-	-		**0***	0	**0,22**
			0 - 20**	10	**0,25**
< 750	2,25	1,00	**20 - 750**	385	**1,00**
750 - 1500	3,30	1,47	**750 - 1500**	1125	**1,47**
1500 - 6000	4,00	1,78	**1500 - 6000**	3750	**1,78**
> 6000	4,50	2,00	**>6000**	6000	**2,00**

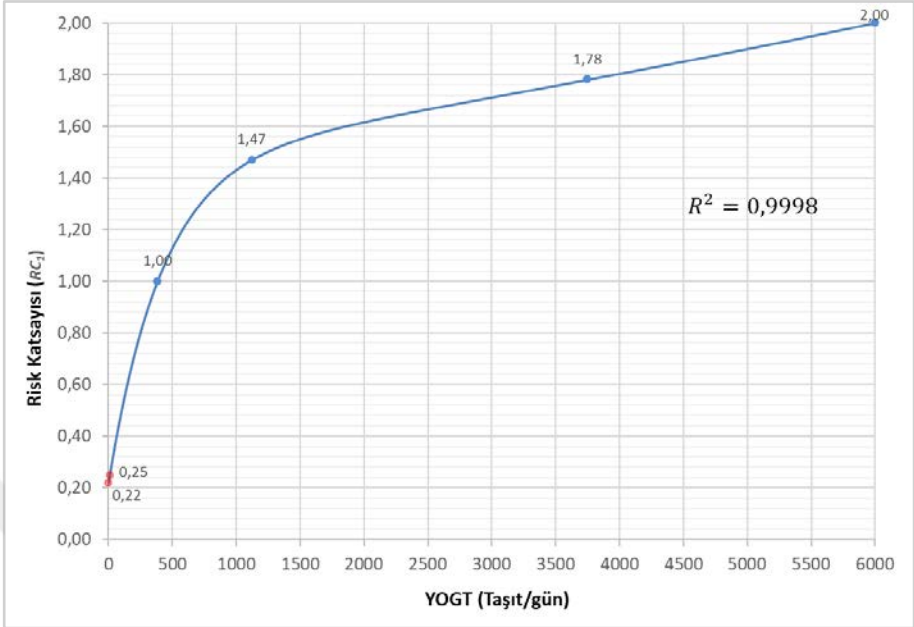
NOT: AASHTO tablosunda yol kenarı düz kabul edilmiştir.

* Şehir içerisinde araç trafiğine kapalı yollar için eklenmiştir.

** İstanbul Adalar gibi YOGT'si çok az, sadece resmi kurum taşıtlarının faaliyet gösterdiği yol kesimleri için eklenmiştir.

Şehir içerisinde araç trafiğine tam veya kısmi olarak kapalı olan yollar bulunmaktadır. Her ne kadar trafiğe kapalı olsa da bu tip noktalarda bulunan ticari amaçla çalışan bağımsız bölümlere yapılacak yük taşımacılığı ve evsel alanlara yapılacak ticari olmayan yük taşımacılığında kullanılacak taşıtların göz ardı edilmemesi

gerekmektedir. Referans tablosunda yıllık ortalama günlük trafik değeri 750'den az olan yollar için, AASHTO güvenli yol kenarı genişliklerinin normalize edilmesi sonucu Şekil 3.5'teki grafik elde edilmiştir.



Şekil 3.5 : Taşıt sayısı (YOGT) risk katsayı eğrisi.

Şekil 3.5'teki grafiğin fonksiyonu formül 3.2'de gösterilmiştir.

$$RC_1 = 1{,}466 * e^{(0{,}00005175*(YOGT))} - 1{,}248 * e^{(-0{,}002398*(YOGT))} \quad (3.2)$$

RC_1: Taşıt sayısı (YOGT) parametresi risk katsayısı

Bu grafiğe göre YOGT değeri 750'den az olan durumlar için; YOGT değeri 0 (sıfır) taşıt/gün olan araç trafiğine kapalı yollar ve YOGT değeri 0 – 20 taşıt/gün arasında olan kısmen trafiğe açık yollar için de risk katsayıları türetilmiştir (Çizelge 3.4).

Taşıt sayısı risk parametresine ait risk katsayıları EK E, Çizelge E.1'de her bir varlığın saha verisine karşılık gelen kısma yazılmıştır. Ayrıca bu verilerden yola çıkarak elde edilen ağırlık puanları da çizelgede gösterilmiştir.

Şehir içi yol sınıflandırmasında yollar, taşıdıkları trafiğe ve bulundukları bölgenin özelliğine bağlı olarak, uygulayıcılara saha uygulamalarında kolaylık olması yönünden risk katsayılarına ait YOGT değerleri için şehir içerisinde bulunan yollarda sınıflandırılmaya gidilmiştir (Çizelge 3.6). Bu sınıflandırma ile EK G'de görülebilecek "Otokorkuluk Sistemi Tespit Abağı" isimli tablo sahada uygulayıcılar tarafından doldurulması sırasında YOGT değerinin kolayca tahmin edilebilmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.6 : YOGT'lere bağlı yol sınıflandırma tablosu.

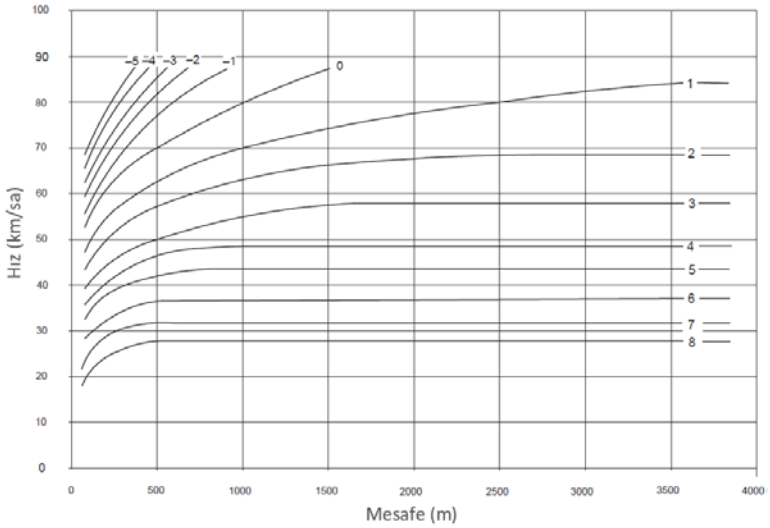
<table>
<tr><th colspan="2">YOL
SINIFLANDIRMASI</th><th>YOGT
(Taşıt/gün)</th></tr>
<tr><td colspan="2">Trafiğe
Kapalı Yol</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yaya Yolu veya
Kısmen Trafiğe Açık Yol</td><td>0 - 20</td></tr>
<tr><td colspan="2">Site İçi Yol veya
Çıkmaz Sokak</td><td>20 - 750</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sokak</td><td>750 - 1500</td></tr>
<tr><td colspan="2">Arter (Cadde)</td><td>1500 - 6000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ana Arter</td><td>Bölünmemiş</td><td rowspan="4">> 6000</td></tr>
<tr><td>Bölünmüş</td></tr>
<tr><td colspan="2">İl Yolu</td></tr>
<tr><td colspan="2">Devlet Yolu</td></tr>
</table>

3.3.2 Taşıt yolunun eğimi risk parametresi

Bir yolun düşey güzergâhında verilen eğimdir. Şehir içi yollarda bölgenin topoğrafyasına bağlı olarak ana arterlerde boyuna eğimin maksimum değeri % 5 ~ 6 uygun bir eğim değeri olarak kabul edilmektedir. İkinci derecede önemli şehir içi sokak ve caddelerde arazinin topoğrafik yapısına bağlı olarak yüksek boyuna eğimler uygulanabilmektedir. Yüksek boyuna eğim trafik güvenliğinin azalmasını beraberinde getirmektedir (Yayla, 2011).

Binek otomobiller, boyuna eğimin % 4 ~ 5 olduğu yollarda, düz yollardan farklı bir davranış göstermeyerek mevcut hızlarında kayda değer bir değişiklik olmamaktadır. Bununla birlikte yapılan araştırmalar boyuna eğimde % 3'lük bir artışın binek araçların hızları üzerine az bir etkisinin olduğunu göstermiştir (AASHTO, Geometric Design, 2011, Bölüm 3), (AASHTO, HSM, 2010, Bölüm 10).

Eğimli yollarda ağır tonajlı kamyon ve otobüs trafik miktarı fazla ise en fazla % 3 ~ 4 eğim tercih edilmelidir. Bu durum için özellikle iniş eğimli yollarda en fazla % 2'lik bir eğimin tercih edilmesi emniyet sağlıyacaktır (ODOT, 2012). Şekil 3.6'dan da görüleceği üzere ağır taşıtlar yolun düz bölümlerinde binek araçlarla aynı davranışı göstermekle beraber yolun boyuna eğiminin etkisi binek otomobillere göre daha fazla olup, yolun iniş eğiminin % 5'in üzerinde olduğu durumlarda önemli ölçüde taşıtta hız artışı meydana gelmektedir (AASHTO, Geometric Design, 2011, Bölüm 3).



Şekil 3.6 : Ağır vasıta (120 kg/kW)'ya ait iniş ve çıkış eğimli yoldaki hız-mesafe grafiği (AASHTO, Geometric Design, 2011, Bölüm 3).

İstanbul Ulaşım Ana Planı'nda Çizelge 3.7'de ifade edildiğine göre şehrin tüm alanının yaklaşık yarısı % 0 ~ 10 aralığında eğime sahiptir (İBB, İUAP, 2011). Buradaki eğim aralıklarının oranlarında da görüleceği üzere İstanbul kentsel alanı eğimli bir coğrafik yapıya sahiptir.

Çizelge 3.7 : İstanbul ilinin eğim aralıkları (İBB, İUAP, 2011).

Eğim Aralığı (%)	Alan (km^2)	Alan (%)
0-10	2.710	50,19%
11-20	1.761	32,61%
21-30	618	11,44%
31-40	226	4,19%
41-65	85	1,57%
TOPLAM	5.400	100%

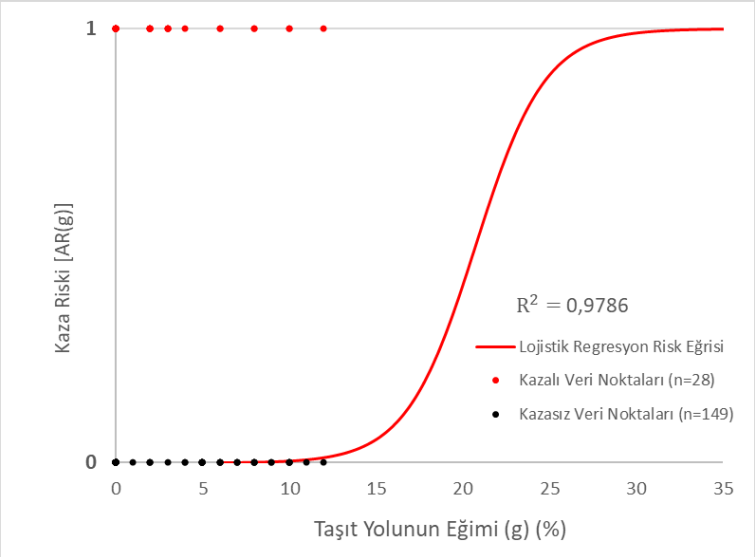
Yapılan saha araştırmalarının sonucunda toplam 172 noktaya ait verinin 23 noktasında 28 kaza yaşanmış ve 149 noktada ise herhangi bir kayıtlı kaza bulunamamıştır. EK P'de görüleceği üzere bağımlı değişkenler için kazalı noktalar "1" ve kazasız noktalar "0" olmak üzere denklem 3.3'te ifade edilen lojistik regresyon risk eğrisi MATLAB eğri uydurma aracı ile çizilmiştir (MATLAB, 2017).

$$AR(g) = \frac{1}{1+e^{(10,32-0,4983.g)}} \tag{3.3}$$

$AR(g)$: Eğime bağlı kaza risk fonksiyonu

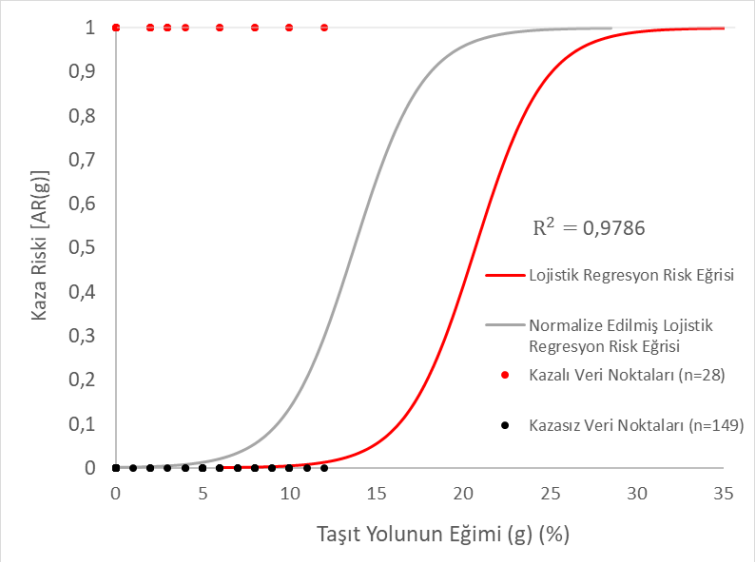
g : Taşıt yolunun eğimi

Şekil 3.7'de taşıt yolunun eğimi parametresine ait lojistik regresyon risk eğrisi gösterilmiştir. Risk eğrisinin, taşıt yolunun eğimindeki artış miktarına bağlı olarak 0 dan 1'e doğru artış şekli kaza riskinin arttığını göstermiştir.



Şekil 3.7 : Taşıt yolunun eğimi parametresi lojistik regresyon risk eğrisi.

Lojistik regresyon risk eğrisi Şekil 3.8'de görüleceği üzere normalize edilmiştir.



Şekil 3.8 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi.

Çizelge 3.8'de görüleceği üzere normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisinin x ekseni ile kesiştiği 0 noktasından başlayarak, y ekseni üzerindeki 1 noktasına ulaşıncaya kadarki eğrinin yüzdelik değişim oranına karşılık gelen risk değerlerine denklem 3.4'te görüleceği üzere 1 sayısı eklenerek risk katsayıları 1 – 2 aralığında tespit edilmiştir.

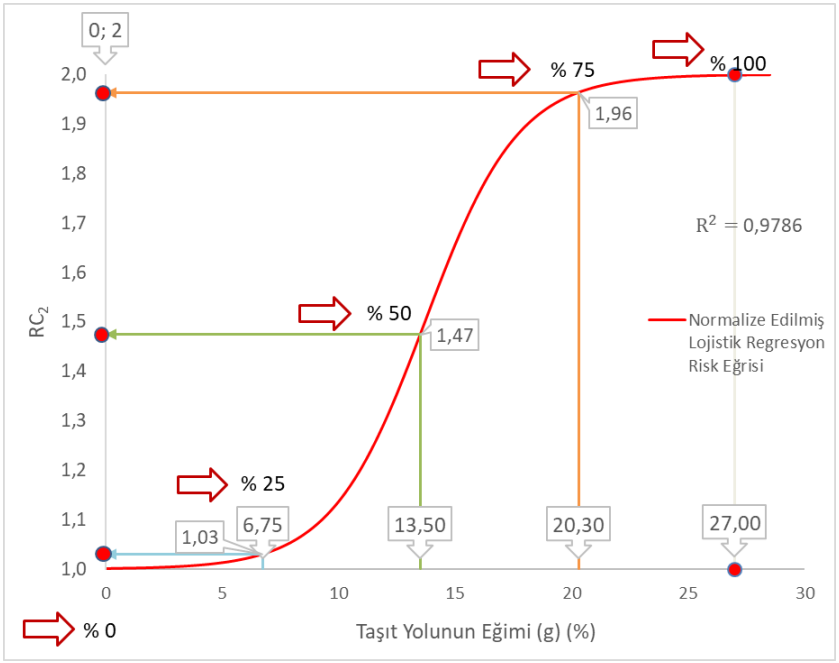
$$RC_2 = AR(g) + 1 \quad (3.4)$$

RC_2: Taşıt yolunun eğimi risk katsayısı

Çizelge 3.8 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi dağılım oranı ve bu dağılım oranlarına karşılık gelen risk katsayıları.

Normalize Lojistik Regresyon Risk Eğrisi			
$AR(g)_N$	X_N	Eğrinin Dağılım Oranı	Risk Katsayısı (RC_2)
0,00108	0,00	0%	1,00
0,00423	2,75	10%	1,00
0,01644	5,50	20%	1,02
0,03023	6,75	25%	1,03
0,05756	8,10	30%	1,06
0,18996	10,80	40%	1,19
0,47381	13,50	50%	1,47
0,77566	16,20	60%	1,78
0,92995	18,90	70%	1,93
0,96386	20,30	75%	1,96
0,98076	21,60	80%	1,98
0,99516	24,40	90%	2,00
0,99867	27,00	100%	2,00

Çizelge 3.8'de verilen risk eğrisi dağılım oranları Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9 : Risk eğrisi dağılım oranı grafiği.

Risk katsayıları tespit edilirken yolun eğim oranları % 0 ~ 20 arasında alınmıştır. Risk katsayısında yol eğiminin % 0'dan başlamasının nedeni ağır taşıtların az eğimli yollarda dahi hız kazanma eğilimidir. Saha çalışması sonucunda 172 adet istasyonun bulunduğu noktalarda elde edilen veriler araştırma konusu yerlerde yolun boyuna eğimlerinin en fazla % 12 olduğu görülmüştür. Çizelge 3.7'de görüldüğü üzere İstanbul'da şehrin tüm alanının yaklaşık % 85'inin % 0 ~ 20 aralığında eğime sahip olmasından dolayı bu çalışmada boyuna eğim en fazla % 20'ye kadarki bir aralıkta seçilmiştir.

Çizelge 3.8'de elde edilen dağılım oranlarının yüzdelik miktarına karşılık gelen taşıt yolunun eğimleri Çizelge 3.9'da risk katsayıları ile eşleştirilmiştir. Her bir oransal değişime karşılık gelen eğim miktarı risk katsayısı ile aynı satıra yazılmıştır. Böylece sahadan alınan verilerin hassas bir şekilde risk derecelendirilmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.9 : Taşıt yolunun eğimi parametresine ait risk katsayıları.

2	**Taşıt Yolunun Eğimi Risk Parametresi**	
Taşıt Yolunun Eğimi (%)	**Eğrinin Dağılım Oranı**	**Risk Katsayısı (RC_2)**
0	0%	**1,00**
2	10%	**1,00**
4	20%	**1,02**
5	25%	**1,03**
6	30%	**1,06**
8	40%	**1,19**
10	50%	**1,47**
12	60%	**1,78**
14	70%	**1,93**
15	75%	**1,96**
16	80%	**1,98**
18	90%	**2,00**
20	100%	**2,00**

Taşıt yolunun eğimi risk parametresine ait risk katsayıları EK E, Çizelge E.2'de her bir varlığın saha verisine karşılık gelen kısma yazılmıştır. Ayrıca bu verilerden yola çıkarak elde edilen ağırlık puanları da çizelgede gösterilmiştir.

3.3.3 Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresi

AASHTO'ya göre kurbun dış kenarına denk gelen bölge için güvenli yol kenarı genişliği, yol ekseninin kurp yarıçapı ve hız limitine bağlı olarak verilen kurp düzeltme faktörü ile çarpılarak güvenli yol kenarı genişlikleri artırılmaktadır (AASHTO, 2011, Bölüm 3). Yatay kurplarda taşıta etki eden merkezkaç kuvveti sebebiyle taşıtlarda yol dışına savrulmalar meydana gelebilmektedir. Merkezkaç kuvvetine etki eden yol ile ilgili faktörler hız ve kurp yarıçapıdır (Yayla, 2011). Dairesel bir yolda hareket etmekte olan dört tekerlekli bir taşıta kurbun dışına doğru etki eden merkezkaç kuvvetini, taşıtın lastiği ile yol yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı ve sürtünme kuvveti dengelemektedir. Hız yükselirse ve kurp yarıçapı küçülürse araç kurp dışına savrulma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır (Brach, 2011), (Rivers, 2004). Sürücülerin kurp girişlerinde hız seçimini uygun yapmaması sebebiyle taşıtın yoldan çıkması sonucu kazalar meydana gelebilmektedir (AASHTO, Highway Safety Manual, 2010).

Yol kenarı engelsiz bölge düzelme faktörü yalnızca kurbun dış kenarı için uygulanmaktadır. Çizelge 3.10'dan da görüleceği üzere kurp düzeltme faktörleri yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresinin risk katsayısı olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.10 : Yatay kurp düzeltme faktörü parametresine ait risk katsayıları.

3	**Yatay Kurp Düzeltme Faktörü Risk Parametresi**		
Yarıçap (m)	**Hız Limiti (km/sa)**		
	60 km/sa	**70 km/sa**	**80 km/sa**
	Risk Katsayısı (RC_3)		
900	**1,1**	**1,1**	**1,1**
700	**1,1**	**1,1**	**1,2**
600	**1,1**	**1,2**	**1,2**
500	**1,1**	**1,2**	**1,2**
450	**1,2**	**1,2**	**1,3**
400	**1,2**	**1,2**	**1,3**
350	**1,2**	**1,2**	**1,3**
300	**1,2**	**1,3**	**1,4**
250	**1,3**	**1,3**	**1,4**
200	**1,3**	**1,4**	**1,5**
150	**1,4**	**1,5**	**1,5**
100	**1,5**	**1,5**	**1,5**

Kurp yarıçapı küçüldükçe risk katsayısı artmaktadır. Aynı zamanda hız arttıkça risk katsayısı artmaktadır. Kurp yarıçapı 900 m'den büyük olan yol kesimleri için risk

katsayısı 1 olarak alınmıştır. Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresine ait risk katsayıları EK E, Çizelge E.3'te her bir varlığın saha verisine karşılık gelen kısma yazılmıştır. Ayrıca bu verilerden yola çıkarak elde edilen ağırlık puanları da çizelgede gösterilmiştir.

3.3.4 Taşıt yolunun hız limiti risk parametresi

Çarpma enerjisi denklem 3.5'te görüldüğü üzere hızın karesi ile doğru orantılıdır.

$$E = \frac{1}{2}mV^2 \tag{3.5}$$

E : Çarpma enerjisi (kJ)

m : Taşıt kütlesi (ton)

V : Taşıt hızı (m/sn)

BSI PAS 68:2013'te ifade edilmiş olan çarpma enerji tablosunda belirtilen hız değerlerine, yapılan saha çalışmasından elde edilen veriler ışığındaki hız değerleri de ilave edilerek Çizelge 3.11'de görüldüğü şekilde formül 3.5 kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.11 : Araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu.

UNECE araç sınıfı		M1	N1G	N1	N2	N3	N3
Araç çarpma hızı		Araç kütlesi (m_j) (kg)					
km/sa		1.500	2.500	3.500	7.500	18.000	30.000
	j	1	2	3	4	5	6
V_n	n	Çarpma Enerjisi [E_n]					
20	1	23	39	54	116	278	463
30	2	52	87	122	260	625	1.042
48	3	133	222	311	667	1.600	2.667
50	4	145	241	338	723	1.736	2.894
60	5	208	347	486	1.042	2.500	4.167
70	6	284	473	662	1.418	3.403	5.671
80	7	370	617	864	1.852	4.444	7.407

Kütle sabit olarak tutulup, hız değerlerine karşılık gelen enerji değerleri formül 3.6 ile normalize edilmiştir.

$$E_{N_n}(m_j) = \frac{E_n}{E_1}, \quad 1 \le j \le 6, \quad 1 \le n \le 7 \quad j, n \in \mathbb{Z} \tag{3.6}$$

$E_{N_n}(m_j)$: Normalize edilmiş enerji değeri

E_n : Çarpma enerjisi

Her bir hız değerine karşılık gelen normalize edilmiş enerji değerlerinin ortalaması denklem 3.7 ile hesaplanarak Çizelge 3.12'de gösterilmiştir.

$$E_{ort}(V_n) = \frac{\sum_{j=1}^{6} E_{N_n}(m_j)}{6}, \quad 1 \leq n \leq 7, \quad n \in \mathbb{Z} \tag{3.7}$$

$E_{ort}(V_n)$: Her bir hız değeri için normalize edilmiş enerji değerlerinin ortalaması

Çizelge 3.12 : Hıza bağlı normalleştirilmiş araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu.

UNECE araç sınıfı		M1	N1G	N1	N2	N3	N3	Hıza Göre
Araç çarpma hızı		Araç kütlesi (m_j) (kg)						Normalize
km/sa	j	1	2	3	4	5	6	Enerji
		1.500	2.500	3.500	7.500	18.000	30.000	Ortalaması
V_n	n	Hıza Bağlı Normalize Çarpma Enerjisi [E_{Nn}]						$E_{ort}(V_n)$
20	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**1,00**
30	2	2,26	2,23	2,26	2,24	2,25	2,25	**2,25**
48	3	5,78	5,69	5,76	5,75	5,76	5,76	**5,75**
50	4	6,30	6,18	6,26	6,23	6,24	6,25	**6,25**
60	5	9,04	8,90	9,00	8,98	8,99	9,00	**8,99**
70	6	12,35	12,13	12,26	12,22	12,24	12,25	**12,24**
80	7	16,09	15,82	16,00	15,97	15,99	16,00	**15,98**

Hıza göre normalize edilmiş enerji değerlerinin değişim oranı denklem 3.8'de verilmiştir.

$$DO_{N_n} = \frac{E_{ort}(V_n)}{E_{ort}(V_7)}, \quad 1 \leq n \leq 7, \quad n \in \mathbb{Z} \tag{3.8}$$

DO_{N_n} : Normalize edilmiş enerji değerlerinin değişim oranı

3.8'e göre hesaplanan değişim oranlarının, denklem 3.9 ile hesaplanan ortalama değişim hızı kullanılarak denklem 3.9 ile indirgenmiş değerleri hesaplanmıştır.

$$\Delta \mathrm{V} = \frac{\Delta E_{ort}(V_n)}{\Delta DO_{N_n}}, \quad 1 \leq \mathrm{n} \leq 7, \quad n \in \mathbb{Z} \tag{3.9}$$

$\Delta \mathrm{V}$: Değişim hızı

$$\mathrm{İD}_n = \left[1 - \frac{E_{ort}(V_7) - E_{ort}(V_n)}{\Delta V}\right], \quad 1 \leq \mathrm{n} \leq 7, \quad n \in \mathbb{Z} \tag{3.10}$$

$\mathrm{İD}_n$: İndirgenmiş değer

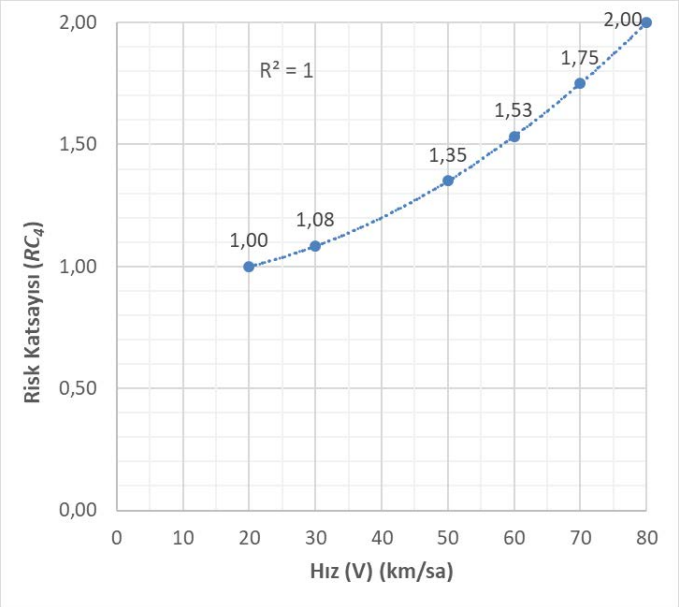
$$RC_{4_n} = [\mathrm{İD}_n + 1], \quad 1 \leq \mathrm{n} \leq 7, \quad n \in \mathbb{Z} \tag{3.11}$$

Taşıt yolunun hız limiti parametresine ait risk katsayıları formül 3.11 ile elde edilerek Çizelge 3.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.13 : İndirgenmiş değer tablosu.

Araç çarpma hızı [km/sa] (V_n)	Hıza Göre Normalize Enerji Ortalaması $E_{ort}(V_n)$	Değişim oranı $[DO_{Nn}]$	Değişim hızı $[\Delta V]$	İndirgenmiş değer $[İD_n]$	Risk Katsayısı (RC_{4n})
20	1,00	0,06		0,00	1,00
30	2,25	0,14		0,08	1,08
48	5,75	0,36		0,32	1,32
50	6,25	0,39	14,98	0,35	1,35
60	8,99	0,56		0,53	1,53
70	12,24	0,77		0,75	1,75
80	15,98	1,00		1,00	2,00

Çizelge 3.13'te verilen risk katsayılarının grafiği Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 : Taşıt yolunun hız limiti parametresi risk katsayı grafiği.

Şekil 3.10'daki grafiğin fonksiyonu denklem 3.12'de gösterilmiştir.

$$RC_4 = 0{,}0002 * V^2 + 0{,}00002 * V + 0{,}9333 \qquad (3.12)$$

RC_4: Taşıt yolunun hız limiti parametresi risk katsayısı

V : Hız

3.12'deki denkleme uygun olarak elde edilen risk katsayıları Çizelge 3.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.14 : Taşıt yolunun hız limiti parametresine ait risk katsayıları.

4	Taşıt Yolunun Hız Limiti Risk Parametresi
Hız (km/sa)	Risk Katsayısı (RC_4)
20	1
30	1,08
50	1,35
60	1,53
70	1,75
80	2

Taşıt yolunun hız limiti risk parametresine ait risk katsayıları EK E, Çizelge E.4'te her bir varlığın saha verisine karşılık gelen kısma yazılmıştır. Ayrıca bu verilerden yola çıkarak elde edilen ağırlık puanları da çizelgede gösterilmiştir.

3.3.5 Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresi

AASHTO Yol Kenarı Tasarım Rehberi 2011'de taşıt yolunun hız limiti ve yolun YOGT'sine bağlı olarak sabit nesnelerin yol kenarında emniyetle konulabileceği mesafeler tanımlanmıştır. Çizelge 3.15'te güvenli yol kenarı mesafeleri ve bu mesafelerin daha büyük değerleri için risk katsayıları 1 olarak alınmıştır.

Çizelge 3.15 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği parametresine ait risk katsayıları

YOGT (Taşıt/gün)	Güvenli Yol Kenarı Genişliği (m)					
	≤ 60 km/sa	Risk Katsayısı	70 km/sa 80 km/sa	Risk Katsayısı	90 km/sa	Risk Katsayısı
<750	2,25	1	3	1	3,5	1
750 - 1500	3,3	1	4,5	1	5	1
1500 - 6000	4	1	5,1	1	6	1
>6000	4,5	1	6	1	6,5	1

NOT: Yol kenarı düz kabul edilmiştir.

Yapılan saha araştırmalarının sonucunda toplam 172 noktaya ait verinin 23 noktasında 28 kaza yaşanmış ve 149 noktada ise herhangi bir kayıtlı kaza bulunamamıştır. EK P'de görüleceği üzere bağımlı değişkenler için kazalı noktalar "1" ve kazasız noktalar

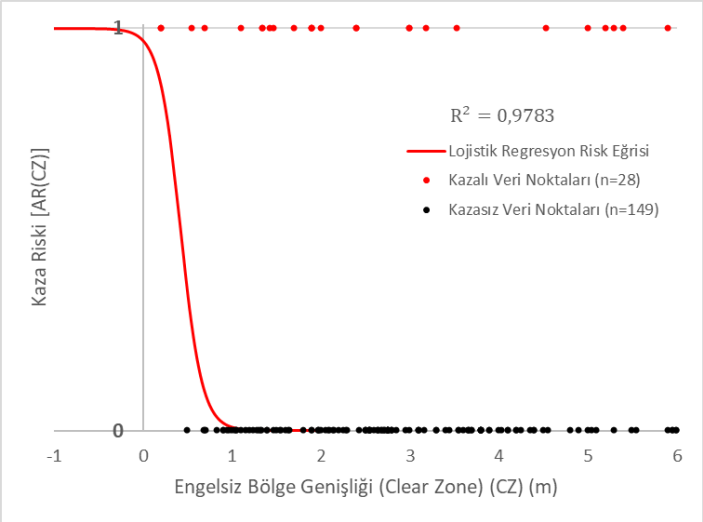
“0” olmak üzere denklem 3.13’te ifade edilen lojistik regresyon risk eğrisi MATLAB eğri uydurma aracı ile çizilmiştir (MATLAB, 2017).

$$AR(CZ) = \frac{1}{1+e^{(-3{,}42+8{,}229.CZ)}} \quad (3.13)$$

$AR(CZ)$: Yol kenarı engelsiz bölge genişliğine bağlı kaza risk fonksiyonu

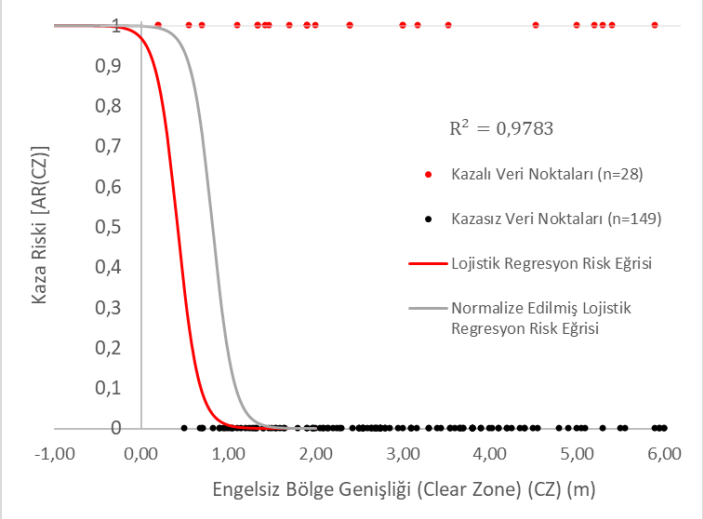
CZ : Engelsiz bölge genişliği (m)

Şekil 3.11’de yol kenarı engelsiz bölge genişliği parametresine ait lojistik regresyon risk eğrisi gösterilmiştir. Risk eğrisinin, yol kenarındaki emniyetli mesafenin azalma miktarına bağlı olarak 0 dan 1’e doğru artış şekli kaza riskinin arttığını göstermiştir.



Şekil 3.11 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği parametresi lojistik regresyon risk eğrisi.

Lojistik regresyon risk eğrisi Şekil 3.12’de görüleceği üzere normalize edilmiştir.



Şekil 3.12 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi.

Çizelge 3.16'da görüleceği üzere normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisinin x ekseni ile kesiştiği noktadan başlayarak, y ekseni üzerindeki 1 noktasına ulaşıncaya kadarki eğrinin yüzdelik değişim oranına karşılık gelen risk değerlerine denklem 3.14'te görüleceği üzere 1 sayısı eklenerek risk katsayıları 1 – 2 aralığında tespit edilmiştir.

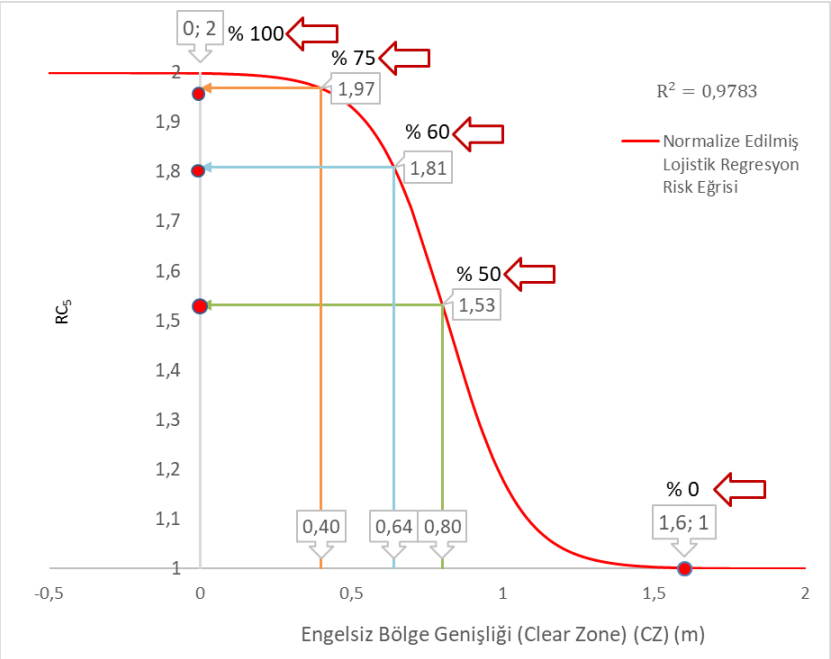
$$RC_5 = AR(CZ) + 1 \tag{3.14}$$

RC_5: Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk katsayısı

Çizelge 3.16 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi dağılım oranı ve bu dağılım oranlarına karşılık gelen risk katsayıları.

Normalize Lojistik Regresyon Risk Eğrisi			
$AR(CZ)_N$	X_N	Eğrinin Dağılım Oranı	Risk Katsayısı (RC_5)
0,00157	1,60	0%	1,00
0,00583	1,44	10%	1,01
0,02143	1,28	20%	1,02
0,04057	1,20	25%	1,04
0,07552	1,12	30%	1,08
0,23357	0,96	40%	1,23
0,53206	0,80	50%	1,53
0,80923	0,64	60%	1,81
0,94057	0,48	70%	1,94
0,96832	0,40	75%	1,97
0,98335	0,32	80%	1,98
0,99548	0,16	90%	2,00
0,99878	0,00	100%	2,00

Çizelge 3.16'da verilen risk eğrisi dağılım oranları Şekil 3.13'te gösterilmiştir.



Şekil 3.13 : Risk eğrisi dağılım oranı grafiği.

Çizelge 3.16'da elde edilen dağılım oranlarının yüzdelik miktarına karşılık gelen yol kenarı engelsiz bölge mesafesi, yol ve hız limitlerine göre Çizelge 3.15'te gösterilmiş olan gerekli emniyetli mesafeden çıkartılarak Çizelge 3.17'de risk katsayıları ile eşleştirilmiştir. Her bir oransal değişime karşılık gelen mesafe risk katsayısı ile aynı satıra işlenmiştir. Böylece sahadan alınan verilerin hassas bir şekilde risk derecelendirilmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.17 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği parametresine ait risk katsayıları.

5	**Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği Risk Parametresi**									
	Hız Limiti (≤ 60 km/sa)				**Hız Limiti (60 < V ≤ 80 km/sa)**				**Eğrinin Dağılım Oranı**	**Risk Katsayısı**
	YOGT (Taşıt/gün)				**YOGT (Taşıt/gün)**					
	<750	**750 - 1500**	**1500 - 6000**	**>6000**	**<750**	**750 - 1500**	**1500 - 6000**	**>6000**		
	Engelsiz Bölge Genişliği (m)				**Engelsiz Bölge Genişliği (m)**					**(RC_5)**
≥	**2,25**	**3,30**	**4,00**	**4,50**	**3,00**	**4,50**	**5,10**	**6,00**	**0%**	**1,00**
	2,02	2,97	3,60	4,05	2,70	4,05	4,59	5,40	10%	**1,01**
	1,80	2,64	3,20	3,60	2,40	3,60	4,08	4,80	20%	**1,02**
	1,69	2,48	3,00	3,38	2,25	3,38	3,83	4,50	25%	**1,04**
	1,57	2,31	2,80	3,15	2,10	3,15	3,57	4,20	30%	**1,08**
	1,35	1,98	2,40	2,70	1,80	2,70	3,06	3,60	40%	**1,23**
	1,13	1,65	2,00	2,25	1,50	2,25	2,55	3,00	50%	**1,53**
	0,90	1,32	1,60	1,80	1,20	1,80	2,04	2,40	60%	**1,81**
	0,67	0,99	1,20	1,35	0,90	1,35	1,53	1,80	70%	**1,94**
	0,56	0,83	1,00	1,13	0,75	1,13	1,28	1,50	75%	**1,97**
	0,45	0,66	0,80	0,90	0,60	0,90	1,02	1,20	80%	**1,98**
	0,22	0,33	0,40	0,45	0,30	0,45	0,51	0,60	90%	**2,00**
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	**2,00**

Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait risk katsayıları EK E, Çizelge E.5'te her bir varlığın saha verisine karşılık gelen kısma yazılmıştır. Ayrıca bu verilerden yola çıkarak elde edilen ağırlık puanları da çizelgede gösterilmiştir.

3.3.6 Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresi

Çarpma enerjisi denklem 3.3'te görüldüğü üzere taşıtın kütlesi ile doğru orantılıdır. BSI PAS 68:2013'te taşıt kütlelerine karşılık gelen taşıt çarpma enerji değerleri Çizelge 3.18'de görüldüğü şekilde formül 3.3 kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.18 : Araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu.

UNECE araç sınıfı		M1	N1G	N1	N2	N3	N3
Araç çarpma hızı		Araç kütlesi (m_j) (kg)					
km/sa		1.500	2.500	3.500	7.500	18.000	30.000
	j	1	2	3	4	5	6
V	n	Çarpma Enerjisi [E]					
20	1	23	39	54	116	278	463
30	2	52	87	122	260	625	1.042
50	3	145	241	338	723	1.736	2.894
60	4	208	347	486	1.042	2.500	4.167
70	5	284	473	662	1.418	3.403	5.671
80	6	370	617	864	1.852	4.444	7.407

Hız sabit tutulup, taşt kütlelerine karşılık gelen enerji değerleri formül 3.15 ile normalize edilmiştir.

$$E_{N_j}(V_n) = \frac{E_j}{E_1}, \quad 1 \leq n \leq 6, \quad 1 \leq j \leq 6 \quad j, n \in \mathbb{Z} \tag{3.15}$$

$E_{N_j}(V_n)$: Normalize edilmiş enerji değeri

E_j : Çarpma enerjisi

Her bir taşıt kütlesi değerine karşılık gelen normalize edilmiş çarpma enerjisi değerlerinin ortalaması denklem 3.16 ile hesaplanarak Çizelge 3.19'da gösterilmiştir.

$$E_{ort}(m_j) = \frac{\sum_{n=1}^{6} E_{N_n}(V_n)}{6}, \quad 1 \leq j \leq 6, \quad j \in \mathbb{Z} \tag{3.16}$$

$E_{ort}(m_j)$: Her bir kütle değeri için normalize edilmiş enerji değerlerinin ortalaması

Çizelge 3.19 : Araç kütlelerine bağlı normalleştirilmiş araç çarpma enerji (kJ) değerleri tablosu.

UNECE araç sınıfı		M1	N1G	N1	N2	N3	N3
Araç çarpma hızı		Araç kütlesi (m_j) (kg)					
km/sa		1.500	2.500	3.500	7.500	18.000	30.000
	j	1	2	3	4	5	6
V_n	n	Araç Kütlesine Bağlı Normalize Çarpma Enerjisi [E_{Nn}]					
20	1	1,00	1,70	2,35	5,04	12,09	20,13
30	2	1,00	1,67	2,35	5,00	12,02	20,04
50	3	1,00	1,66	2,33	4,99	11,97	19,96
60	4	1,00	1,67	2,34	5,01	12,02	20,03
70	5	1,00	1,67	2,33	4,99	11,98	19,97
80	6	1,00	1,67	2,34	5,01	12,01	20,02
Araç Kütlesine Bağlı Normalize Enerji Ortalaması	**$E_{ort}(m_j)$**	**1,00**	**1,67**	**2,34**	**5,01**	**12,02**	**20,02**

Taşıt kütlesine göre normalize edilmiş enerji değerlerinin değişim oranı denklem 3.17'de verilmiştir.

$$DO_{N_j} = \frac{E_{ort}(m_j)}{E_{ort}(m_6)}, \qquad 1 \leq j \leq 6, \qquad j \in \mathbb{Z} \tag{3.17}$$

DO_{N_j} : Normalize edilmiş enerji değerlerinin değişim oranı

3.17'ye göre hesaplanan değişim oranlarının, denklem 3.18 ile hesaplanan ortalama değişim hızı kullanılarak denklem 3.19 ile indirgenmiş değerleri hesaplanmıştır.

$$\Delta \mathrm{V} = \frac{\Delta E_{ort}(m_j)}{\Delta DO_{N_j}}, \qquad 1 \leq \mathrm{j} \leq 6, \qquad j \in \mathbb{Z} \tag{3.18}$$

$\Delta \mathrm{V}$: Değişim hızı

$$\mathrm{İD}_j = \left[1 - \frac{E_{ort}(m_6) - E_{ort}(m_j)}{\Delta V}\right], \qquad 1 \leq \mathrm{j} \leq 6, \qquad j \in \mathbb{Z} \tag{3.19}$$

$\mathrm{İD}_j$: İndirgenmiş değer

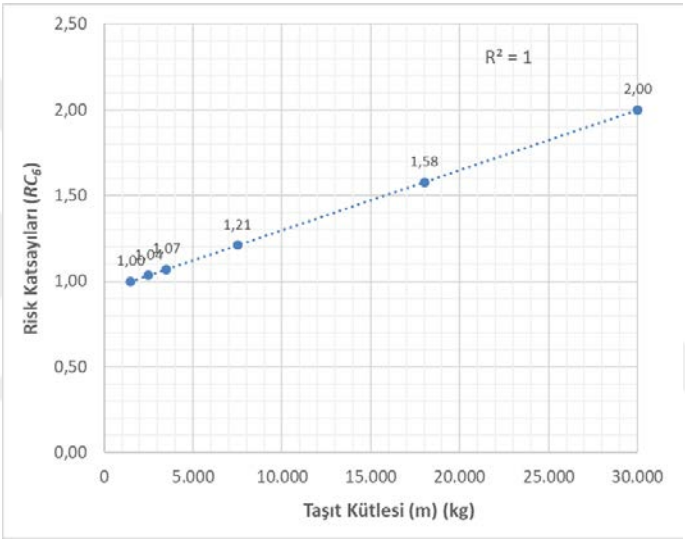
$$RC_{6_j} = [\mathrm{İD}_j + 1], \qquad 1 \leq \mathrm{j} \leq 6, \qquad j \in \mathbb{Z} \tag{3.20}$$

Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı parametresine ait risk katsayıları formül 3.20 ile elde edilerek Çizelge 3.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.20 : Normalize edilmiş değerlerden risk katsayılarının tespit edilmesi.

Araç kütlesi [kg] (m_j)	Araç Kütlesine Bağlı Normalize Enerii Ortalaması $E_{ort}(m_j)$	Değişim oranı $[DO_{mj}]$	Değişim hızı [ΔV]	İndirgenmiş değer $[İD_j]$	Risk Katsayısı (RC_{6j})
1.500	1,00	0,05	19,02	0,00	**1,00**
2.500	1,67	0,08		0,04	**1,04**
3.500	2,34	0,12		0,07	**1,07**
7.500	5,01	0,25		0,21	**1,21**
18.000	12,02	0,60		0,58	**1,58**
30.000	20,02	1,00		1,00	**2,00**

Çizelge 3.20'de verilen risk katsayılarının grafiği Şekil 3.14'te gösterilmiştir.



Şekil 3.14 : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı parametresi risk katsayı eğrisi.

Şekil 3.14'teki grafiğin fonksiyonu denklem 3.21'de gösterilmiştir.

$$RC_6 = 0{,}00004 * m + 0{,}9472 \tag{3.21}$$

RC_6: Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı parametresi risk katsayısı

m : Taşıt kütlesi

3.21'deki denkleme uygun olarak elde edilen risk katsayıları Çizelge 3.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.21 : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı parametresine ait risk katsayıları.

6	**Yoldan Geçen Azami Taşıt Ağırlığı Risk Parametresi**	
Taşıt Sınıfı	**Taşıt Kütlesi [kg]**	**Risk Katsayısı (RC_6)**
M1	1.500	**1**
N1G	2.500	**1,04**
N1	3.500	**1,07**
N2	7.500	**1,21**
N3	18.000	**1,58**
N3	30.000	**2**

Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresine ait risk katsayıları EK E, Çizelge E.6'da her bir varlığın saha verisine karşılık gelen kısma yazılmıştır. Ayrıca bu verilerden yola çıkarak elde edilen ağırlık puanları da çizelgede gösterilmiştir.

3.3.7 Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği risk parametresi

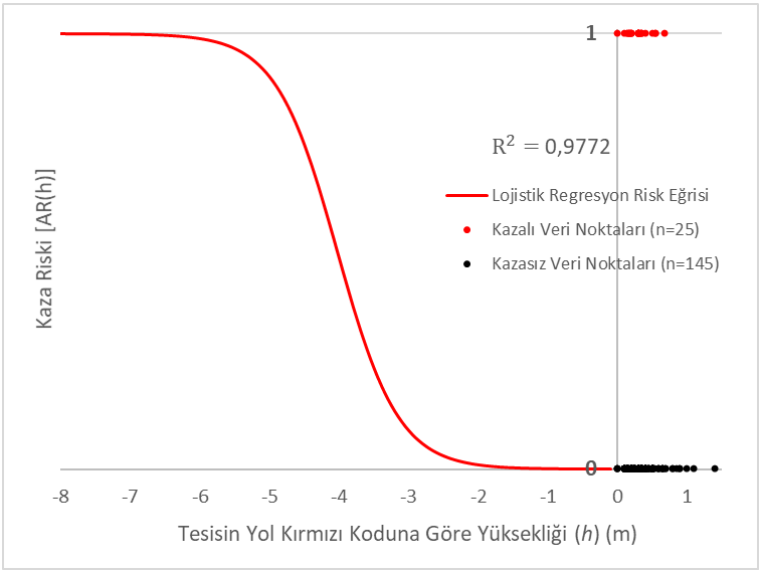
Yapılan saha araştırmalarının sonucunda toplam 165 noktaya ait verinin 20 noktasında 25 kaza yaşanmış ve 145 noktada ise herhangi bir kayıtlı kaza bulunamamıştır. Bu çalışmada yol kenarında yol kımızı kotunun altında bulunan tesislere ait negatif yükseklik değerleri dikkate alınmamıştır. EK P'de görüleceği üzere bağımlı değişkenler için kazalı noktalar "1" ve kazasız noktalar "0" olmak üzere denklem 3.22'de ifade edilen lojistik regresyon risk eğrisi MATLAB eğri uydurma aracı ile çizilmiştir (MATLAB, 2017).

$$AR(h) = \frac{1}{1+e^{(9{,}146+2{,}27.h)}} \tag{3.22}$$

$AR(h)$: Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliğine bağlı kaza risk fonksiyonu

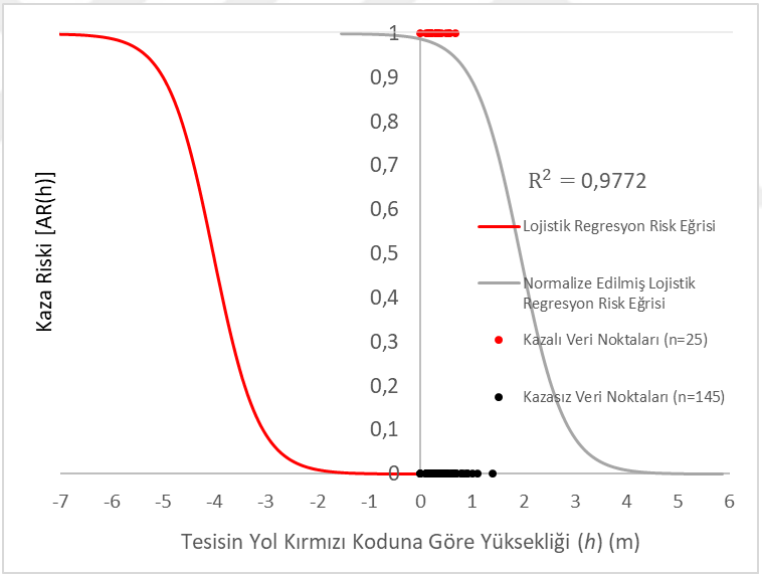
h : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği (m)

Şekil 3.15'te tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği parametresine ait lojistik regresyon risk eğrisi gösterilmiştir. Risk eğrisinin, tesisin yol kırmızı kotuna göre artış miktarına bağlı olarak 1'den 0'a doğru azalış eğilimi kaza riskinin azaldığını göstermiştir.



Şekil 3.15 : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği parametresi lojistik regresyon risk eğrisi.

Lojistik regresyon risk eğrisinin Şekil 3.16'da görüleceği üzere normalize edilmiştir.



Şekil 3.16 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi.

BSI PAS 69:2013'e göre bir tesis yer kotundan 1,25 m yüksekte bulunursa araç çarpmalarına karşı emniyetli kabul edilmiştir. Bu çalışma kapsamında yapılan araç çarpma simülasyonlarında kullanılan M1 sınıfı 900 kg ağırlığındaki taşıtın şasi yüksekliği yer kotundan itibaren 233 mm olarak ölçülmüştür (NHTSA, GM, 1997). Dolayısı ile risk açıklığı 1,25 m ile 0,23 m arasında alınmıştır.

Çizelge 3.22'de görüleceği üzere normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisinin x ekseni ile kesiştiği 0 noktasından başlayarak, y ekseni üzerindeki 1 noktasına

ulaşıncaya kadarki eğrinin yüzdelik değişim oranına karşılık gelen risk değerlerine denklem 3.23'te görüleceği üzere 1 sayısı eklenerek risk katsayıları 1 – 2 aralığında tespit edilmiştir.

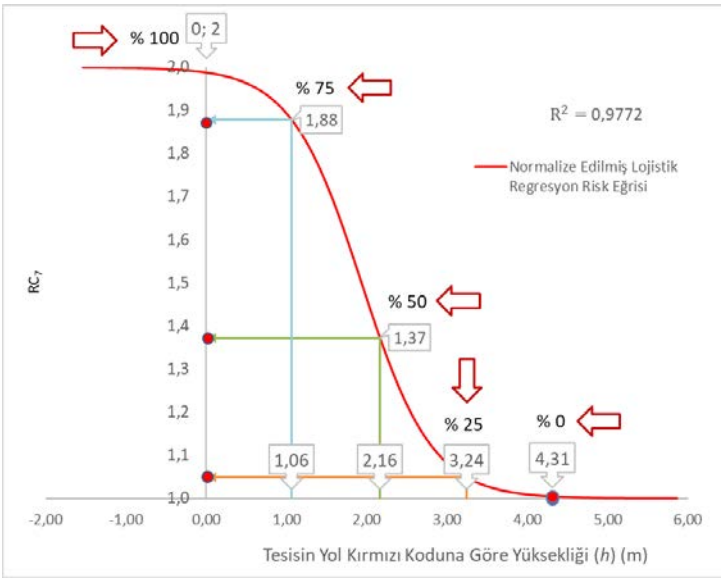
$$RC_7 = AR(h) + 1 \tag{3.23}$$

RC_7: Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği risk katsayısı

Çizelge 3.22 : Normalize edilmiş lojistik regresyon risk eğrisi dağılım oranı ve bu dağılım oranlarına karşılık gelen risk katsayıları.

Normalize Lojistik Regresyon Risk Eğrisi			
$AR(h)_N$	X_N	Eğrinin Dağılım Oranı	Risk Katsayısı (RC_7)
0,00449	4,31	0%	1,00
0,01238	3,86	10%	1,01
0,03015	3,46	20%	1,03
0,04873	3,24	25%	1,05
0,07948	3,01	30%	1,08
0,18301	2,59	40%	1,18
0,37285	2,16	50%	1,37
0,62281	1,71	60%	1,62
0,80900	1,30	70%	1,81
0,87836	1,06	75%	1,88
0,91916	0,86	80%	1,92
0,96931	0,41	90%	1,97
0,98770	0,00	100%	2,00

Çizelge 3.22'de verilen risk eğrisi dağılım oranları Şekil 3.17'de gösterilmiştir.



Şekil 3.17 : Risk eğrisi dağılım oranı grafiği.

Çizelge 3.22'de elde edilen dağılım oranlarının yüzdelik miktarına karşılık gelen tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği Çizelge 3.23'te risk katsayıları ile eşleştirilmiştir. Her bir oransal değişime karşılık gelen mesafe risk katsayısı ile aynı satıra yazılmıştır. Böylece sahadan alınan verilerin hassas bir şekilde risk derecelendirilmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.23 : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği parametresine ait risk katsayıları.

7	**Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği Risk Parametresi**	
Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği (m)	**Eğrinin Dağılım Oranı**	**Risk Katsayısı (RC_7)**
h ≥ 1,25	0%	**1,00**
1,25 > h ≥ 1,14	10%	**1,01**
1,14 > h ≥ 1,05	20%	**1,03**
1,05 > h ≥ 1,00	25%	**1,05**
1,00 > h ≥ 0,94	30%	**1,08**
0,94 > h ≥ 0,84	40%	**1,18**
0,84 > h ≥ 0,74	50%	**1,37**
0,74 > h ≥ 0,63	60%	**1,62**
0,63 > h ≥ 0,54	70%	**1,81**
0,54 > h ≥ 0,48	75%	**1,88**
0,48 > h ≥ 0,43	80%	**1,92**
0,43 > h ≥ 0,33	90%	**1,97**
0,33 > h ≥ 0,23	93%	**1,98**
0,23 > h ≥ 0,00	100%	**2,00**

Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği risk parametresine ait risk katsayıları EK E, Çizelge E.7'de her bir varlığın saha verisine karşılık gelen kısma yazılmıştır. Ayrıca bu verilerden yola çıkarak elde edilen ağırlık puanları da çizelgede gösterilmiştir.

3.4 Risk Parametreleri Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi

3.4.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS-AHP) yöntemi

Analitik Hiyerarşi Süreci, 1977'de, Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş, çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde ve ağırlıklandırılmasında kullanılan yöntemlerden bir tanesidir (Saaty, 1990). İncelenen konu ile ilgili o konunun uzmalarının görüş, bilgi ve tecrübelerini sistematik bir yaklaşım ile ölçeklendirmektedir. Farklı kriterler için farklı alternatiflerin ikili karşılaştırmasını içermektedir. Yöntem esnektir, sezgilere dayanmaktadır ve tutarsızlıkları kontrol etmektedir (Aruldoss, 2013). Çok kriterli karar verme yöntemi, birçok kriterin ortaya çıktığı durumlarda, kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Ortaya çıkan kritelerin birbirlerine göre ağırlıkları (Geroge, 2009), tutarlılık analizi ile kontrol edilerek en uygun karşılaştırma değerleri vermektedir.

3.4.2 Analitik Hiyerarşi Süreci ile risk katsayı ağırlıklarının belirlenmesi

RMS-B şehir içi doğal gaz dağıtım istasyonlarının bulunduğu noktalarda, yaşanan kaza durumlarının incelenmesi, literatür, saha araştırmaları ve Delphi Tekniği'ne uygun olarak yapılan anket çalışması ile ulaştırma mühendisliği anabilim dalında akademisyenlerin ve risk değerlendirme konusunda uzman mühendislerin görüşleri doğrultusunda elde edilen önem sırasına bağlı kalınmıştır (Apak ve diğ, 2019).

Risk parametrelerinin ağırlıklarının tespit edilebilmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci'nden faydalanılarak, ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.18). Burada standart tercih tablosunda ifade edilen tanımlara uygun olarak kriterlerin kendi aralarındaki önem değerlerine göre 1'den 9'a ve (1/2'den 1/9'a) kadar değerler matrisin alt üçgen bölgesine (sarı bölge) girilmiştir. Matrisin üst üçgen bölgesine (beyaz bölge) ise girilen değerin tersi işlenmiştir. Tüm sütunlar toplanarak, sütun toplamları her bir sütunun en altına yazılmıştır.

			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği
			A	B	C	D	E	F	G
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	A	1	7	2	1	2	2	4
2	Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,14	1	0,5	0,20	0,25	0,25	0,5
3	Yatay Kurp	C	0,50	2	1	0,50	0,33	0,5	3
4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	1	5	2	1	3	1	3
5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,50	4	3	0,33	1	0,5	2
6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,50	4	2	1	2	1	4
7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,25	2	0,33	0,33	0,50	0,25	1
	TOPLAM		3,89	25,00	10,83	4,37	9,08	5,50	17,50

Şekil 3.18 : İkili karşılaştırma matrisi.

İkinci aşamada, her bir sütun matrisinin sütun toplamlarının bir değerini alabilmesi için, ikili karşılaştırma matrisinin normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalizasyon için, Şekil 3.18'deki matrisin karşılaştırma değerleri ait olduğu sütunun toplam değerine bölünerek Şekil 3.19'da görülen normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu elde edilen matrisin her bir satırının ortalaması sağına yazılarak kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur.

										Kriter Ağırlığı
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	A	0,26	0,28	0,18	0,23	0,22	0,36	0,23	0,2518421
2	Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,0386002
3	Yatay Kurp	C	0,13	0,08	0,09	0,11	0,04	0,09	0,17	0,1020410
4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	0,26	0,20	0,18	0,23	0,33	0,18	0,17	0,2220037
5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,13	0,16	0,28	0,08	0,11	0,09	0,11	0,1367123
6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,13	0,16	0,18	0,23	0,22	0,18	0,23	0,1903766
7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,06	0,08	0,03	0,08	0,06	0,05	0,06	0,0584241
	TOPLAM		1	1	1	1	1	1	1	1

Şekil 3.19 : Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi.

			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	Kriter Ağırlığı
			A	B	C	D	E	F	G	
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	A	1	7	2	1	2	2	4	0,2518421
2	Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,14	1	0,5	0,20	0,25	0,25	0,5	0,0386002
3	Yatay Kurp	C	0,50	2	1	0,50	0,33	0,5	3	0,1020410
4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	1,00	5	2	1	3,00	1	3	0,2220037
5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,50	4	3	0,333	1	0,5	2	0,1367123
6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,50	4,00	2,00	1,00	2,00	1	4	0,1903766
7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,25	2,00	0,33	0,33	0,50	0,25	1	0,0584241

Şekil 3.20 : İkili karşılaştırma matrisi ile kriter ağırlıklarının gösterimi.

Şekil 3.20'de görüldüğü üzere ikili karşılaştırma matrisindeki her bir sütun kriter ağırlık sütunundaki sıraya bağlı kalınarak kriter ağırlıkları ile çarpılarak yeni bir matris oluşturulmuştur (Şekil 3.21).

Şekil 3.21'deki oluşturulan bu matrisin her bir satırının toplamı alınarak matrisin sağında ağırlıklı toplam değer sütunu oluşturulmuştur.

									Ağırlıklı Toplam Değer (ATD)
Taşıt Sayısı (YOGT)	A	0,25	0,27	0,20	0,22	0,27	0,38	0,23	1,836003
Taşıt Yolunun Eğimi	B	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03	0,280983
Yatay Kurp	C	0,13	0,08	0,10	0,11	0,05	0,10	0,18	0,732196
Taşıt Yolunun Hız Limiti	D	0,25	0,19	0,20	0,22	0,41	0,19	0,18	1,646715
Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	E	0,13	0,15	0,31	0,07	0,14	0,10	0,12	1,009195
Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	F	0,13	0,15	0,20	0,22	0,27	0,19	0,23	1,403905
Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	G	0,06	0,08	0,03	0,07	0,07	0,05	0,06	0,422550

Şekil 3.21 : Ağırlıklı toplam değerin bulunması.

Bu aşamadan sonra her bir kritere karşılık gelen Ağırlıklı Toplam Değer (ATD) ve Kriter Ağırlığı (KA) oranlanmıştır. Çıkan sonuçlar ilgili kritere karşılık gelen satıra yazılmıştır.

Tutarlılık İndeks (Tİ) değerinin bulunabilmesi için, Temel Değer'in hesaplanması gerekmektedir. Temel Değer olan $\lambda_{mak.}$ için Çizelge 3.24'te gösterildiği gibi Ağırlıklı Toplam Değerin, Kriter Ağırlığı'na oranlanmasından elde edilen sonuçlar sütun toplamının, Kriter Sayısına (n) bölümü ile bulunmaktadır.

Çizelge 3.24 : Temel Değer olan $\lambda_{mak.}$ hesap tablosu.

Ağırlıklı Toplam Değer (ATD)	Kriter Ağırlığı (KA)	$\frac{ATD}{KA}$	Kriter Sayısı (n)	Temel Değer ($\lambda_{mak.}$) (51,151319/7)
1,836003	0,251842	7,290296	7	7,3073341
0,280983	0,038600	7,279319		
0,732196	0,102041	7,175505		
1,646715	0,222004	7,417510		
1,009195	0,136712	7,381888		
1,403905	0,190377	7,374358		
0,422550	0,058424	7,232464		
	TOPLAM:	51,151339		

Bulunan kriter ağırlıklarının tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bunun için Tutarlılık Oranı (TO) değerinin 0,10'dan küçük olması gerekmektedir.

Tutarlılık İndeks (Tİ) değeri, denklem 3.24 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Tİ} = \frac{(\lambda_{\text{mak.}} - n)}{n-1} \tag{3.24}$$

Tİ : Tutarlılık İndeksi

$\lambda_{\text{mak.}}$: Temel Değer

n : Kriter Sayısı

Buradan Tutarlılık Oranı'nın bulunması için denklem 3.25 kullanılmıştır.

$$\text{TO} = \frac{\text{Tİ}}{\text{SDD}} \tag{3.25}$$

TO : Tutarlılık Oranı

SDD : Standart Düzeltme Değeri

n=7 için standart düzeltme değeri SDD:1,32'dir (Çizelge 3.25).

Çizelge 3.25 : Standart düzeltme değeri serisi (Saaty., 1980).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SDD (RI)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$\text{TO} = \frac{0,055122}{1,32} = 0,04 < 0,10$ olduğundan, kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu görülmüştür (Çizelge 3.26).

Çizelge 3.26 : Tutarlılık oranı hesap tablosu.

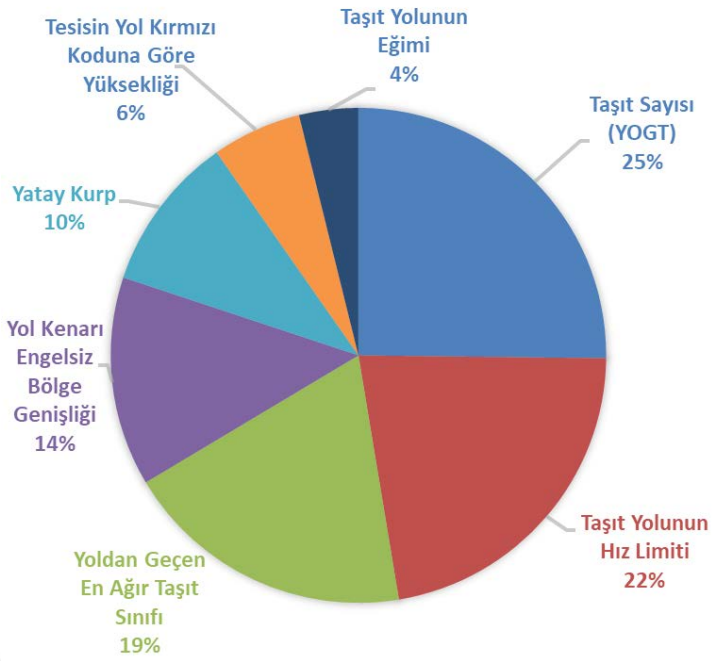
Ağırlıklı Toplam Değer (ATD)	Kriter Ağırlığı (KA)	$\frac{ATD}{KA}$	Kriter Sayısı (n)	Temel Değer ($\lambda_{mak.}$) (51,151319/7)	Tutarlılık İndeksi (Tİ) Consistency Index (CI)	Standard Düzeltme Değeri (SDD) Random Index (RI)	Tutarlılık Oranı (TO) Consistency Ratio (CR)	
1,836003	0,251842	7,290296	7	7,3073341	0,05122	1,32	**0,04**	< 0,10 OLMALIDIR
0,280983	0,038600	7,279319						
0,732196	0,102041	7,175505						
1,646715	0,222004	7,417510						
1,009195	0,136712	7,381888						
1,403905	0,190377	7,374358						
0,422550	0,058424	7,232464						
	TOPLAM:	**51,151339**						

Çizelge 3.27'de risk parametrelerinin AHS duyarlılık analizi sonucu birbirleri arasındaki ağırlık oranları gösterilmiştir.

Çizelge 3.27 : Risk parametreleri ağırlık oranları çizelgesi.

Sıra No	Risk Parametresi	Riski Üreten Faktör	Birimi	Parametre Ağırlık Oranı
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	Yol	Taşıt/gün	25%
2	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol	km/sa	22%
3	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Araç	kg	19%
4	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yol	m	14%
5	Yatay Kurp	Yol	m	10%
6	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	Yol	m	6%
7	Taşıt Yolunun Eğimi	Yol	%	4%

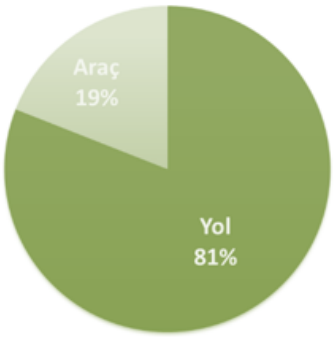
Yer üstü varlığının göreceli risk puanının hesabında Şekil 3.22'de görüleceği üzere yedi risk parametresinin Analitik Hiyerarşi Süreciyle yapılan duyarlılık analizinden çıkan sonuçlarına göre taşıt sayısı % 25'lik bir oranla en fazla risk puanını etkilemektedir. Sırasıyla, taşıt yolunun hız limiti % 22, yoldan geçen azami taşıt ağırlığı % 19, yol kenarı engelsiz bölge genişliği % 14, yatay kurp düzeltme faktörü % 10, tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği % 6 ve taşıt yolunun eğimi % 4 oranlarında risk puanını etkilemektedir.



Şekil 3.22 : Risk parametreleri ağırlık oranları grafiği.

Şekil 3.23'ten de görüleceği üzere riski üreten yol ve araç faktörlerine ait parametrelerin risk faktörleri olarak gruplanması sonucu, bu çalışmada dikkate alınan parametrelerrin yol ile ilgili olanları % 81 ve araç ile ilgili olanları % 19'luk bir ağırlığa sahip olmaktadır.

Riski Üreten Faktör	Risk Parametresi	Parametre Ağırlık Oranı	Faktör Oranı
Yol	Taşıt Sayısı (YOGT)	25%	81%
	Taşıt Yolunun Hız Limiti	22%	
	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	14%	
	Yatay Kurp	10%	
	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	6%	
	Taşıt Yolunun Eğimi	4%	
Araç	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	19%	19%



Şekil 3.23 : Risk faktörlerine göre ağırlık oranları.

3.5 Risk Parametrelerine Ait Ağırlıklandırılmış Risk Puanlarının Tespiti

Her bir varlığa ait risk katsayısı (puanı), ilgili risk parametresinin ağırlık oranı ile çarpılmıştır. Her bir varlık için bulunan parametrelere ait ağırlıklı puanlar birbirleri ile çarpılarak ağırlıklı toplam risk puanı bulunmuştur. Ağırlıklı toplam risk puanını anlamlı hale getirmek için düzeltme katsayısı ile çarpılması gerekmektedir.

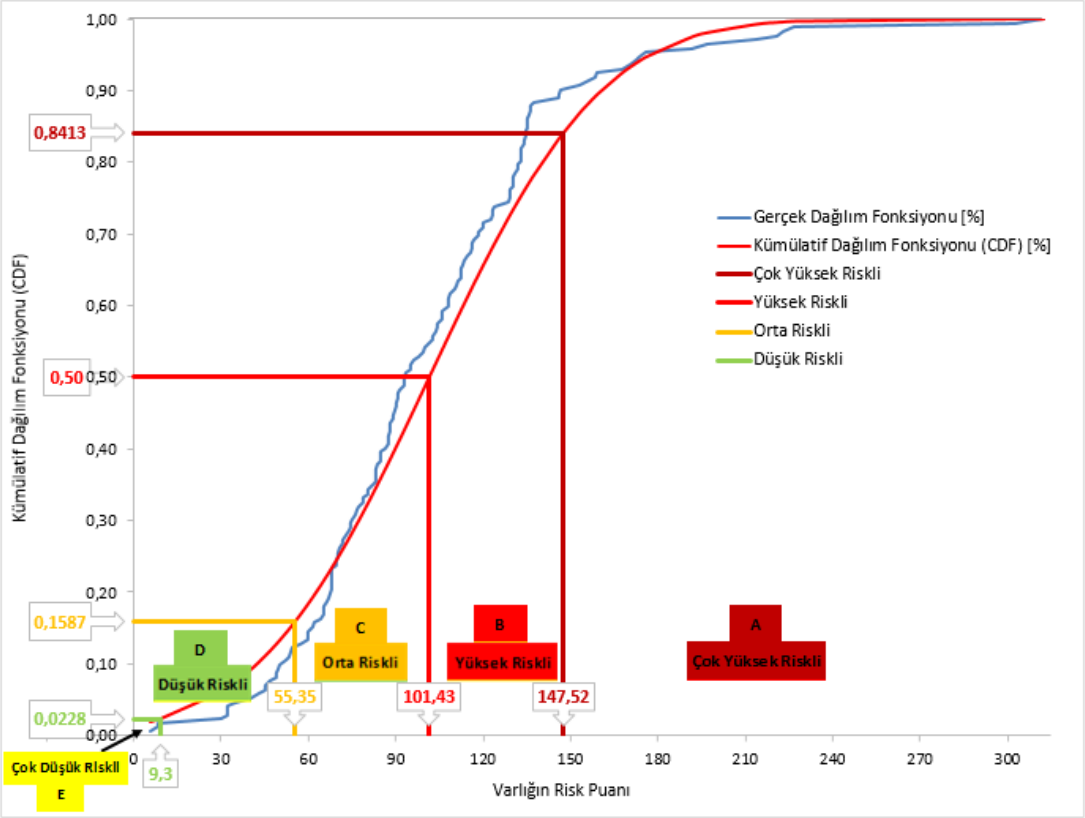
Düzeltme katsayısı bulunurken de bu çalışma kapsamında risk puanlarının net görülebilmesi için varlığın maksimum risk puanı 1000 olarak alınmıştır. Yedi parametrenin her birinde en kötü durum senaryosunun gerçekleşmesi durumunda, varlığa ait maksimum risk katsayısıları ile bu risk katsayılarının ağırlık oranlarının çarpımı maksimum ağırlıklı risk puanını vermektedir. Maksimum risk puanı olan 1000'in maksimum ağırlıklı risk puanına bölünmesi ile elde edilen değer düzeltme katsayısı olarak kullanılmıştır.

Çizelge 3.28 : Maksimum ağırlıklı risk puanının tespiti ve düzeltme katsayısı.

Sıra No	Risk Parametresi	Maksimum Risk Katsayısı	Ağırlık Oranı	Maksimum Ağırlıklı Risk Puanı [MARP]	Varlığın Maksimum Risk Puanı [VMRP]	Düzeltme Katsayısı $\frac{[VMRP]}{[MARP]}$
1	Taşıt Sayısı (YOGT)	2,00	0,2518421			
2	Taşıt Yolunun Eğimi	2,00	0,0386002			
3	Yatay Kurp	1,50	0,1020410			
4	Taşıt Yolunun Hız Limiti	2,00	0,2220037	0,00003214676	1000	31107333
5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	2,00	0,1367123			
6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	2,00	0,1903766			
7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	2,00	0,0584241			

EK E'de gösterildiği şekilde 172 adet yer üstü varlığa ait ağırlıklı toplam risk puanları, Çizelge 3.28'de gösterilmiş olan düzeltme katsayısı ile çarpılarak her bir varlığa ait risk puanı 0 – 1000 aralığında hesaplanmıştır. Elde edilen verilerle yer üstü varlıklarının gerçek ve kümülatif dağılım fonksiyon eğrileri çizilmiştir (Şekil 3.24).

Şekil 3.24'te çizilmiş olan grafikte 172 adet veriye ait, veri açıklığı 306 olup, en düşük risk puanı 6, en yüksek risk puanı ise 312 olarak hesaplanmıştır. Bu verilerin ortalama değeri (μ) 101,43, standart sapması (σ) 46,09 olarak bulunmuştur.



Şekil 3.24 : Gerçek ve kümülatif dağılım fonksiyon eğrisinde risk gruplarının gösterimi.

Kümülatif dağılım fonksiyonunun anlamlandırılabilmesi için standart sapması 46,09 olarak bulunan veri grubunda, her bir standart sapma değeri için risk grup açıklıkları oluşturulmuştur. Çizelge 3.29'da da risk gruplarının kümülatif dağılım fonksiyonuna göre risk puan aralıkları gösterilmiştir.

Çizelge 3.29 : Risk gruplarına göre varlıkların risk puan aralıkları.

Risk Grubu		Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) [%]		Varlık Risk Puan Verisi		
		Dağılım Aralığı		Risk Puan Aralığı		Sayısı
A	Çok Yüksek Riskli	0,8413	1,0000	147,52	312,38	17
B	Yüksek Riskli	0,5000	0,8413	101,43	147,52	61
C	Orta Riskli	0,1587	0,5000	55,35	101,43	73
D	Düşük Riskli	0,0228	0,1587	9,30	55,35	18
E	Çok Düşük Riskli	0,0000	0,0228	0	9,30	3

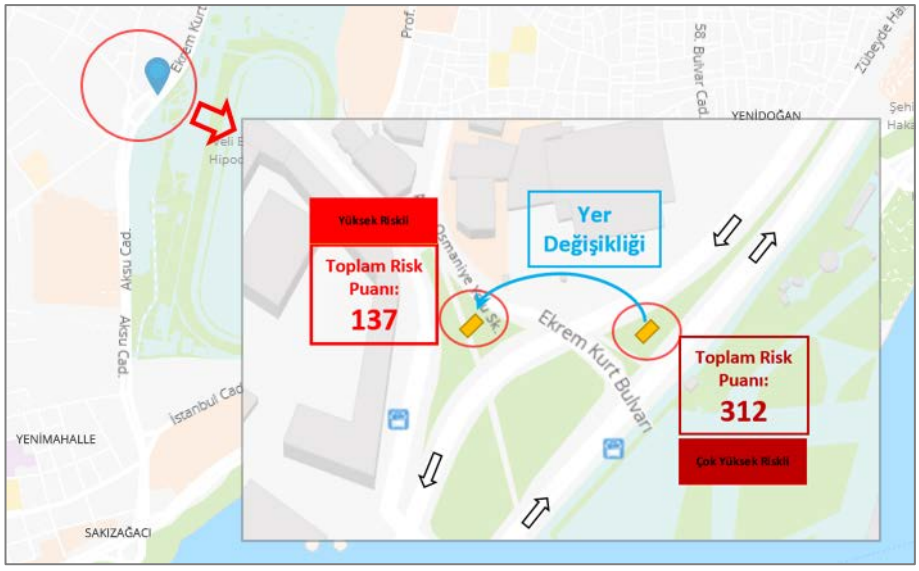
3.6 Risk Puanlama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Resmi kurum harici motorlu taşıt bulunmayan İstanbul Adalar'daki yer üstü varlıklar aldığı puan doğrultusunda sarı renkli çok düşük riskli grupta yer almıştır (Şekil 3.25). Çok düşük riskli gurupta bulunan yer üstü varlıkların trafik etkilerine karşı önlem alınacağı takdirde yeşil bölüm olan düşük risk grubundaki koruma seviyesine uygun önlem alınması öngörülmüştür.



Şekil 3.25 : En düşük (soldaki resim) ve en yüksek (sağdaki resim) toplam risk puanına sahip varlıklar.

Bu çalışmanın devam ettiği süreçte Şekil 3.25'te gösterilen toplam risk puanı en yüksek çıkan ve çok yüksek risk grubuna giren varlık (sağdaki resim), ilgili idare tarafından araç çarpmalarının çok yaşanması sebebiyle yeri değiştirilerek önceki yerine göre daha emniyetli bir noktaya taşınmıştır (Şekil 3.26). Yapılan ölçümleme sonucu yeni yerinde toplam risk puanının azalarak bir alt risk grubu içerisine dâhil olduğu ve yüksek risk grubuna girdiği görülmüştür.



Şekil 3.26 : Yer değişikliği ile risk grubu değişen yer üstü varlığı.

Araç çarpması sonucu ciddi hasarlar almış olan istasyonlar çok yüksek risk grubunda yer alarak en yüksek koruma seviyesine sahip olmalarının gerekliliği risk puanları ile ortaya çıkmıştır.

Saha çalışmaları ile 172 istasyonun 23'ünde kayıtlı kazalar incelendiğinde, bu 23 noktanın bazılarında tekrarlı kazalar meydana gelmiş ve toplam kaza sayısı 28 olmuştur. Saha araştırmasında dikkate alınan yer üstü varlıklarına göre çizilen kümülatif dağılım eğrisinden elde edilen risk gruplarındaki varlık sayıları Çizelge 3.30'da gösterilmiştir. Her bir risk grubundaki kazalı noktaların sayısının risk grubundaki toplam varlık sayısına oranlanması sonucu çok yüksek risk grubu içerisinde yer alan varlıkların % 35'inin, yüksek riskli gruptaki varlıkların % 15'inin, orta riskli grupta yer alan varlıklarında % 8'inin trafik etkilerine maruz kaldığı görülmüştür. Bu da oluşturulan modelin risk grupları ile örtüştüğünü göstermektedir.

Çizelge 3.30 : Varlıklarda meydana gelen kazaların risk gruplarına göre dağılımı.

Risk Grubu	A Çok Yüksek Riskli	B Yüksek Riskli	C Orta Riskli	D Düşük Riskli	E Çok Düşük Riskli
Risk Gruplarındaki Varlık Sayısı	17	61	73	18	3
Kazalı Nokta Sayısı*	6	9	6	2	0
Kazalı Nokta Yüzdesi	35%	15%	8%	11%	0%
Kazalı Noktalardaki Olay Sayısı**	9	11	6	2	0
Kazalı Noktalardaki Olay Yüzdesi	53%	18%	8%	11%	0%

* Kaza meydana gelen farklı noktaları ifade etmektedir.

** Kaza noktalarındaki toplam kaza sayısını belirtmektedir.

Çizelge 3.30'daki düşük riskli grupta yer alan 2 adet kaza özellikle veri toplanma safhasında bu çalışmaya konu kriterler kapsamında ihmal edilebilir özelliklerde olmasına rağmen, modelin çıktılarında nasıl bir sonuç ortaya koyacağının görülebilmesi için veri havuzunda tutulmuştur. Bu iki noktada meydana gelen kazaların kök nedenine inildiğinde; birinci istasyonun konumunun bina otopark çıkışının önü seçilmiş olması kazaya sebebiyet verdiği görülmüştür. Diğer kazanın gerçekleştiği istasyon ve çevresi incelendiğinde ise kaza tarihinde istasyonun yanında

yapılmakta olan sosyal tesisin inşaatına ait bir aracın istasyon kabinine hasar verdiği görülmüştür.

Bu çalışmada insana ait yaş, sürüş becerisi, tecrübe, dikkati etkileyen (ev, aile, iş, çocuk vb.) hususlar, ayrıca uykusuzluk, alkol ve sürücünün sağlık durumu gibi insan kaynaklı risk faktörleri ile araçlara ait muayene, periyodik bakım vb. ihmalleri içeren araç kaynaklı risk faktörleri kapsam dışında tutulmuştur. Kazalara neden olabilecek bu iki faktör ayrıca incelenmesi gereken hususlardandır. İnsana ait faktörlerin bu risk grupları ile etkileşiminin dikkate alınması, yol kenarı tesislerinin güvenliği ile ilgili karar alma noktasında tasarım parametrelerini iyileştireceği de göz ardı edilmemelidir (AASHTO, Highway Safety Manual, 2010).

Çizelge 3.30 incelendiğinde 23 konumda farklı tarihlerde toplam 28 kaza meydana gelmiştir. Bu 23 konumdan 5'inde birden fazla kaza gerçekleşmiştir. Bu tekrarlı kazaların dikkate alınması ile trafik etkilerine maruz kalma oranları, kazalı noktaların sayısının her bir risk grubundaki toplam varlık sayısına oranlanması sonucu çok yüksek risk grubu içerisinde yer alan varlıklar % 35'ten % 53'e, yüksek riskli gruptaki varlıklar ise % 15'ten % 18'e yükselmiştir. Orta riskli grupta yer alan varlıkların ise % 8'inin trafik etkilerine maruz kaldığı görülmüştür.

Yukarıda belirtilen hususlar çerçevesinde düşük risk grubundaki kazalar hariç tutulduğunda risk gruplarına göre kazaların oransal gerçekleşmelerinin giderek azalan değerlerde olması, modelin belirlediği risk gruplarıyla örtüştüğünü göstermiştir.

Böylece elde edilen saha verileri ile bu araştırma kapsamında yapılan çalışmalar sonucuna göre ortaya çıkan varlıkların risk grupları ve bunlara ait puan aralığı değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

Aynı zamanda yeni otokorkuluk sistemi tasarımında koruma seviyeleri belirlenirken, ortaya çıkan bu risk grup aralıkları kullanılmıştır.

4. MEVCUT OTOKORKULUKLARIN DOĞRULANMASI VE SAYISAL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

4.1 Mevcut Sabit Mantar Otokorkulukların Kaza Verileriyle Doğrulanması

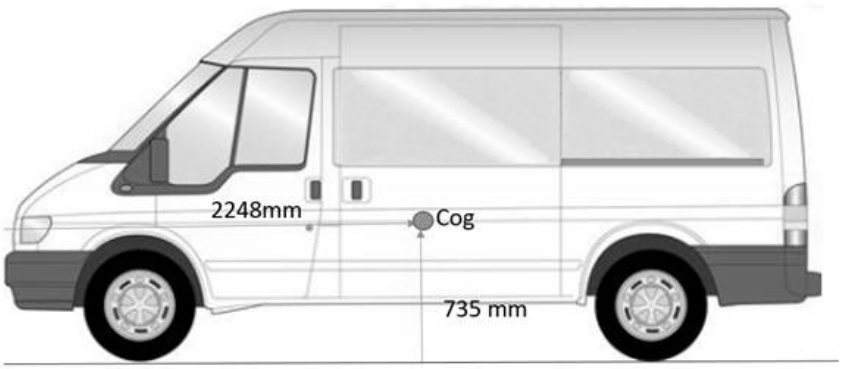
Sonlu eleman modelinde analizlerin yapılabilmesi için kullanılacak değişkenlerin doğrulanması gerektiği için Şekil 4.1'deki kaza seçilmiştir. Seçilen bu kaza durumunda; RMS-B istasyonunun yol kenarına yakın ve yol kenarına gelen kısmında kaldırım yüksekliğinin yok denilebilecek kadar az olduğu görülmektedir. Aynı zamanda araç çarpması sonucu mevcut sabit mantar korkuluklarının davranışları, kaza yapan aracın marka, model ve çarpma açısı net bir şekilde görüldüğünden, doğrulama analizi için gereken tüm parametrelerin mevcut olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.1 : Yol kenarında bulunan RMS-B şehir içi doğal gaz bölge reglaj istasyonuna araç çarpması sonucu oluşan hasar.

Şekil 4.1'den de görüleceği üzere yol kenarında bulunan şehir içi doğal gaz bölge reglaj istasyonuna 2.070,00 kg ağırlığında M2 sınıfı bir yolcu minübüsü çarpmıştır.

Tesise çarpan aracın ağırlık merkezi ise Şekil 4.2'de görüleceği üzere; aracın en ön noktasından 2.248 mm geride, yerden 735 mm yukarıda ve araca önden bakıldığında 3 mm sol taraftadır.

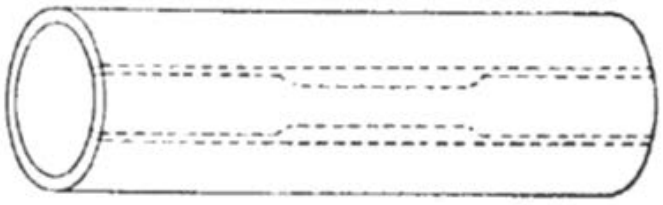


Şekil 4.2 : Tesise çarpan yolcu minibüsünün ağırlık merkezi.

Bölge reglaj istasyonlarının etrafında kullanılan sabit mantar koruma otokorkuluklarının çarpma enerjisi karşısında davranışını tayin edebilmek için çelik otokorkuluktan ve temel betonundan numuneler alınarak laboratuvar deneyleri yapılmıştır.

4.1.1 ST44 çelik otokorkuluğun mekanik özelliklerinin tespiti

Mevcut ST44 çelik otokorkuluğun mekanik özelliklerini tespit edebilmek için, ST44 dikişsiz, sıcak çekme, 152,4 mm çapında ve 8 mm et kalınlığındaki çelik borudan çekme deneyi için Şekil 4.3'teki gibi ASTM E8M-04 standardına uygun numune hazırlanmıştır. Borudan alınacak olan metal malzeme numunelerinin kenarları, verilen ölçüler dâhilinde birbirine paralel kesilmesi gerekmektedir.



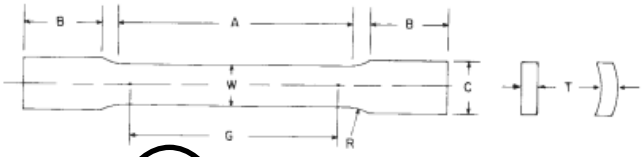
Şekil 4.3 : ASTM E8M-04'e göre çekme deney numunelerinin borudan kesileceği bölge.

Şekil 4.4'te görüleceği üzere Bölge Reglaj İstasyonlarının etrafında kullanılan koruma otokorkulukları üzerinden ASTM E8M-04 standardına uygun numune alma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.4 : Çelik boru üzerinden numunelerin alınması.

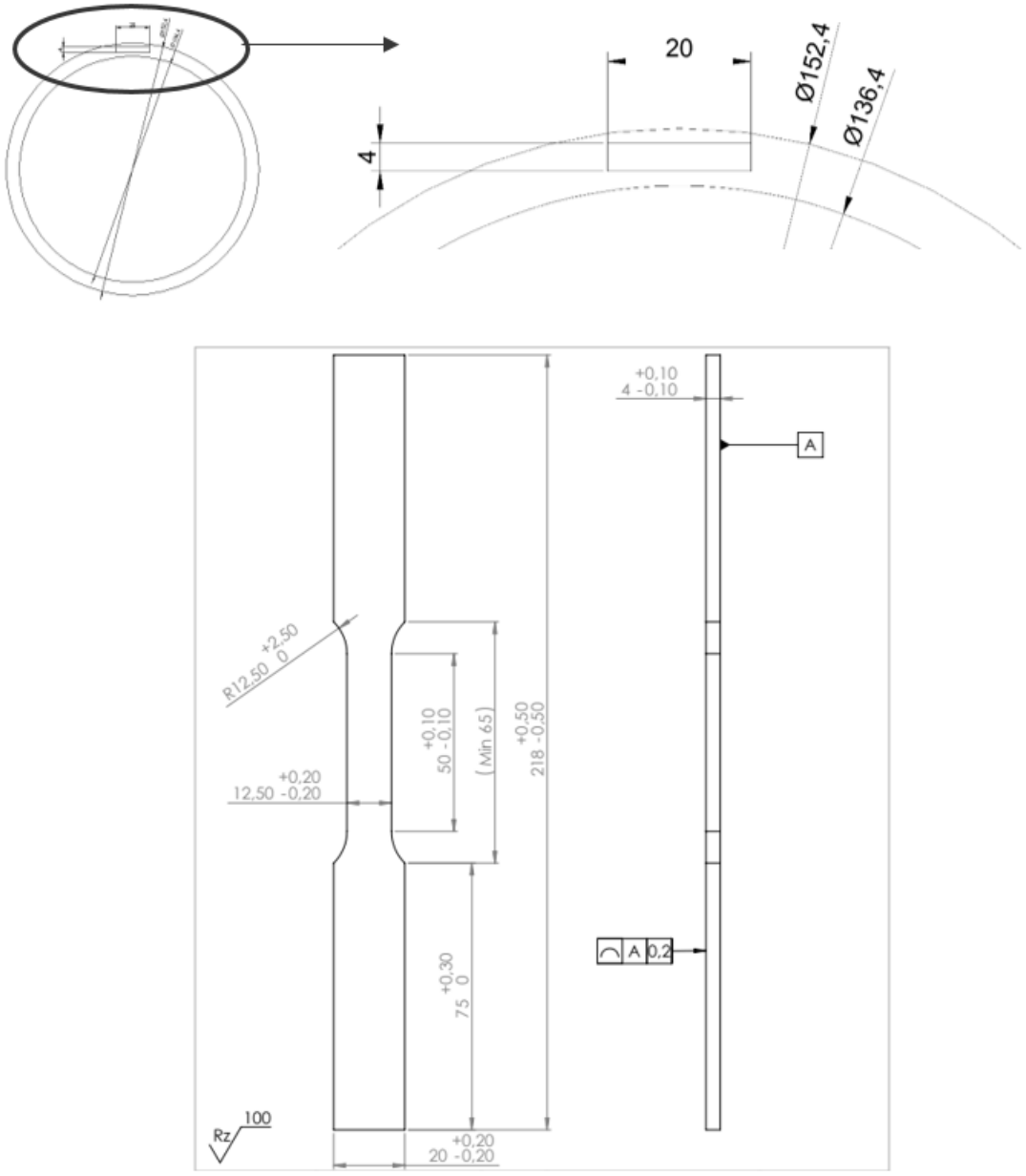
ASTM E8M-04 standardına göre et kalınlığı 20 mm altındaki büyük çaplı borular için çekme deney numuneleri Şekil 4.5'te görülen ölçülere göre hazırlanmıştır.



Nominal Width	Dimensions, mm						
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5	Specimen 6	Specimen 7
	12.5	40	40	20	20	25	25
G—Gage length	50.0 ± 0.1	50.0 ± 0.1	200.0 ± 0.2	50.0 ± 0.1	100.0 ± 0.1	50.0 ± 0.1	100.0 ± 0.1
W—Width (Note 1)	12.5 ± 0.2	40.0± 2.0	40.0 ± 2.0	20.0 ± 0.7	20.0 ± 0.7	25.0 ± 1.5	25.0 ± 1.5
T—Thickness	measured thickness of specimen						
R—Radius of fillet, min	12.5	25	25	25	25	25	25
A—Length of reduced section, min	60	60	230	60	120	60	120
B—Length of grip section, min (Note 2)	75	75	75	75	75	75	75
C—Width of grip section, approximate (Note 3)	20	50	50	25	25	40	40

Şekil 4.5 : Çekme deneyi için büyük çaplı borulardan alınacak numune ölçüleri.

Şekil 4.6’da deney yapılacak metal numunelerin ölçüleri gözükmektedir.



Şekil 4.6 : Teste tabi tutulacak metal malzeme numunelerinin toleranslı ölçüleri.

Standarda göre boru yüzeyinden alınan numuneler, her yerde aynı kalınlığın sağlanabilmesi için her bir yüzeyden normal duvar kalınlığının % 15’inden fazla olmamak koşuluyla yüzey traşlama ve taşlama işlemlerinin yapılması gerekmektedir (ASTM E 8M-04, 1997). Şekil 4.7’de görüleceği üzere boru yüzeyinden alınan numuneler ilk önce üniversal freze tezgâhında yüzey traşlama işlemi yapılmıştır. Daha sonra hassas yüzey elde etmek için satıh taşlama işlemine tabi tutularak numunenin her yerinde kalınlığın 4 mm’ye indirilmesi sağlanmıştır.



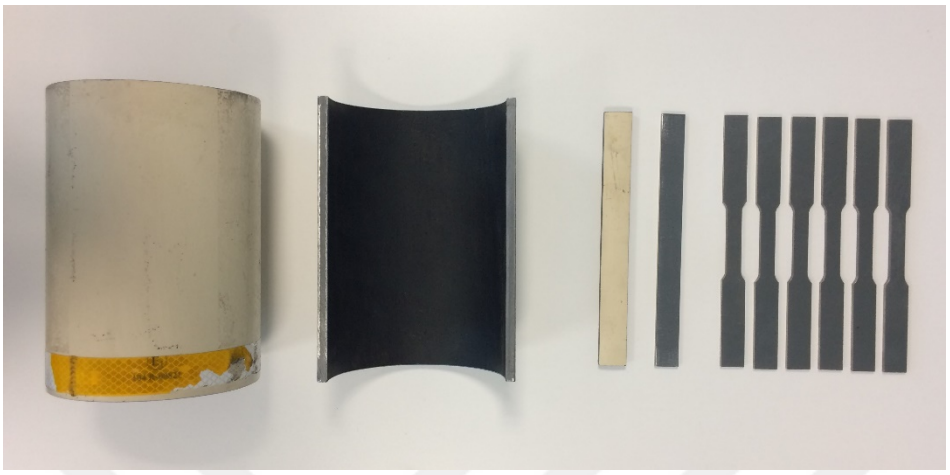
Şekil 4.7 : Numunelerin freze ve mıknatıslı hassas taşlama ile 4 mm kalınlığa ayarlanması.

Numunelerin orta kısmının kesit alanı uçlarından daha dar olup, ölçü bölgesi olarak isimlendirilmektedir. Numunelerin ölçüm yapılacak bölgesi Şekil 4.8'teki gibi CNC freze tezgâhta işlenerek standartta belirtildiği şekilde köpek kemiği çekme numunesi şekline getirilmesi sağlanmış ve çekme deneyine hazır hale getirilmiştir. Numunelerin uç kısımları ölçü bölgesine göre daha geniş olup çekme cihazının çeneleri bu bölgelerden numuneyi tutarak çekme yükü uygulamaktadır.



Şekil 4.8 : CNC tezgâhta numunelerin ölçüm uzunluk ve genişliklerinin ayarlanması.

Bölge reglaj istasyonlarının etrafında kullanılan sabit mantar otokorkuluklardan alınan numunelerin çekme deneyi için hazırlanış sırası soldan sağa Şekil 4.9'da görülmektedir.



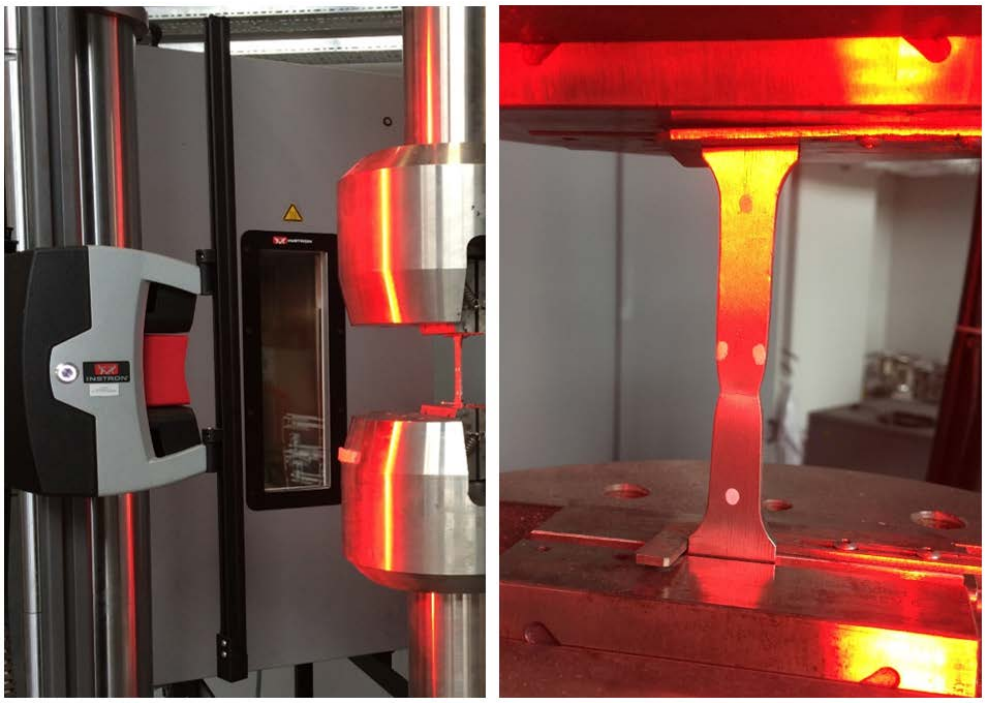
Şekil 4.9 : Çekme deneyi için hazırlanan numunelerin hazırlanış sıralaması.

Hazırlanan altı adet köpek kemiği metal numuneler, TS EN ISO 6892-1:2016 standardına uygun olarak oda sıcaklığında (23 °C ± 5 °C), Şekil 4.10'da görülmekte olan 250 kN'luk Servo Hidrolik Test Cihazı ile çekme deneyine tabi tutulmuştur (TSE-TS EN 6892-1, 2016).



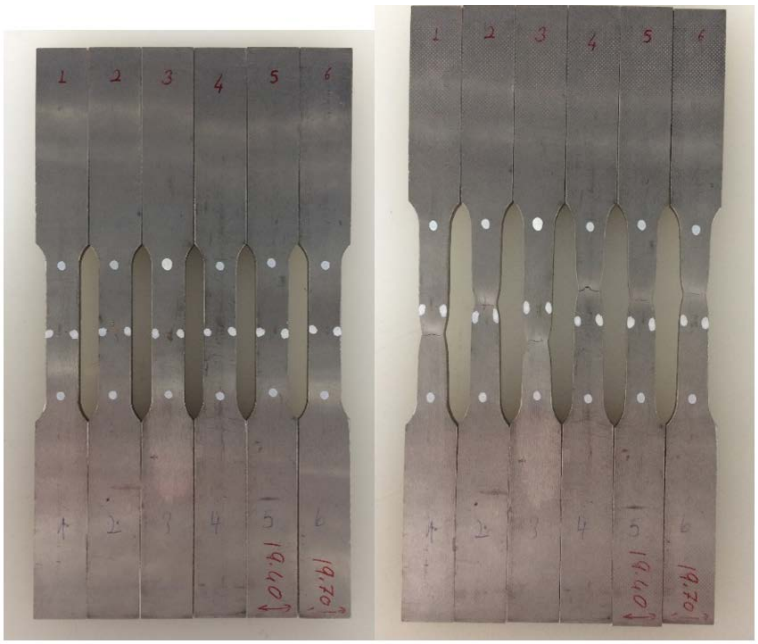
Şekil 4.10 : Instron 8803 - 250 kN'luk servo hidrolik test cihazı.

Çekme deneyi esnasında video ekstansometre ile numune üzerindeki noktalardan şekil değiştirmeler ölçülmüştür (Şekil 4.11).



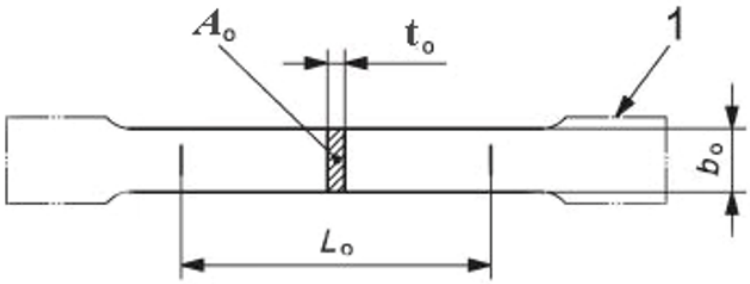
Şekil 4.11 : Video ekstansometre ile çekme deneyinde numune üzerindeki noktalardan şekil değiştirmenin ölçülmesi ve numunenin kopma anı.

Altı adet deney numunesinin ilk hali ve çekme deneyi sonrasında uğradığı şekil değiştirme Şekil 4.12'de görülmektedir.

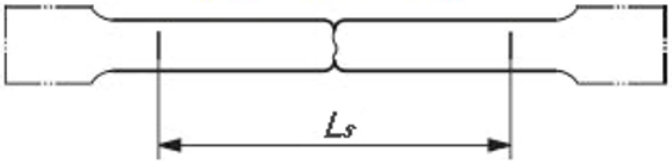


Şekil 4.12 : Numenelerin çekme deneyinden önceki ve sonraki durumları.

Çekme testi R_{eH} değeri alınıncaya kadar 6 MPa/sn, R_{eH} değeri alındıktan sonra ve akma bölgesi bitimine kadar 0,0002 mm/mm/sn, akma bölgesinin bitiminden testin sonuna kadar 0,001 mm/mm/sn olarak test hızları kullanılmıştır.



a) Deneyden Önce



b) Deneyden Sonra

Şekil 4.13 : Numune Kesiti.

t_o: Deney numunesinin orijinal kalınlığı

b_o: Deney numunesinin orijinal genişliği

L_o: İlk ölçü uzunluğu

L_s: Son ölçü uzunluğu

A_o: Orijinal numunenin kesit alanı

Şekil 4.13'te görüleceği üzere numunenin ölçme bölgesinin ilk durumdaki kesit alanı denklem 4.1'de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

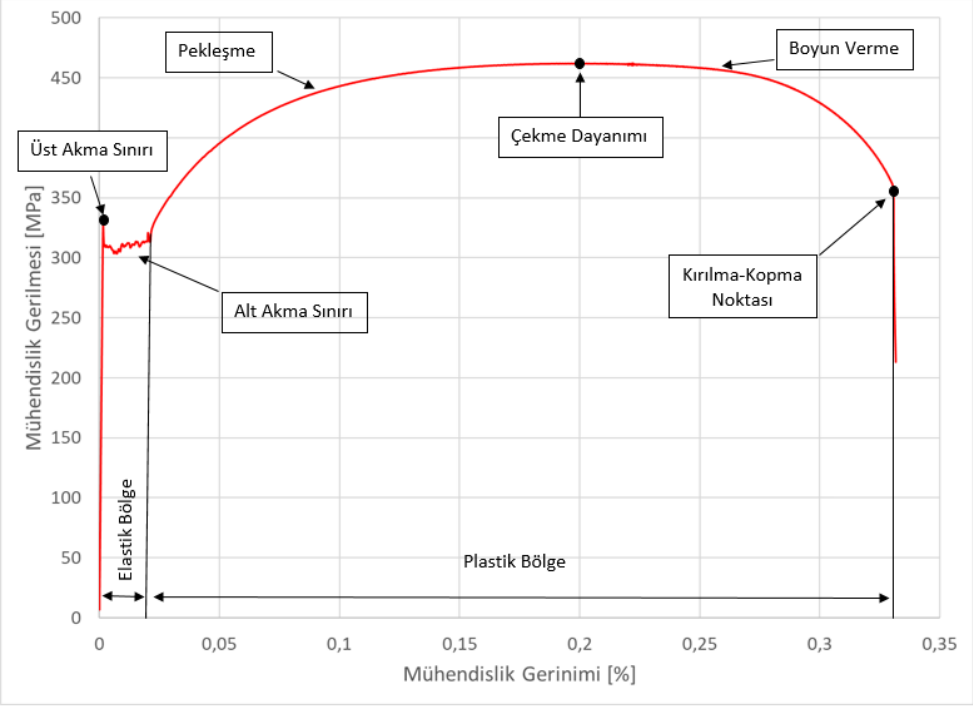
$$A_0 = b_0 \cdot t_0 \tag{4.1}$$

EK H'deki deney sonuç raporundan da görüleceği üzere numunelerin çekme deneyinden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1'de görüleceği üzeredir.

Çizelge 4.1 : Bölge reglaj istasyonlarının etrafında kullanılan çelik otokorkuluk malzeme numunelerine ait deney sonuçları.

Numune Adı	Kalınlık t_o	Genişlik b_o	Alan A_o	İlk Boy L_o	İlk Boy Tranverse	Elastisite Modülü (MPa)	R_{eH} (MPa)	R_m (MPa)	Agt (%)	A (%)	Poisson Oranı
ST 44-1	4,00	12,50	50,0000	49,800	9,327	222.222	321	459	19,7	32,4	-
ST 44-2	**3,99**	**12,60**	**50,2740**	**49,960**	**9,570**	**215.556**	**329**	**462**	**21,1**	**33,2**	**0,34**
ST 44-3	3,99	12,62	50,3538	50,060	9,555	222.222	314	461	19,2	31,7	0,43
ST 44-4	3,99	12,54	50,0346	49,983	9,446	216.667	314	462	19,7	29,3	0,22
ST 44-5	3,99	12,60	50,2740	49,855	9,384	223.333	314	461	19,5	33,3	0,27
ST 44-6	3,98	12,62	50,2276	49,929	9,337	212.222	325	462	19,2	29,8	0,36
Ortalama	3,99	12,58	50,1940	49,931	9,437	218.704	320	461	19,7	31,6	0,32
Standart Sapma	0,01	0,05	0,14	0,09	0,11	4.522	6,53	1,17	0,71	1,71	0,08

Çekme deneyi sırasında numune akma dayanımına kadar elastik şekil değiştirmeye, sonrasında ise plastik şekil değiştirmeye maruz kalmaktadır ve son olarak da parça kopmaktadır. Numune kopuncaya kadar elastik ve plastik deformasyon olmak üzere iki durum gerçekleşmektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 : Çekme deneyi sonucu oluşan numunenin deformasyon bölgeleri.

Rapor sonucu EK I'da verilen ST44 metal malzeme numuneye ait kimyasal (spektrometre) analiz raporu Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

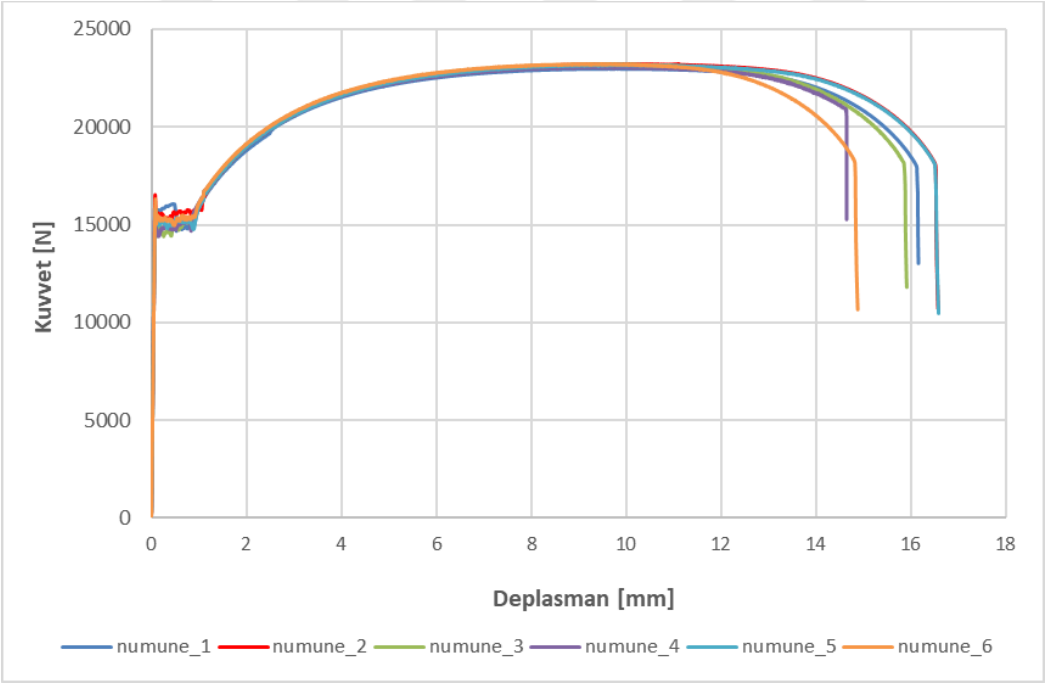
Çizelge 4.2 : ST44-Numune 2'ye ait malzeme kimyasal analiz raporu.

ST44 Sıcak Çekme Çelik Bariyer
KOSGEB Kimyasal Analiz Raporu

Karbon	Silisyum	Mangan	Fosfor	Kükürt	Krom	Alüminyum	Bakır	Nikel	Molibden
C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Cu	Ni	Mo
0,21	0,2675	0,4462	0,014	0,025	0,0232	0,052	0,0105	0,0409	0,0017

Kobalt	Titanyum	Niobyum	Vanadyum	Kurşun	Tungsten	Kalay	Antimon	Demir
Co	Ti	Nb	V	Pb	W	Sn	Sb	Fe
0,0304	0,0014	0,0018	0,0073	0,0013	0,0001	0,0008	0,0001	KALAN

Çekme deneyinde elde edilen ilk veri kuvvet-deplasman eğrisidir ve altı adet numuneye ait kuvvet-deplasman eğrisi Şekil 4.15'te görülmektedir.



Şekil 4.15 : Numunelere ait kuvvet-deplasman eğrisi.

Buradan Şekil 4.16'daki mühendislik gerilme-gerinim grafiğine geçiş yapılmıştır. Mühendislik gerilmesi, numuneye deney esnasında uygulanan kuvvetin ilk durumdaki kesit alanına bölünmesi ile bulunmaktadır (4.2).

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \tag{4.2}$$

σ: Mühendislik gerilmesi (N/mm^2, MPa)

F: Kuvvet (N)

A_o: Orijinal numunenin kesit alanı (mm^2)

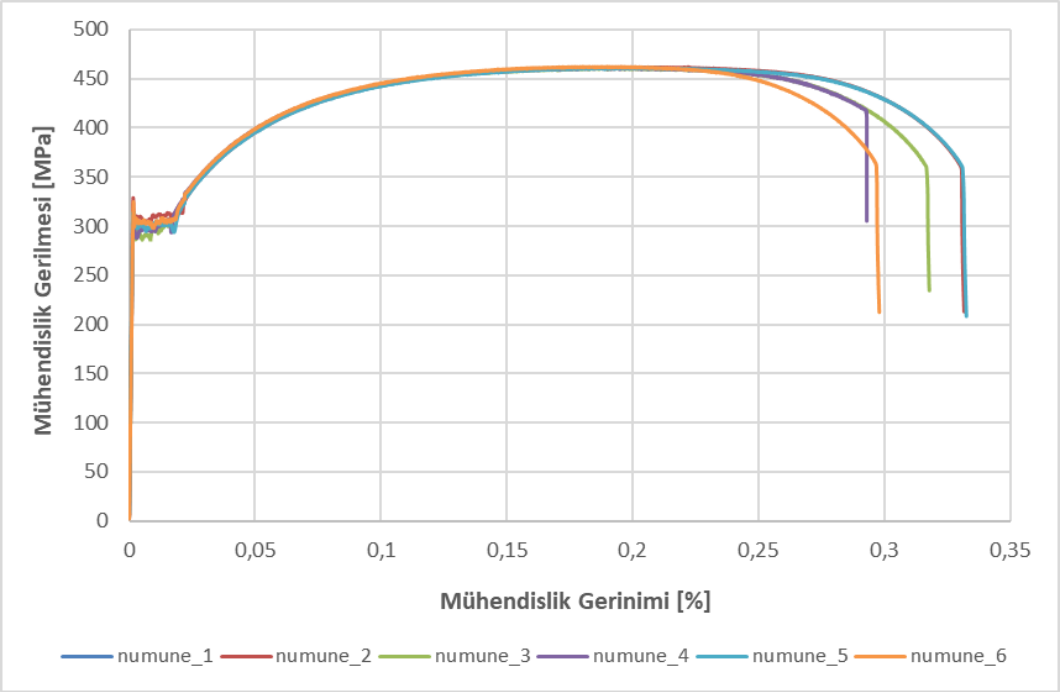
Mühendislik gerinimi ise herhangi bir andaki numunenin uzama miktarının başlangıçtaki ölçü uzunluğuna oranı alınarak bulunmaktadır (4.3).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_s - L_0}{L_0} \tag{4.3}$$

ε: Mühendislik gerinimi (%, mm/mm)

ΔL: Herhangi bir andaki uzama miktarı (mm)

L_o: İlk ölçü uzunluğu (mm)



Şekil 4.16 : Numunelere ait mühendislik gerilme-gerinim eğrisi.

Metal malzemenin akma sınırına kadarki gerilme-gerinim eğrisi doğrusaldır ve bu bölge elastik şekil değiştirme bölgesidir. Elastik şekil değişimine etkin olan malzeme özelliği elastisite modülüdür ve elastisite modülü gerilme-gerinim eğrisinin eğiminden bulunmaktadır. Elastik birim şekil değişiminde Hooke Kanunu'na göre işlem yapılmaktadır (Denklem 4.4).

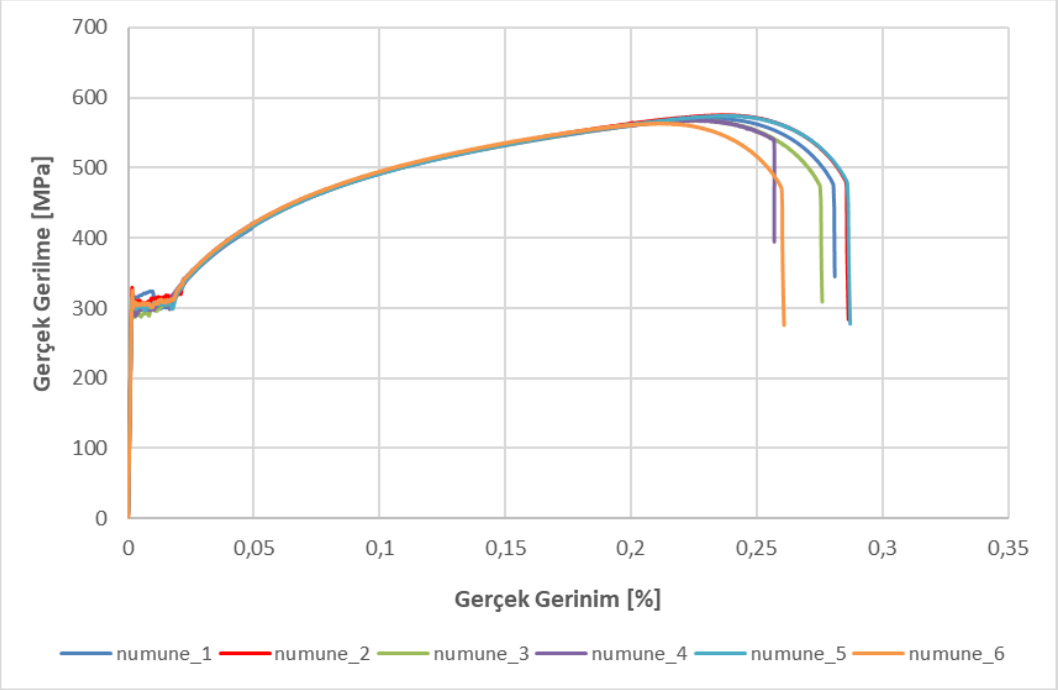
$$\sigma = E.\varepsilon \tag{4.4}$$

σ: Mühendislik gerilmesi (N/mm^2, MPa)

ε: Mühendislik gerinimi (%, mm/mm)

E: Elastisite modülü (MPa)

Gerçek gerilme-gerinim eğrisi, mühendislik gerilme-gerinim eğrisinden faydalanılarak bulunur (Şekil 4.17). Gerçek gerilim hesaplanırken numunenin test öncesindeki kesit alanı yerine, deney esnasındaki anlık kesit alanı dikkate alınmaktadır. Gerçek gerilim değerinin, mühendislik gerilim eğrisine kıyasla daha yüksek olmasının nedeni yukarıda zikredildiği gibi kesit alanındaki anlık daralmaların dikkate alınmasından kaynaklanmaktadır. Bu da hesaplanan gerçek gerilimin, mühendislik gerilim değerinden büyük olması anlamına gelmektedir.



Şekil 4.17 : Numunelere ait gerçek gerilme-gerinim eğrisi.

Diğer bir hesap yöntemi de ölçü bölümündeki deformasyonun, boyun verdiği ve hacimce sabit kaldığı varsayılarak, gerçek gerilme-gerinim eğrisi denklem 4.5 ve 4.6'daki ilişkiye göre hesaplanabilmektedir (Buyuk, 2013).

$$\sigma_T = \sigma.(1+\varepsilon) \tag{4.5}$$

$$\varepsilon_T = \ln(1+\varepsilon) \tag{4.6}$$

σ_T: Gerçek gerilme (N/mm^2, MPa)

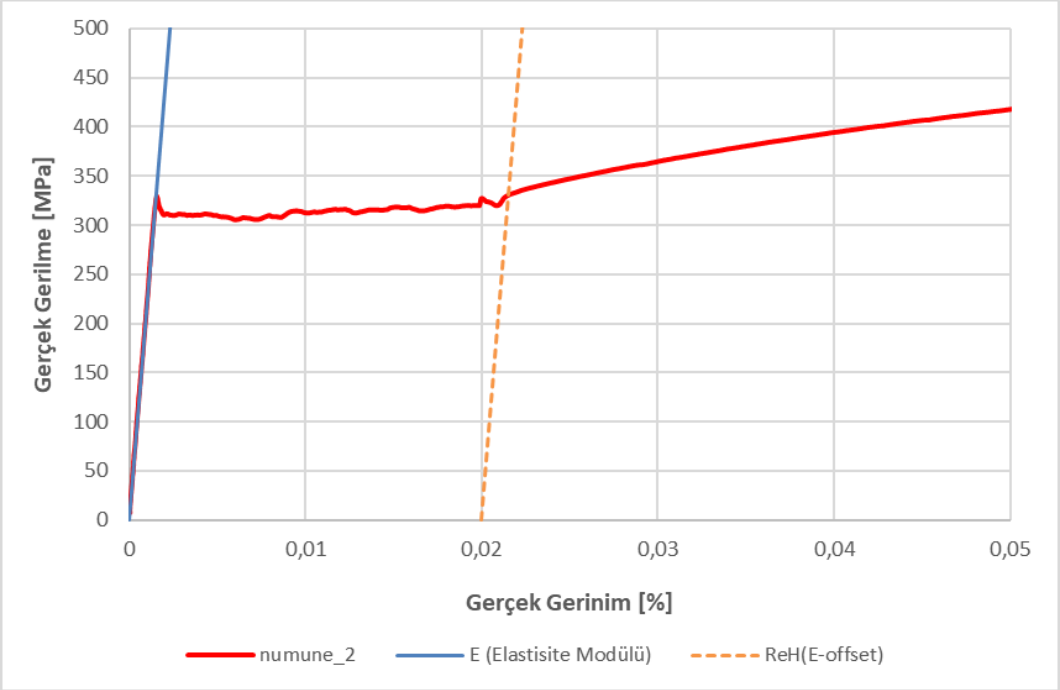
ε_T: Gerçek gerinim (%, mm/mm)

ST 44-2 numaralı numuneye ait deney sonuç değerlerinin daha tutarlı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1). Yapılan sayısal analizlerde, 2 numaralı numuneye ait elastisite modülü, akma ve çekme dayanımı değerleri kullanılmıştır.

Bu değerler aşağıdaki gibidir:

E : 215556 MPa, σ_y : 329 MPa (R_{eH}), R_m : 462 MPa

Plastik şekil değiştirmenin başladığı nokta, Hooke yasasına bağlı olarak, % 0,02 elastisite modülüne paralel çizilen eğrinin gerilme-gerinim eğrisini kestiği nokta olarak kabul edilmektedir (Şekil 4.18).

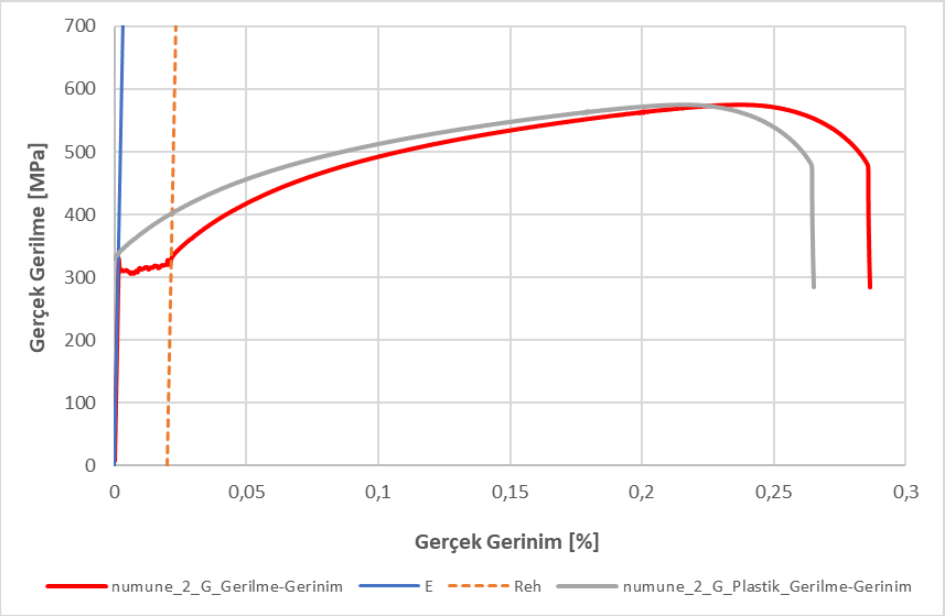


Şekil 4.18 : % 0,02 paralel eğri ile plastik bölgenin başlangıç noktasının belirlenmesi.

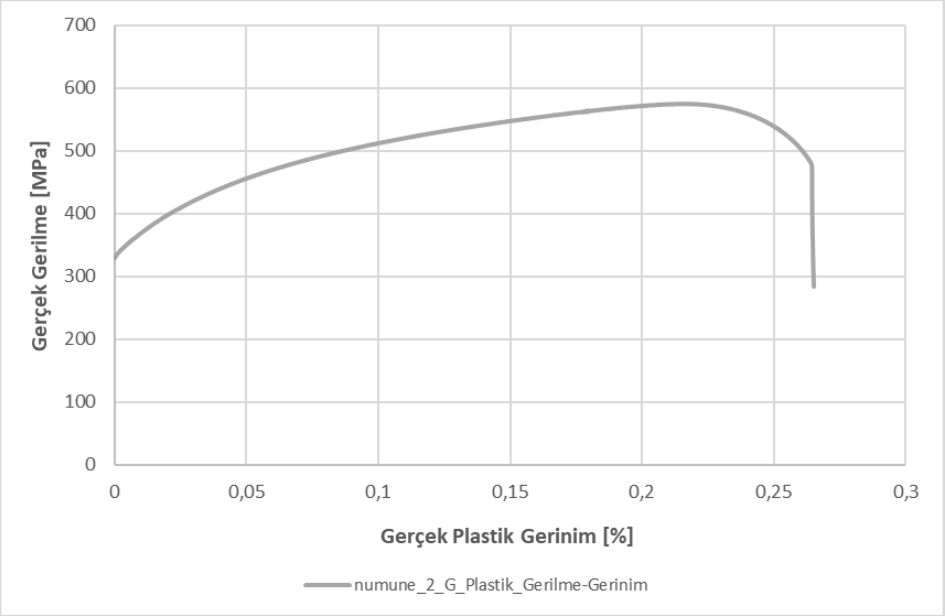
Denklem 4.7'de ifade edildiği gibi gerçek gerilme ve gerçek plastik gerinim eğrisinin elde edilebilmesi için, gerçek gerinimden elastik bölge sınırı olan akma dayanımının (R_{eH}) çıkarılması gerekmektedir (Şekil 4.19, Şekil 4.20).

$$\varepsilon_T^P = \varepsilon_T - \frac{\sigma_y}{E} \tag{4.7}$$

ε_T^P: Gerçek plastik gerinim

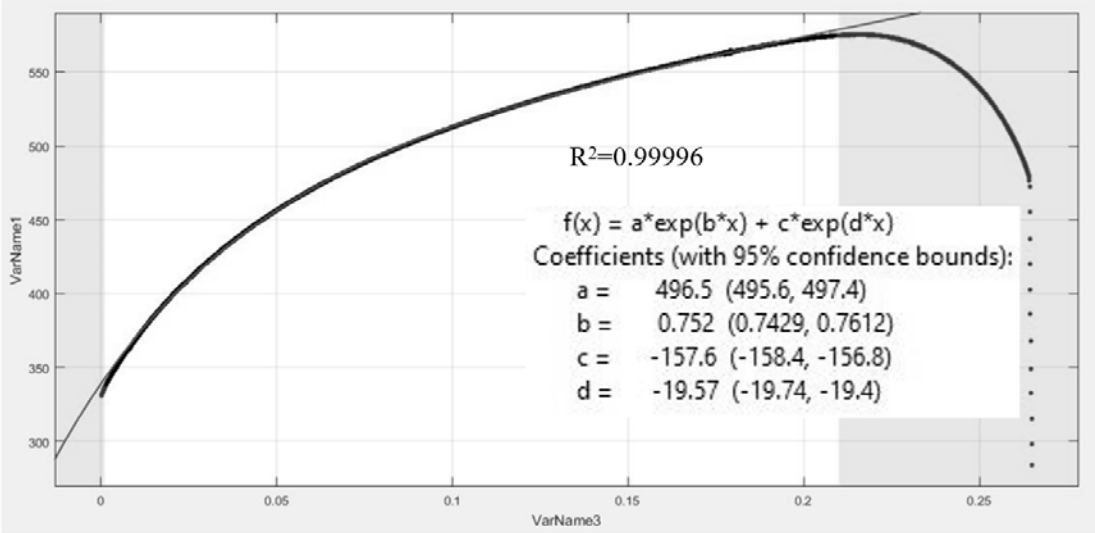


Şekil 4.19 : ST 44-2 numunesi gerçek gerinimden gerçek plastik gerinim eğrisine geçiş.



Şekil 4.20 : ST 44-2 numunesi gerçek plastik gerinim eğrisi.

Gerçek gerilme ve gerçek plastik gerinim eğrisine ait denklem için MATLAB'de yapılan işlemler sonucunda Şekil 4.21'deki denklem ve parabolik eğri elde edilmiştir (MATLAB, 2017).

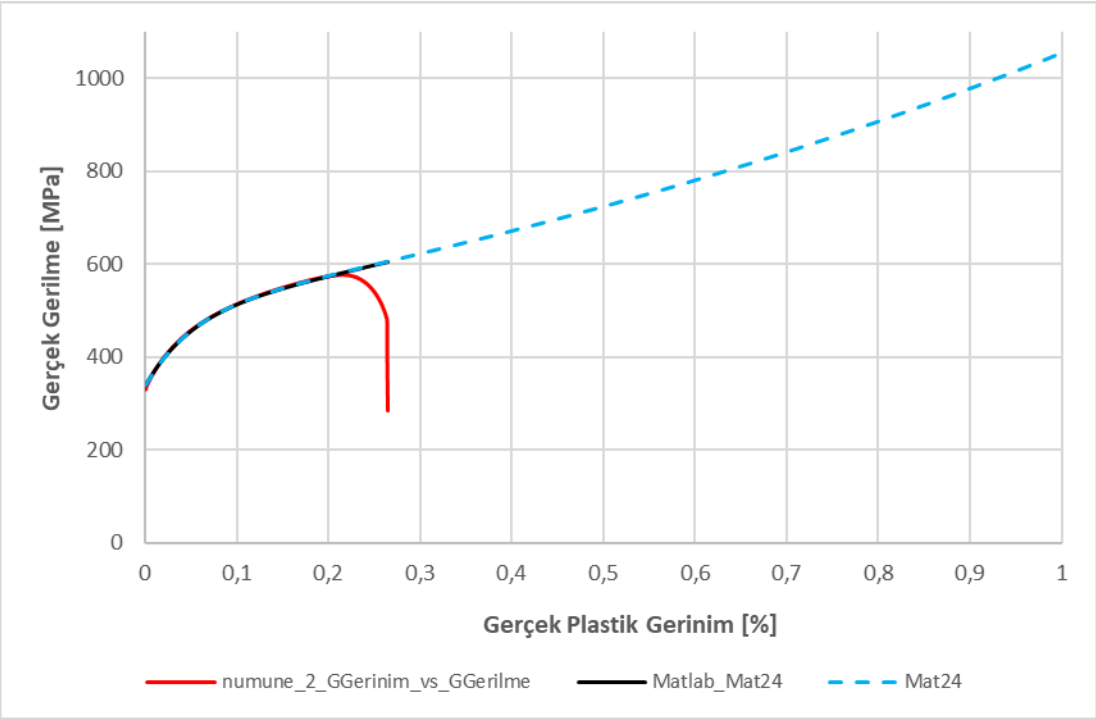


Şekil 4.21 : Gerçek plastik gerinim eğrisi denklemi.

Elde edilen eğrinin denklemi denklem 4.8'de verilmiştir.

$$y = 496{,}5.\, e^{0{,}752.x} - 157{,}6.\, e^{-19{,}57.x} \tag{4.8}$$

Elde edilen denklem 4.8'deki Matlab_Mat24 eğrisi, gerçek plastik gerinim değerleri % 1'lik aralıklarla % 100 değerine ulaşıncaya kadar değer verilerek Şekil 4.22'deki Mat_024 eğrisi elde edilmiştir. Buradaki eğri LS-DYNA'da *DEFINE_CURVE kartına veri olarak girilmiştir (LSTC, 2014). Tanımlanan eğri, *MAT_024 içinde kullanılmıştır. *MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY başlığı altında LCSS (Load curve ID or Table ID) kısmından tanımlanmıştır.



Şekil 4.22 : Gerçek plastik gerinim MAT_024 eğrisi.

LS-DYNA'da, milimetre, saniye, ton ve Newton birim sistemine göre veri girişi yapılmıştır. *MAT_024 kartında aşağıdaki ST44-2'ye ait veriler girilmiştir (LSTC, 2014):

RO : 7.850e-9 ton/mm^3, E : 215556 MPa, PR : 0.34, FAIL : % 0.26

4.1.2 Çelik otokorkuluk temel betonu basınç dayanım deneyleri

İlgili teknik şartnamede bölge reglaj istasyonunun etrafındaki sabit mantar koruma otokorkuluklarının zemine sabitlenmesi için kullanılacak beton malzemesinde 1 m^3 betonun 300 kg çimento (300 doz) ile yapılması gerekliliği ifade edilmiştir. Ayrıca otokorkuluğun toprak altında kalacak olan 750 mm'lik bölümünün yukarıda özelliği yazılmış olan beton ile 560 mm çapında 850 mm yükseklikte temel betonu içine yerleştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Ancak çimento oranı betonun basınç dayanımının tespiti için yeterli görülmemektedir. Betonun içerisindeki su-çimento oranı, çimentonun kalitesi ile agreganın cinsi, granülometrik bileşimi, maksimum tane büyüklüğü, vb. özellikleri, betonun kür şekli vb. durumlar betonun basınç dayanımına etki eden önemli faktörlerdir. Bu nedenle imalat sahasında elle beton üretimi istenilen dayanım değerlerini sağlamadığından dolayı hazır beton kullanımı uygun olmaktadır. 300 doz beton ile C 16/20'den C 30/37'ye kadar beton sınıfında üretim yapılabilmektedir.

Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkındaki yönetmelikte binalarda C 20/25'ten daha düşük dayanımlı betonun kullanılamayacağı ifade edildiğinden, koruma otokorkuluklarının temel betonu da C 20/25'ten daha düşük dayanımda olmaması gerekmektedir (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007).

TS 500'de betonun Poisson Oranının 0,20 olarak kabul edilebileceği ifade edilmiştir (TSE-TS 500, 2000).

TS 500'de ifade edilen beton sınıf ve dayanımları ile bunlara ait elastisite modülü değerleri Çizelge 4.3'teki tabloda görülmektedir.

Çizelge 4.3 : Beton sınıfları ve dayanımları (TSE-TS 500, 2000).

Beton Sınıfı	Karakteristik Basınç Dayanımı, f_{ck} MPa	Eşdeğer Küp (150 mm) Basınç Dayanımı MPa	Karakteristik Eksenel Çekme Dayanımı, f_{ctk} MPa	28 Günlük Elastisite Modülü E_c MPa
C16	16	20	1,4	27 000
C18	18	22	1,5	27 500
C20	20	25	1,6	28 000
C25	25	30	1,8	30 000
C30	30	37	1,9	32 000
C35	35	45	2,1	33 000
C40	40	50	2,2	34 000
C45	45	55	2,3	36 000
C50	50	60	2,5	37 000

Bölge reglaj istasyonunun etrafında kullanılan sabit mantar koruma otokorkuluklarının (Şekil 4.23) temel betonlarından numuneler alınmıştır.



Şekil 4.23 : Numune alınan otokorkuluklar.

Mevcut sabit mantar otokorkuluklarının sahaya yerleştirilmesi sırasında temel çukurları el kazısı ile açılmaktadır. Açılan bu temel çukuruna sahada elle hazırlanan beton dökülmektedir. Bu imalatın ne şekilde yapıldığına örnek olması açısından Şekil 4.23'te 1 numara ile işaretlenmiş olan otokorkuluğun temeli tamamen açılarak elle dökülen otokorkuluk temel betonunun standart dışı durumu Şekil 4.24'te gösterilmiştir.



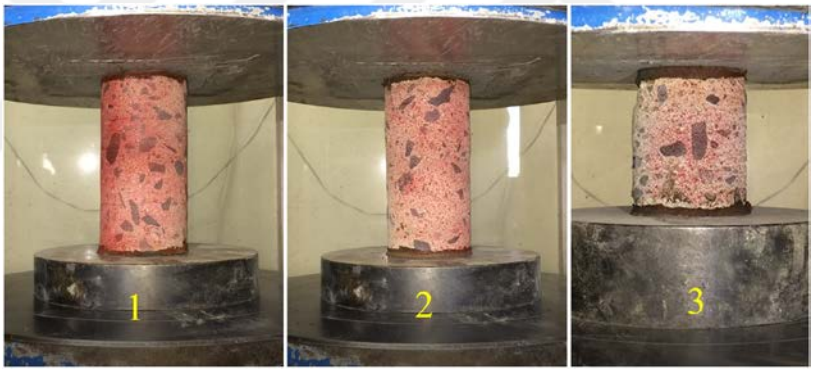
Şekil 4.24 : Otokorkuluğun temel beton görünümü.

Mevcut 2 ve 3 numaralı otokorkuluk temellerinden Şekil 4.25'te görüldüğü üzere, TS EN 13791'de belirtilen beton bileşenlerin yerinde tespit usullerine uygun olarak alınmıştır (TSE-TS EN 13791, 2010). Numuneler TS EN 12390-3'e uygun olarak basınç dayanımları tayin edilmiştir (TSE-TS EN 12390-3, 2003).



Şekil 4.25 : Otokorkulukların temel betonlarından karot numune alımı.

Numunelere Şekil 4.26'da görüleceği üzere 3,5 MPa/sn sabit hızla yükleme yapılmıştır.



Şekil 4.26 : Beton karot numunelerinin basınç dayanım deneyine tabi tutulması.

Numunelerin basınç dayanımı denklem 4.9 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$f_c = \frac{F}{A_c} \tag{4.9}$$

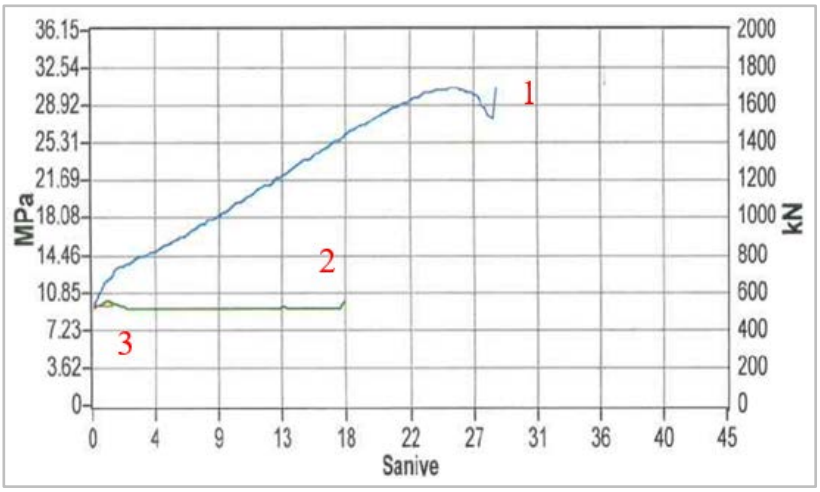
f_c : Basınç dayanımı (MPa, N/mm^2)

F : Kırılma anında ulaşılan en büyük yük (N)

A_c : Numuneye basınç uygulanan en kesit alanı (mm^2)

Şekil 4.27'de görülen 3 adet beton numuneye ait zamana bağlı basınç dayanım grafikleri elde edilmiştir.

Beton yoğunlukları TS EN 12390-7'de tanımlandığı şekilde tespit edilmiştir (TSE-TS EN 12390-7, 2010).



Şekil 4.27 : Beton numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım grafiği.

Deney sonuçlarına göre tespit edilen basınç mukavemetleri, beton yoğunlukları ve elastisite modülleri Çizelge 4.4'te görülmektedir (EK J).

Çizelge 4.4 : Mevcut otokorkuluk beton temel numuneleri basınç dayanım sonuçları.

İSTON Beton Karot Basınç Dayanımı Deney Sonuçları			
Karot Numune Bilgileri	**Numune No**		
	1	**2**	**3**
Yüzey Çap A Ölçüsü	64	64	64
Yüzey Çap B Ölçüsü	64	64	64
Beton Karot Boyu (h)	128	128	64
Numune Boy/Çap Oranı	2	2	1
Numunelerin Gerçek Kesit Alanları (mm^2)	3.215	3.215	3.215
Donatı Var İse Çapı (mm)	Yok	Yok	Yok
Numunelerin Ağırlığı (gr)	900	900	440
Numunelerin Kırılma Yükü (kN)	98,25	32,54	30,82
Numunelerin Basınç Mukavemetleri (MPa)(f_{is})	**30,56**	**10,12**	**8,15**
Sertleşmiş Beton Yoğunluğu (kg/m^3)	**2.185**	**2.050**	**2.016**

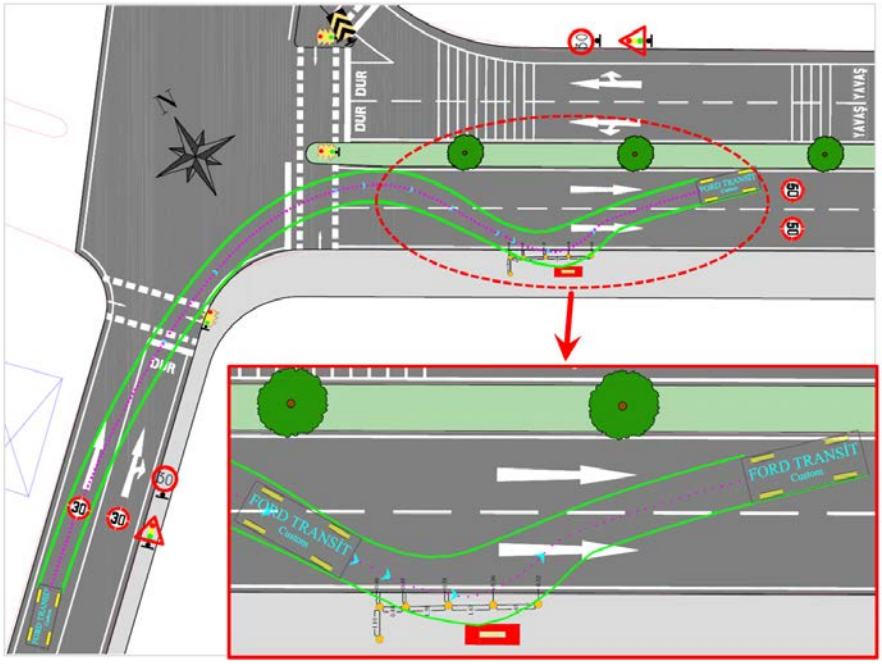
LS-DYNA'da, millimetre, saniye, ton ve newton birim sistemine göre veri girişi yapılmıştır. Beton için *MAT_PLASTIC_KINEMATIC işlem kartında Çizelge 4.4'teki 2 numaralı numuneye ait aşağıdaki veriler girilmiştir (LSTC, 2014):

RO: 2.050e-9 ton/mm^3; E: 24339 MPa; PR: 0.20

4.1.3 SEM (Sonlu Eleman Modeli) ile kaza verilerinin doğrulanması

SEM simülasyonu ile analizlerin yapılabilmesi için kullanılacak değişkenlerin doğrulanması gerekmektedir. Kazanın SEM ile doğrulanması sonucunda kazaya benzer bir sonuç elde edilmesi amaçlanmaktadır. Doğrulanan bu model üzerinde elde edilen malzemenin mekanik özellikleri, malzemelerin birbirleri arasındaki statik ve dinamik sürtünme katsayıları, ortam koşulları, mevcut sistemin sayısal analizinde de kullanılmıştır. Doğru bir sayısal model kurulabilmesi için de kaza iyi analiz edilmelidir. Doğrulama için, mevcut sabit mantar korkulukların çarpma sonrası davranışları, çarpan aracın türü ve çarpma açısı net bir şekilde görülen, ayrıca kaldırım yüksekliğinin olmadığı Şekil 4.1'de resimleri görülen kaza seçilmiştir.

Kaza meskûn mahal içerisinde hız limiti 50 km/sa olan, refüjle bölünmüş iki şeritli yolda meydana gelmiştir. Bölge reglaj istasyonu yolun kaldırım kenarından itibaren 1,34 m uzağında bulunmaktadır. Kaza tutanağı ve tutanağı düzenleyen yetkililerden alınan bilgiye göre, ağırlığı 2.070 kg olan M2 sınıfı yolcu minibüsü kaza zamanı tek yön olan geliş yolundaki kavşaktan sağa doğru ani dönüş ile kontrolünü kaybedip kavşağın yaklaşık 25 m uzağında bulunan doğal gaz yer üstü varlığına çarpmıştır. Kazanın gerçekleştiği bölgenin hâlihazır haritası üzerinde kaza yapan taşıtın geliş yönü, tesise çarpma açısı ve çarpma sonrası güzergâhı gösterilmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 : Kazanın gerçekleştiği noktaya ait 1/5000 ölçekli hâlihazır harita üzerinde kazanın gerçekleşme senaryosunun gösterimi (İBB, 2013).

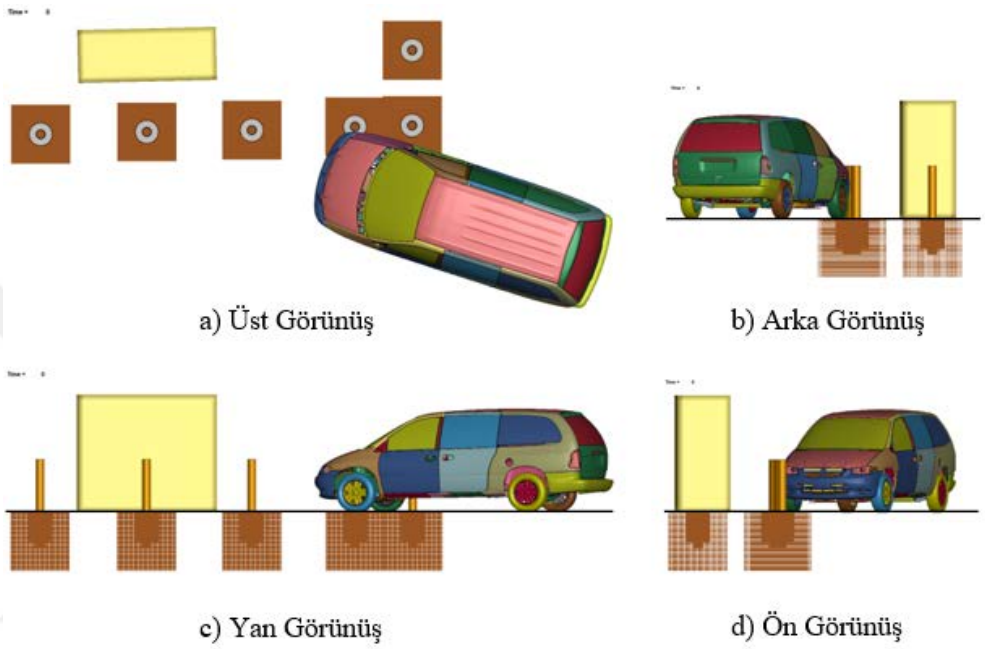
Kaza sonrası fotoğrafları incelenerek aracın çarpma açısı, tesise verdiği zarar ve otokorkulukların davranışları fotoğraf üzerinde ölçülendirme yapılarak anlamlandırılmıştır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29 : Kaza fotoğraflarının ölçülendirilmesi.

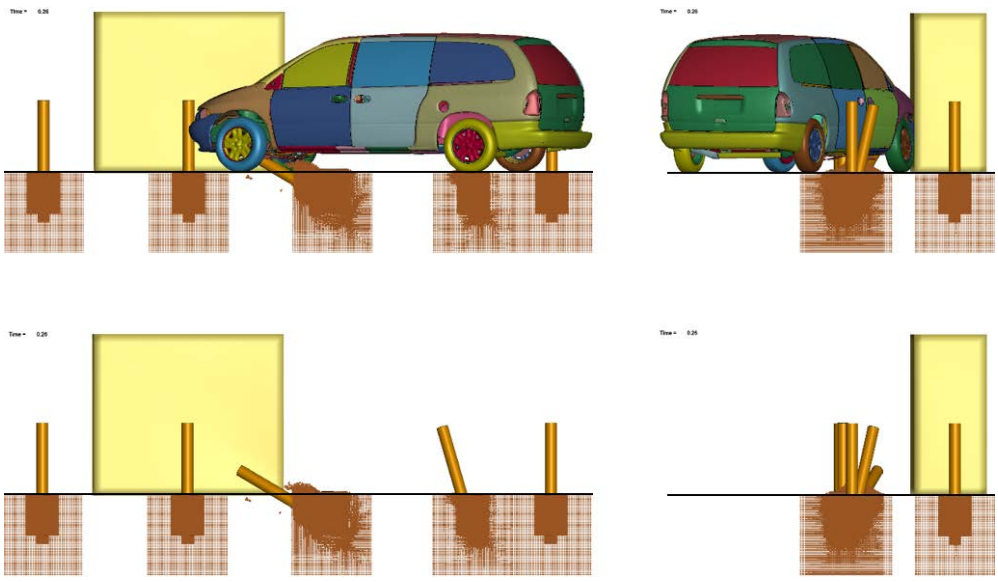
Kaza mahalli ile ilgili, EK K'de gösterildiği gibi tehlike içeren tesisin yol kenarına olan mesafesi, hangi açıyla yol kenarına yerleştirildiği, mevcut koruma otokorkuluklarının yükseklikleri ile birbirlerine, tesise ve yol kenarına olan mesafeleri bulunduğu noktada ayrıntılı bir şekilde ölçülerek sayısal modele işlenmiştir. Aracın çarpma açısı için Şekil 4.28'de gösterilen senaryodan yararlanılmıştır.

Simülasyon analiz modelinde, kazaya karışan aracın benzer ağırlığına sahip, şoför dâhil 2.150,00 kg ağırlığında 1997 model Dodge Grand Caravan sonlu eleman araç modeli kullanılmıştır (NHTSA, 1997), (Monclus-Gonzalez, 2000). Şekil 4.30'da gösterilen kaza mahallinin ve çarpışma koşullarının doğrulanması için hazırlanan simülasyon modeli 1.909.386 nod ve 988.752 elemandan oluşmaktadır. Bu model ile yapılan çarpma simülasyonunun safhaları EK L'de gösterilmiştir.

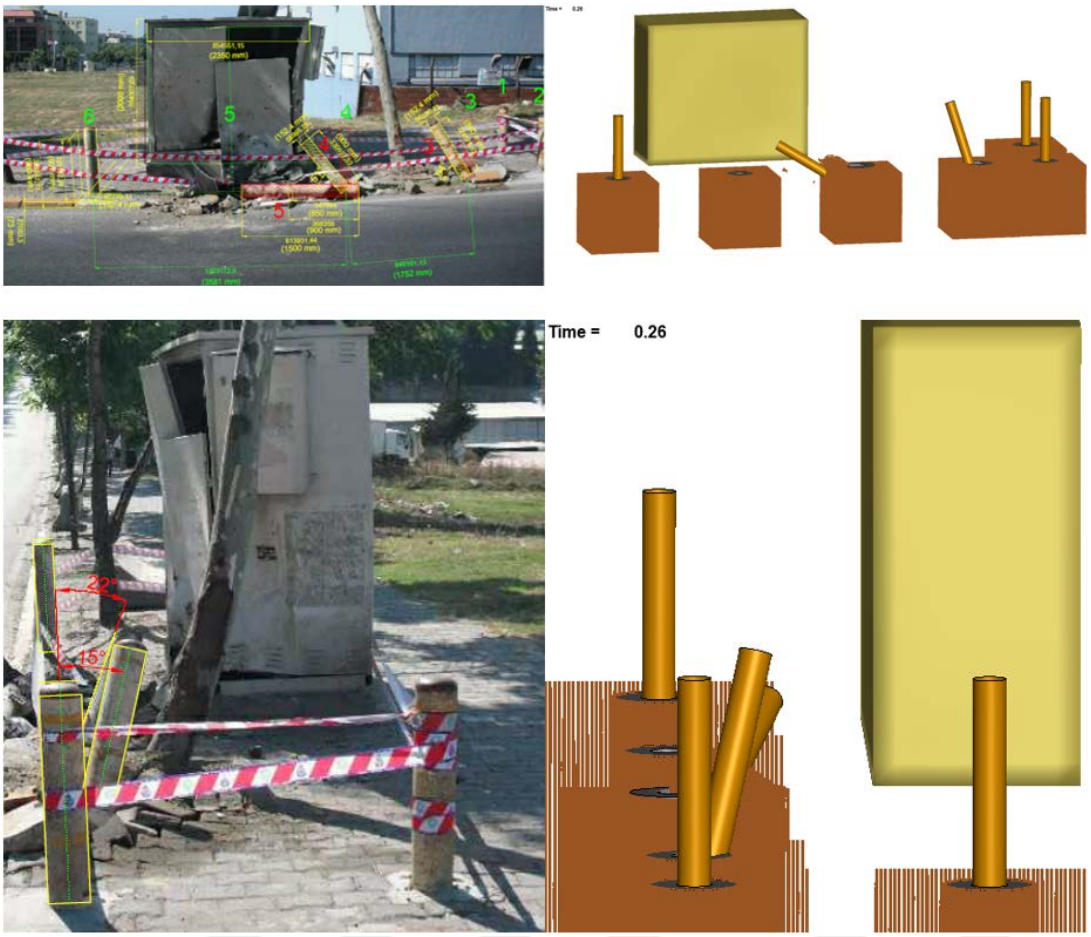


Şekil 4.30 : Araç çarpma simülasyonu kaza verilerinin doğrulanma SE modeli.

Kazanın doğrulanması için yapılan denemeler sonucunda Şekil 4.31'de görülen çarpma açısı ve verdiği hasar en uygun doğrulama sonucu olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.31 : Araç çarpma simülasyonu ile kaza verilerinin doğrulanması.



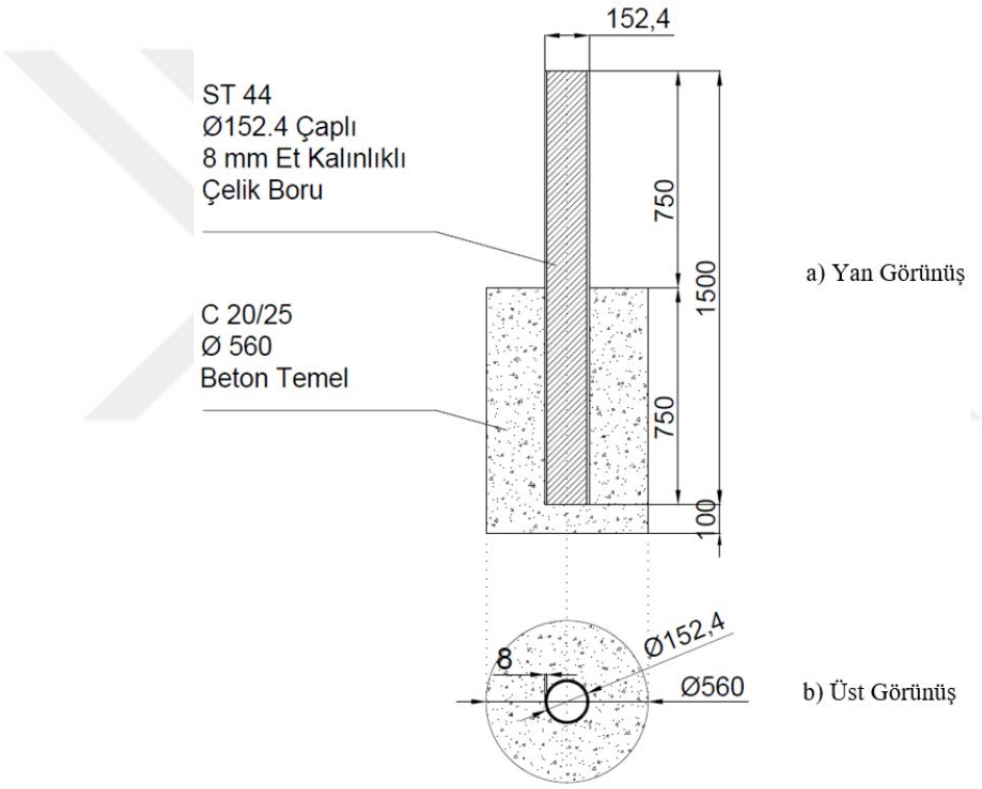
Şekil 4.32 : Kazaya ait doğrulanmış SE modeli.

Analiz sonucunda bulunan değerler neticesinde araç modelinin başarıyla kaza esnasında takip ettiği değerlendirilen yörüngeye uygun hareket edip, çarpışma esnasında hasar verdiği bariyer sistemine benzer bir hasar vererek tesise temas etmek suretiyle hareket istikametindeki doğrultuda ve geri yaylanarak hareketine devam ettiği Şekil 4.32'de gösterildiği üzere tespit edilmiştir.

Az miktarda da olsa mevcut otokorkulukların eğilme açılarındaki farklılık, sonlu eleman araç modeli ile kazaya karışan aracın ön uzunluklarının, aynalar hariç toplam genişliklerinin ve taşıtların yerden yüksekliklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

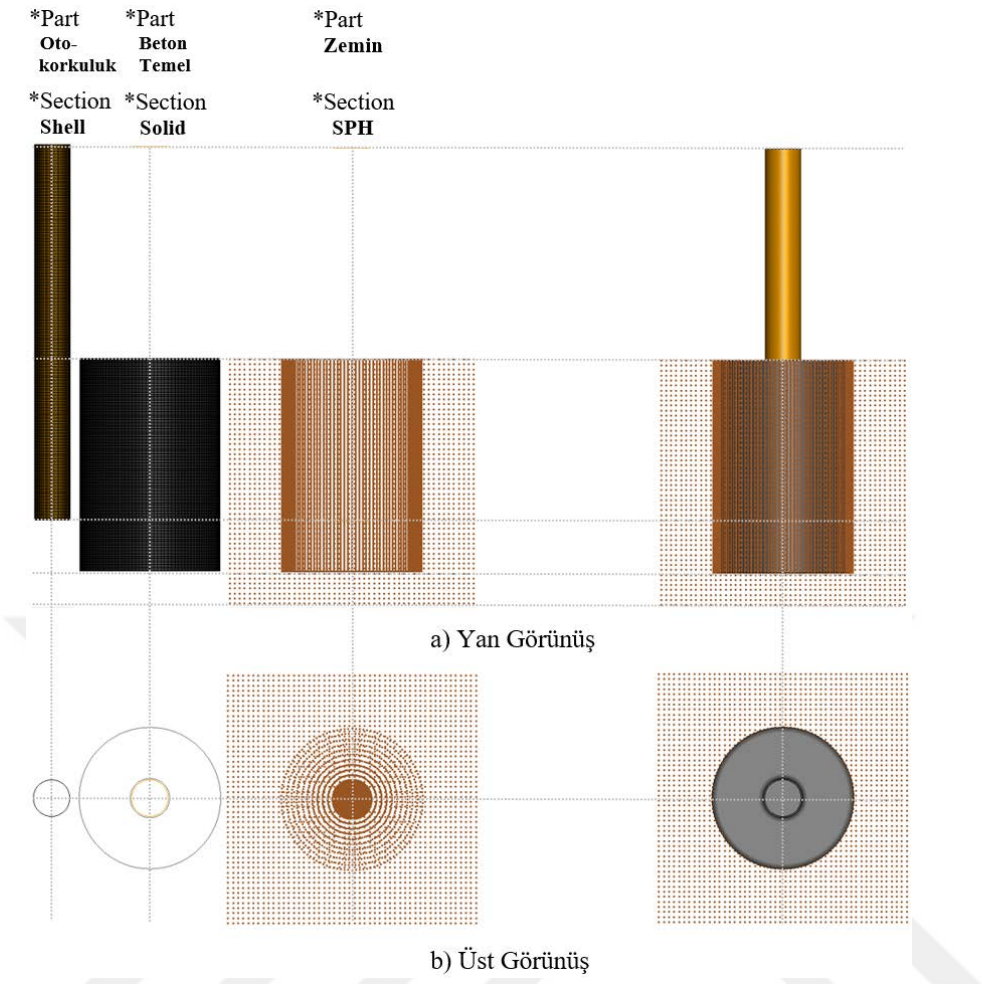
4.2 Mevcut Sabit Mantar Otokorkuluk Sisteminin Sayısal Performans Değerlendirmesi

Yer üstü varlığının etrafına konulan, mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi, malzeme mekanik dayanım analizleri yapılmış ST44 dikişsiz, sıcak çekme, 1.500 mm uzunluğunda kaynaksız tek parça, 152,4 mm çapında ve 8 mm et kalınlığındaki çelik borudan imal edilmektedir. Çelik borunun 750 mm'si zemin üstünde ve 750 mm'si zemin altında kalmaktadır. Zemin altında kalan 750 mm'lik bu bölüm, uygulama şartnamesine uygun olarak 560 mm çapında 850 mm yüksekliğinde C 20/25 beton sınıfında temel betonu içerisine alınmaktadır (Şekil 4.33).



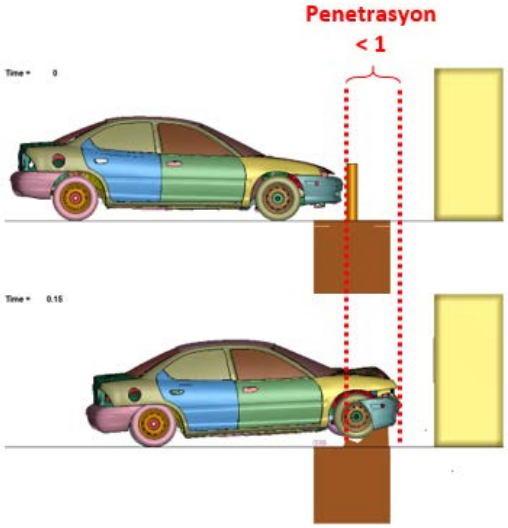
Şekil 4.33 : Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi teknik çizimi.

Çarpma simülasyonları için oluşturulan sayısal modellere bu kabuller çerçevesinde tanımlamalar yapılmıştır (Şekil 4.34). Sayısal modelde çelik boru kabuk (shell) olarak, beton katı cisim (solid) olarak çözüm ağ yapısı kullanılmış olup toprak zemin SPH olarak tanımlanmıştır. SPH metodunda çözüm için ağ yapısı kullanılmamaktadır. Analiz için otokorkuluk, beton ve toprak modelleri, malzeme özellikleri ve malzemeler arasındaki ilişkiler LS-PrePost ile hazırlanıp hata kontrolleri yapıldıktan sonra LS-DYNA yazılımı ile çarpma simülasyon hesaplamaları gerçekleştirilerek sonuçlar LS-PrePost ile görüntülenmiştir (LSTC, 2014).



Şekil 4.34 : Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi sayısal modeli.

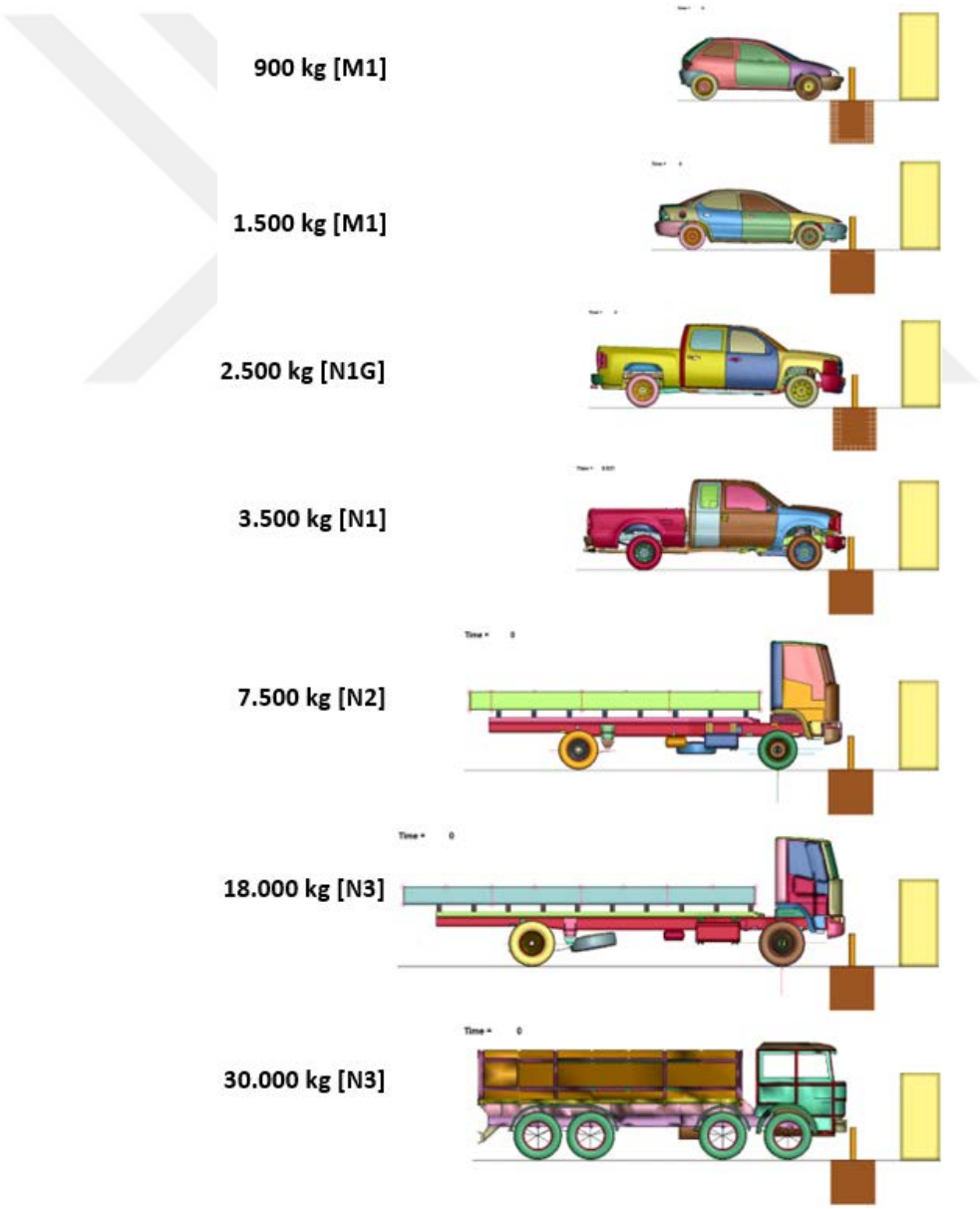
RMS-B bölge reglaj istasyonlarının önünde bulunan mevcut sabit mantar otokorkuluklar için çarpma sonrası kabul edilebilecek maksimum nüfuz etme (penetrasyon) miktarı 1,00 m olarak alınmıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35 : Araç penetrasyon miktarı.

Buna göre, her bir araç türü standardın öngördüğü en düşük hız olan 16 km/sa hız ile simüle edilmiş ve eğer penetrasyon miktarı RMS-B bölge reglaj istasyonu kabini için tayin edilen 1,00 m'lik emniyetli mesafeyi tehdit etmeyecek büyüklükte ise bir üst hız değerine çıkılmıştır. Her araç modeli 1,00 m'lik penetrasyon mesafesini geçtiği hız değeri dikkate alınarak emniyetli sınır değer tespit edilmiştir.

Doğrulanan kaza koşullarındaki kriterler kullanılarak mevcut sabit mantar otokorkuluk analiz modellerinde geçerleme sağlanmıştır. Çizelge 2.6'da özetlenen BSI PAS 68:2013 koşullarına uygun test simülasyonlarının yapılması ile mevcut otokorkuluk sisteminin performansı farklı kategorilerde değişik kütle ve hıza sahip araçların (Şekil 4.36) çarpma simülasyonu ile analiz edilmiştir (EK M).



Şekil 4.36 : Mevcut otokorkuluk performansının çarpma simülasyon analizleri.

Simülasyon sonuçlarından elden edilen penetrasyon değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.6'da ise bu penetrasyon değerlerinin elde edildiği analiz sonuç görüntüleri gösterilmiştir.

Yapılan 16 km/sa hız değerlerine ait analiz sonuçlarının Çizelge 4.6'dan da görüleceği üzere, 750 mm'lik sabit mantar otokorkuluğun yüksekliği 7.500 kg'lık N2, 18.000 kg'lık N3 ve 30.000 kg'lık N3 sınıfı taşıtların şasi yüksekliklerini karşılamayıp bu kategorideki taşıtlar sabit mantar otokorkuluğun üzerinden geçerek istasyona zarar verecek seviyeye ulaştığı görülmüştür. Dolayısı ile bundan sonraki analiz adımlarında daha yüksek hız değerlerinde 7.500 kg'lık N2, 18.000 kg'lık N3 ve 30.000 kg'lık N3 sınıfı taşıtlar dikkate alınmayarak, 900 kg ve 1.500 kg'lık M1, 2.500 kg'lık N1G ve 3.500 kg'lık N1 sınıfı araçlar için anazlilere devam edilmiştir.

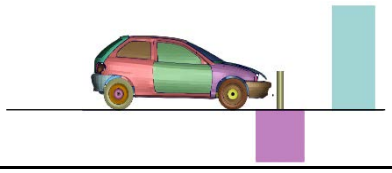
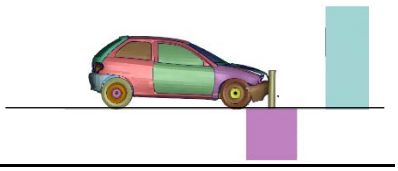
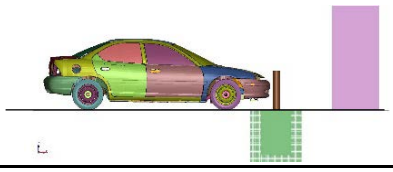
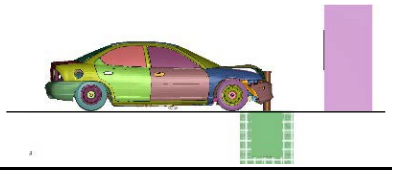
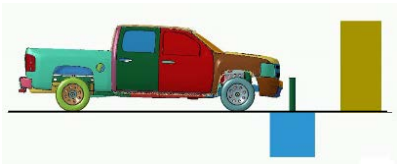
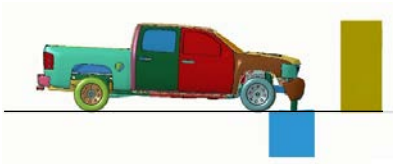
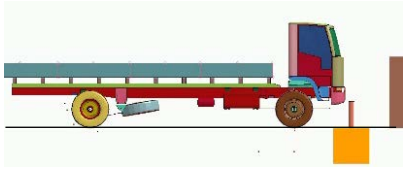
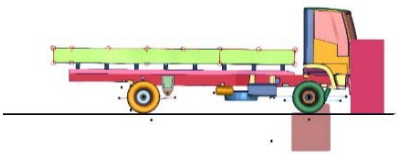
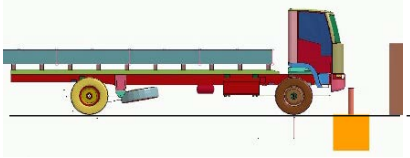
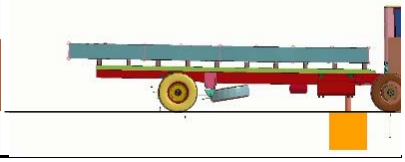
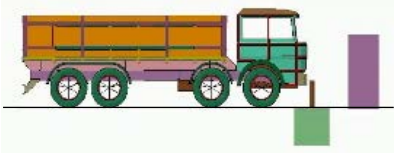
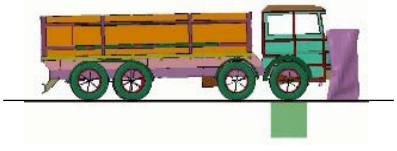
Çizelge 4.5 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (16 km/sa).

Analiz No	Taşıt Hızı [km/sa]	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Çarpma Enerjisi [kJ]	Açıklama
1	16	900	M1	0,001	9	
2	16	1.500	M1	0,04	15	
3	16	2.500	N1G	0,1	25	
4	16	3.500	N1	0,15	35	
5	16	7.500	N2	> 1	74	*Otokorkuluk yüksekliği bu kategorideki taşıt yüksekliklerini karşılamadığından penetrasyon miktarı istasyona zarar verecek seviyede bulunmuştur. Bu sınıf taşıtlar için daha yüksek hızlarda analiz yapılmasına gerek görülmemiştir.*
6	16	18.000	N3	> 1	178	*Otokorkuluk yüksekliği bu kategorideki taşıt yüksekliklerini karşılamadığından penetrasyon miktarı istasyona zarar verecek seviyede bulunmuştur. Bu sınıf taşıtlar için daha yüksek hızlarda analiz yapılmasına gerek görülmemiştir.*
7	16	30.000	N3	> 1	296	*Otokorkuluk yüksekliği bu kategorideki taşıt yüksekliklerini karşılamadığından penetrasyon miktarı istasyona zarar verecek seviyede bulunmuştur. Bu sınıf taşıtlar için daha yüksek hızlarda analiz yapılmasına gerek görülmemiştir.*

Çizelge 4.6'da farklı kombinasyondaki araçların mevcut sabit mantar otokorkuluğa çarpmadan önceki ve sonraki görüntüleri gösterilmiştir. Aynı zamanda penetrasyon

sınır değeri 1,00 m olması sebebiyle 1,00 m'ye kadar olan penetrasyon değerleri yazılarak, 1,00 m'den büyük olanlar ayrıca ayrıntılı bir şekilde yazılmayıp sadece 1,00 m'den büyük olduğu ifade edilmiştir.

Çizelge 4.6 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (16 km/sa).

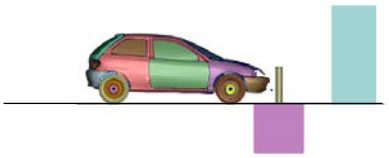
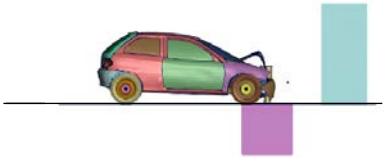
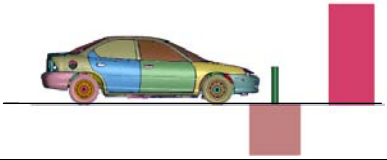
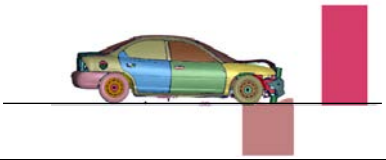
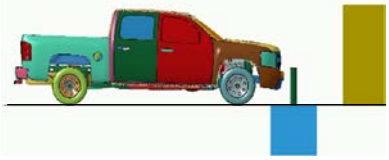
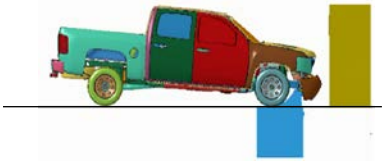
Analiz No	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Analiz Başlangıç Görüntüsü	Analiz Sonuç Görüntüsü
1	900	M1	0,001		
2	1500	M1	0,04		
3	2500	N1G	0,10		
4	3500	N1	0,15		
5	7500	N2	> 1		
6	18000	N3	> 1		
7	30000	N3	> 1		

Çizelge 4.7'de 32 km/sa hız değerleri için yapılan analiz sonuçları gösterilmiştir. Bu analizler neticesinde araç penetrasyonu için Çizelge 4.8'de görüleceği üzere 3.500 kg ağırlığındaki N1 sınıflı taşıtın en ön noktası, otokorkuluğun ön yüzünün orijinal pozisyonunun 0,90 m ötesine geçmiştir.

Çizelge 4.7 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (32 km/sa).

Analiz No	Taşıt Hızı [km/sa]	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Çarpma Enerjisi [kj]	Açıklama
8	32	900	M1	0,075	36	
9	32	1.500	M1	0,4	59	
10	32	2.500	N1G	0,7	99	
11	32	3.500	N1	0,9	138	

Çizelge 4.8 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (32 km/sa).

Analiz No	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Analiz Başlangıç Görüntüsü	Analiz Sonuç Görüntüsü
8	900	M1	0,075		
9	1500	M1	0,40		
10	2500	N1G	0,70		
11	3500	N1	0,90		

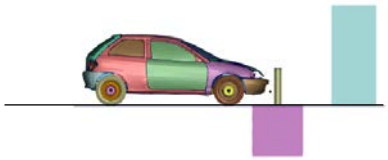
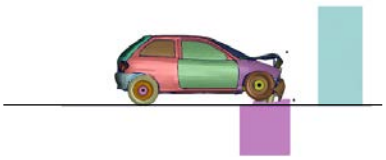
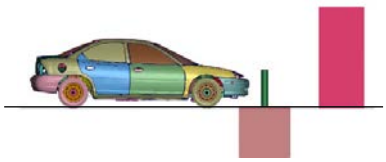
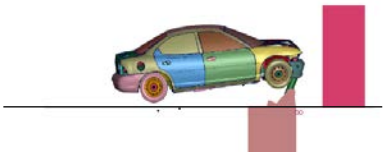
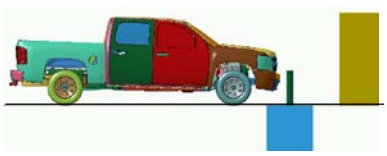
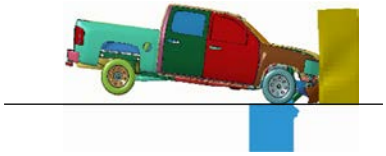
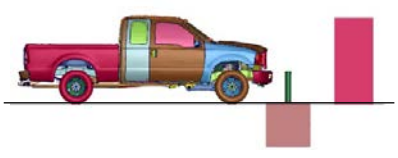
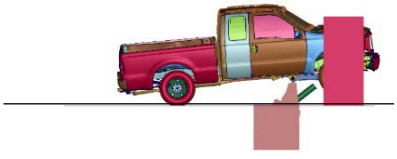
Çizelge 4.9'da 48 km/sa hız değerleri için yapılan analiz sonuçları gösterilmiştir. Bu analizler neticesinde araç penetrasyonu için Çizelge 4.10'da görüleceği üzere 2.500 kg ağırlığındaki N1G ve 3.500 kg ağırlığındaki N1 sınıflı taşıtın en ön noktası, otokorkuluğun ön yüzünün orijinal pozisyonunun 1,00 m ötesine geçerek istasyona zarar verecek seviyeye ulaştığı görülmüştür. Dolayısı ile bundan sonraki analiz adımlarında daha yüksek hız değerlerinde 2.500 kg ağırlığındaki N1G ve 3.500 kg

ağırlığındaki N1 sınıfı taşıtlar için analiz yapılmasına gerek görülmemiştir. 900 kg ve 1.500 kg'lık M1 sınıfı araçlar için anazlilere devam edilmiştir.

Çizelge 4.9 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (48 km/sa).

Analiz No	Taşıt Hızı [km/sa]	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Çarpma Enerjisi [kj]	Açıklama
12	48	900	M1	0,33	80	
13	48	1.500	M1	0,62	133	
14	48	2.500	N1G	> 1	222	*Penetrasyon miktarı, bu kategorideki taşıtın, bu hızda oluşturduğu çarpma enerjisini karşılamadığı tespit edilmiş olup penetrasyon miktarı istasyona zarar verecek seviyede bulunmuştur. Bu sınıf taşıtlar için daha yüksek hızlarda analiz yapılmasına gerek görülmemiştir.*
15	48	3.500	N1	> 1	311	*Penetrasyon miktarı, bu kategorideki taşıtın, bu hızda oluşturduğu çarpma enerjisini karşılamadığı tespit edilmiş olup penetrasyon miktarı istasyona zarar verecek seviyede bulunmuştur. Bu sınıf taşıtlar için daha yüksek hızlarda analiz yapılmasına gerek görülmemiştir.*

Çizelge 4.10 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (48 km/sa).

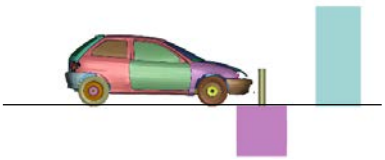
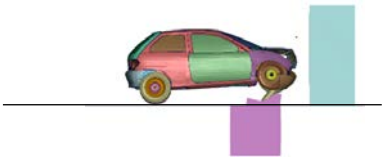
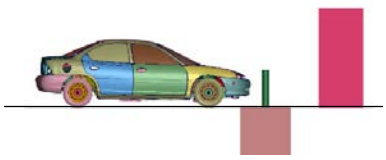
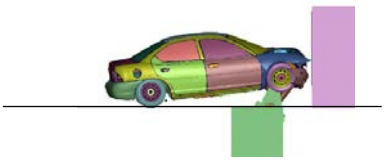
Analiz No	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Analiz Başlangıç Görüntüsü	Analiz Sonuç Görüntüsü
12	900	M1	0,33		
13	1500	M1	0,62		
14	2500	N1G	> 1		
15	3500	N1	> 1		

Çizelge 4.11'de 64 km/sa hız değerleri için yapılan analiz sonuçları gösterilmiştir. Bu analizler neticesinde araç penetrasyonu için Çizelge 4.12'de görüleceği üzere 900 kg ağırlığındaki M1 sınıfı taşıt 0,75 m penetrasyona uğrarken, 1.500 kg ağırlığındaki M1 sınıfı taşıtın en ön noktası, otokorkuluğun ön yüzünün orijinal pozisyonunun 1,02 m ötesine geçmiştir.

Çizelge 4.11 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (64 km/sa).

Analiz No	Taşıt Hızı [km/sa]	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Çarpma Enerjisi [kj]	Açıklama
16	64	900	M1	0,75	142	
17	64	1.500	M1	> 1 1,02	237	

Çizelge 4.12 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (64 km/sa).

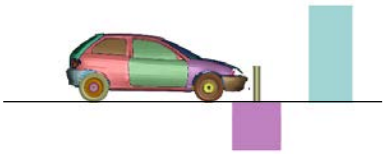
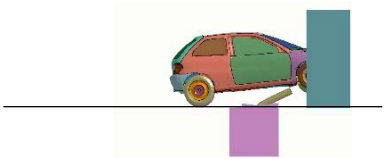
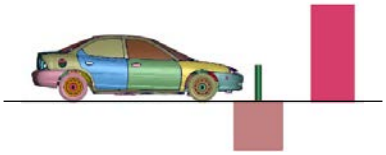
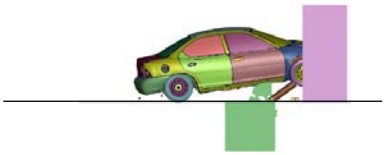
Analiz No	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Analiz Başlangıç Görüntüsü	Analiz Sonuç Görüntüsü
16	900	M1	0,75		
17	1500	M1	> 1 (1,02)		

Çizelge 4.13'te 80 km/sa hız değerlerinde yapılan analiz sonuçları gösterilmiştir. Bu analizler neticesinde araç penetrasyonu için Çizelge 4.14'te görüleceği üzere 900 kg ve 1.500 kg ağırlığındaki M1 sınıflı taşıtların en ön noktası, otokorkuluğun ön yüzünün orijinal pozisyonunun 1,00 m ötesine geçerek istasyona zarar verecek seviyeye ulaşmıştır.

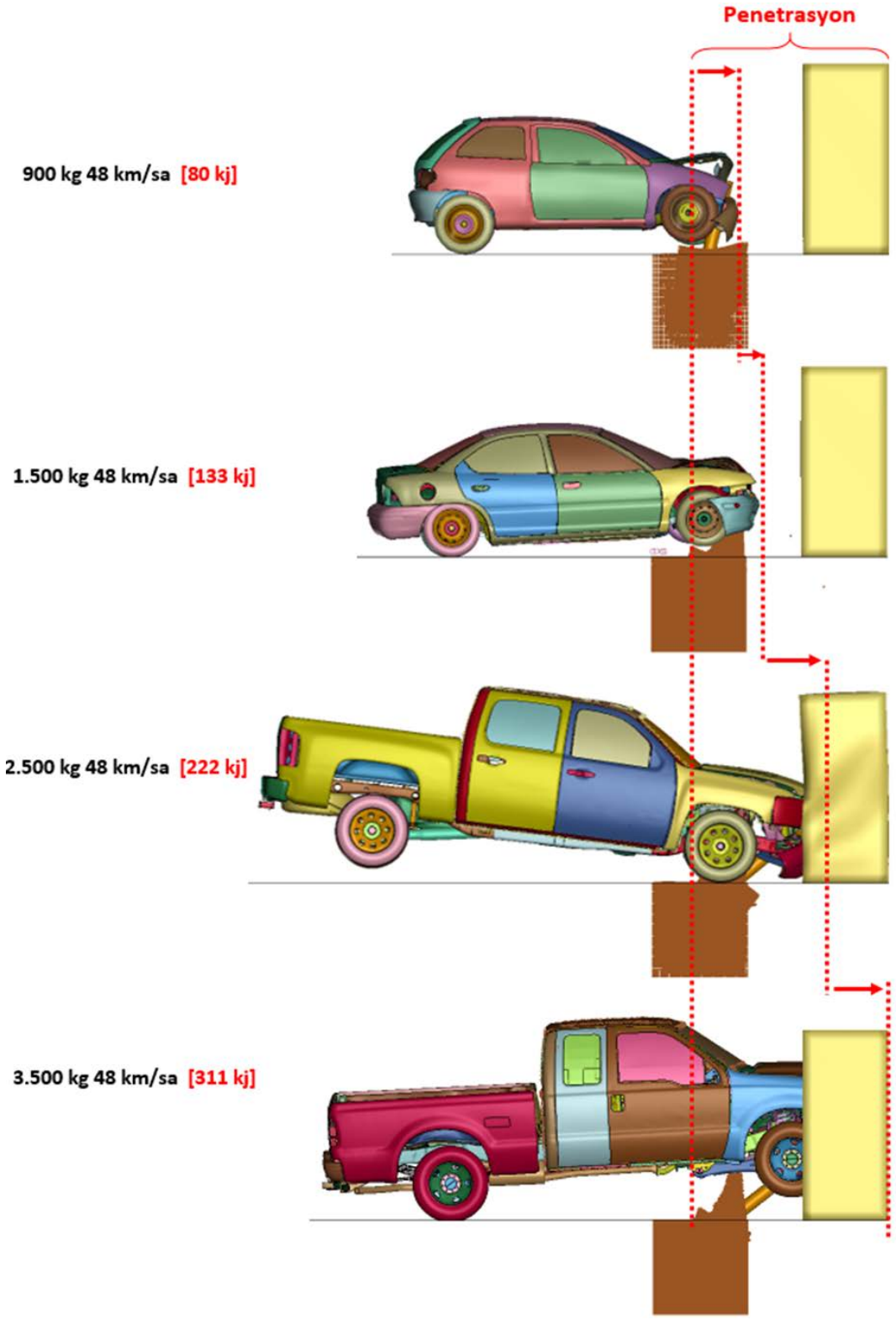
Çizelge 4.13 : Araç çarpma simülasyon analiz sonuçları (80 km/sa).

Analiz No	Taşıt Hızı [km/sa]	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Çarpma Enerjisi [kj]	Açıklama
18	80	900	M1	> 1	222	*Penetrasyon miktarı, bu kategorideki taşıtın, bu hızda oluşturduğu çarpma enerjisini karşılamadığı tespit edilmiş olup penetrasyon miktarı istasyona zarar verecek seviyede bulunmuştur. Bu sınıf taşıtlar için daha yüksek hızlarda analiz yapılmasına gerek görülmemiştir.*
19	80	1.500	M1	> 1	370	*Penetrasyon miktarı, bu kategorideki taşıtın, bu hızda oluşturduğu çarpma enerjisini karşılamadığı tespit edilmiş olup penetrasyon miktarı istasyona zarar verecek seviyede bulunmuştur. Bu sınıf taşıtlar için daha yüksek hızlarda analiz yapılmasına gerek görülmemiştir.*

Çizelge 4.14 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (80 km/sa).

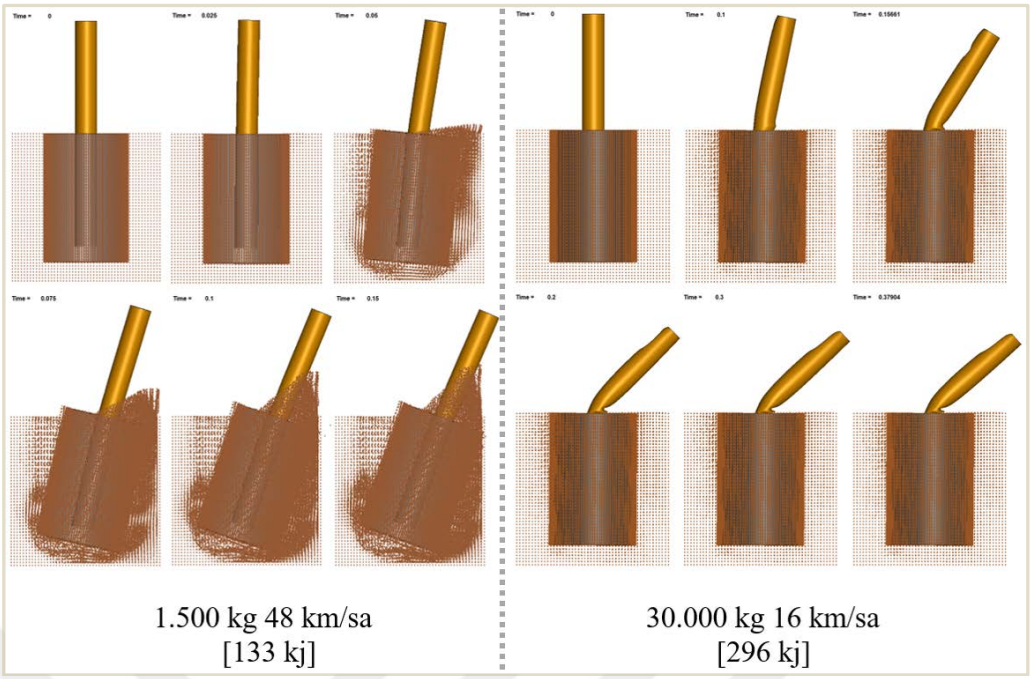
Analiz No	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Analiz Başlangıç Görüntüsü	Analiz Sonuç Görüntüsü
18	900	M1	> 1		
19	1500	M1	> 1		

Yapılan simülasyon çalışmalarında 900 kg, 1.500 kg, 2.500 kg, 3.500 kg ağırlıklı taşıtların 48 km/sa hızla, mevcut sabit koruma otokorkuluğa çarpması sonucu değişen enerji seviyelerine göre farklı araç penetrasyonları Şekil 4.37'de görülmektedir.



Şekil 4.37 : Farklı çarpma enerjileri için değişen araç penetrasyonları.

Farklı taşıt kompozisyonu ve farklı çarpma enerjileri altında mevcut sabit mantar otokorkuluk sisteminin sayısal model içerisindeki davranışı Şekil 4.38'de gösterilmiştir.



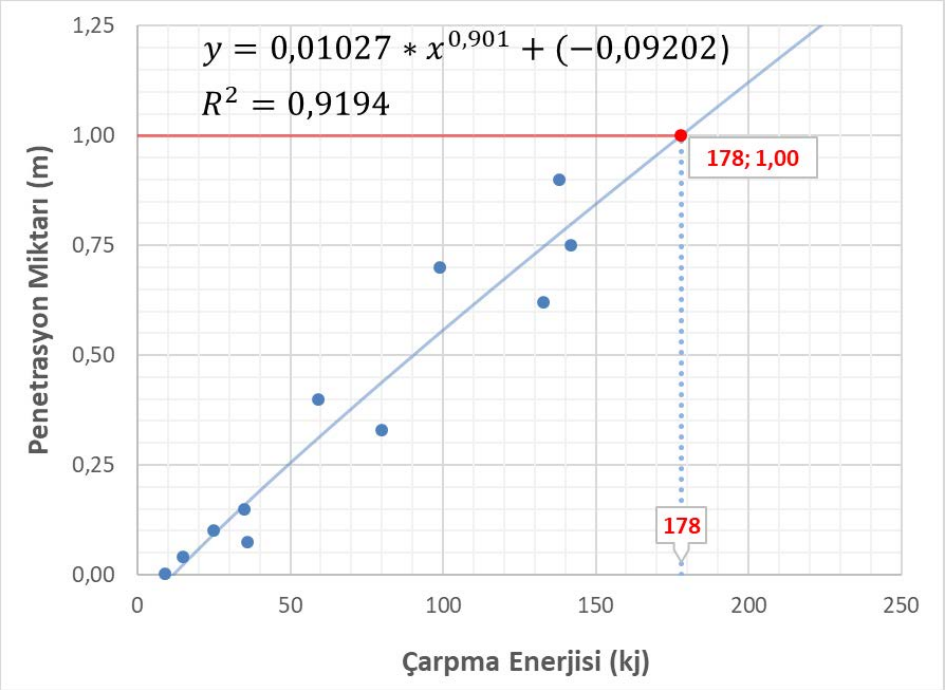
Şekil 4.38 : Farklı çarpma enerjileri altında otokorkuluk sisteminin davranışı.

Farklı taşıt kombinasyonları ve hızları için yapılan simülasyonlar sonucunda gerçekleşen 1,00 m'nin altındaki araç penetrasyon değerleri ve çarpma enerjileri Çizelge 4.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 : Bir metrenin altındaki araç penetrasyon ve çarpma enerjisi tablosu.

Analiz No	Taşıt Hızı [km/sa]	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Çarpma Enerjisi [kj]
1	16	900	M1	0,001	9
2	16	1.500	M1	0,04	15
3	16	2.500	N1G	0,10	25
4	16	3.500	N1	0,15	35
8	32	900	M1	0,075	36
9	32	1.500	M1	0,40	59
10	32	2.500	N1G	0,70	99
11	32	3.500	N1	0,90	138
12	48	900	M1	0,33	80
13	48	1.500	M1	0,62	133
16	64	900	M1	0,75	142

Çizelge 4.15'te elde edilen çarpma enerjilerine karşılık gelen araç penetrasyon değerleri koordinat sisteminde gösterilerek eğilim çizgisi elde edilmiştir (Şekil 4.39). Elde edilen eğilim çizgisinden 1,00 m'lik taşıt penetrasyon değerine karşılık gelen eşik enerji miktarı olarak 178 kJ bulunmuştur. Bu eşik enerji değeri değişen taşıt ağırlıklarına göre çarpma hızlarının bulunması için kullanılmıştır.

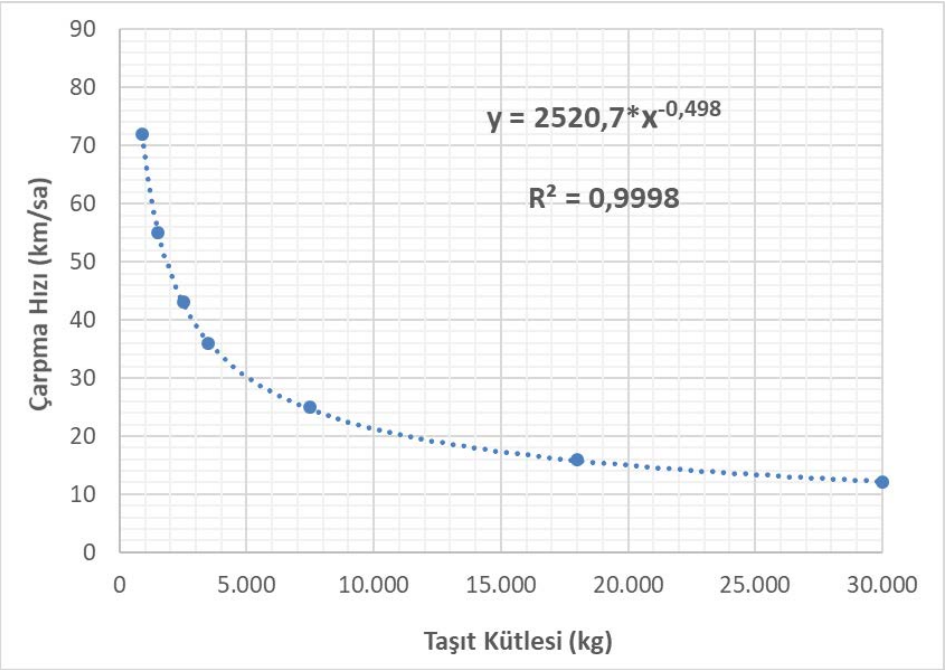


Şekil 4.39 : Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi 1,00 m penetrasyon için eşik enerji değeri grafiği.

Bir metre penetrasyona karşılık gelen 178 kJ eşik enerji değeri için farklı sınıftaki taşıt kombinasyonlarına ait çarpma hız değerleri Çizelge 4.16'da ve bu hız değerlerine ait grafik Şekil 4.40'da gösterilmiştir. Çizelge 4.16'da yer verilmesine rağmen, 7.500 kg, 18.000 kg ve 30.000 kg'lık taşıtları en düşük hızlarda bile mevcut sabit mantar otokorkuluk durduramamaktadır.

Çizelge 4.16 : 178 kJ eşik enerji değeri için farklı sınıftaki taşıtlara ait çarpma hız değerleri.

Penetrasyon Miktarı	Çarpma Enerjisi	Taşıt Kütlesi [kg]						
		900	1.500	2.500	3.500	7.500	18.000	30.000
[m]	[kj]	Çarpma Hızları [km/sa]						
1,00	**178**	72	55	43	36	25	16	12



Şekil 4.40 : 178 kJ çarpma enerjisine karşılık gelen farklı sınıfta taşıtlara ait çarpma hız değerleri grafiği.

4.3 Mevcut Otokorkuluk Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirmesi

Yapılan sayısal analizler neticesinde, mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi, 30.000 kg ve 18.000 kg'lık N3 ve 7.500 kg'lık N2 sınıfı araçları 16 km/sa'lik minimum hız seviyesinde dahi emniyetli bir şekilde durduramayarak yer üstü varlığına zarar vermesine engel olamamaktadır.

Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi, 3.500 kg'lık N1 ve 2.500 kg'lık N1G sınıfı araçlar için şehir içi hız tahdidi olarak kabul edilebilecek 48 km/sa'lik minimum hız seviyesini sağlayamamaktadır.

Mevcut sabit mantar otokorkuluk sistemi, 1.500 kg ve 900 kg M1 sınıfı taşıt kategorisindeki araçları 64 km/sa hız sınırında durdurabilmektedir.

Sonuç olarak, sadece M1 sınıfı taşıtları dikkate alarak değerlendirme yapmak, ticari taşıtların ve özellikle kentsel dönüşüm sebebiyle hafriyat kamyonları gibi yüksek tonajlı taşıtların şehir içi trafiğine katıldığı İstanbul bölgesel trafik karakteristiği göz önüne alındığında, mevcut sabit mantar otokorkuluk sisteminin yol kenarındaki tehlike içeren sabit tesislerin korunması için yeterli gelemeyeceği ve iyileştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

5. YÜZEYSEL MÜTEMADİ TEMELLİ MODÜLER SABİT MANTAR OTOKORKULUK TASARIMI VE PERFORMANS ANALİZİ

Yeni güvenlik otokorkuluğu, yüzeysel rijit mütemadi temel sistemine sahip ve modüler bir şekilde tasarlanmıştır. Saha şartlarında işçilik mümkün olduğunca azaltılarak farklı noktalarda yapılacak imalatlar için aynı dayanım şartları sağlanması amaçlanmıştır. Konstrüksiyon tasarımında imalat, işçilik, montaj ve stoklamanın kolaylaştırılması düşünülmüştür. Özellikle malzeme seçiminde piyasa şartlarında kolay temin edilebilecek çelik profil ve yassı mamuller tercih edilmiştir. Bu şekilde imalatçının kolay malzeme tedarik edebilmesi ve kuracağı kaynak fikstürlerinde avantaj sağlayacağı düşünülmüştür. Modüler yapısı sebebiyle çeşit kalemi azlığı, kolay stoklanabilmesi, minimum stok miktarı ve nakliye kolaylığı açısından kullanıcılara avantaj sağlayacağı değerlendirilmiştir. Sistemin zayıflatılması ve güçlendirilmesi otokorkuluğun boru bölümü ile sağlanarak temel sisteminin tekdüzeliği değiştirilmemiştir.

Koruma altına alınacak tesis, şehir içerisinde karayolu yanında ve genellikle kaldırım kenarında bulunduğundan aşağıdaki tasarım kriterleri dikkate alınmıştır:

a) Yol ve araç kompozisyonlarına uygun olarak belirlenen risk seviyelerindeki çarpma darbelerini karşılayacak koruma seviyesine sahip olmalıdır.
b) Taşıt çarpması sonucu, taşıtın bariyere en fazla 1,00 metre nüfuz etmesine (penetrasyon) izin vermelidir.
c) Sürücü ve yolcular için kabul edilen çarpma etkisi maksimum “g” kuvveti limitlerini sağlamalıdır.
d) Şehir içi yol kenarı ve kaldırımlarda tesis edilecek yapılar için uyulması gereken mevzuat ve standartlara göre imal edilmelidir.
e) Yol kenarında bulunan diğer kurumlara ait altyapı tesislerini (fiberoptik, elektrik, su, vb.) etkilemeyecek derinlikte temel sistemine sahip olmalıdır.
f) Yayaların geçiş standartlarını karşılayacak temiz açıklıklara sahip olmalıdır.
g) Korunacak tesis ile arasındaki mesafe, tesisin bakımı için gerekli olan kapakların açılmasına (en az 1,00 m) izin vermelidir.

h) Sürücü ve yayaların kolaylıkla farkedebileceği özellikte olmalıdır.
i) Kullanılacak malzeme korozyona karşı dirençli olmalıdır.
j) Modüler yapıda tasarlanmalıdır. Böylece farklı ölçülere sahip tesisler için modüler yapısı sayesinde birbirine eklenerek daha geniş alanda koruma imkânı sağlamalıdır.
k) Depolanması ve nakliyesi kolay olmalıdır.
l) Ülkemizde kolay bulunabilen uygun maliyetli çelik malzeme kullanılmalıdır.
m) Otokorkuluk sisteminin sahaya uygulanması esnasında işçilik hatalarını minimize edecek, en az işçilik gerektirecek ve saha şartlarında kaynak işçiliğine ihtiyaç duyulmayacak şekilde olmalıdır.
n) Araç çarpması sonucu bariyer sisteminin kolaylıkla yenisi ile değiştirilmesine izin vermelidir.

Tehlike içeren yol kenarındaki tesisi, taşıt çarpmalarına karşı koruyacak en güvenli bariyer tiplerinden bir tanesi sabit mantar bariyerdir (otokorkuluk) ve şehir içinde bu sistemin tercih edilmesinin en önemli nedeni, yayaların yol kenarında ve kaldırımlarda rahat hareket etmelerine imkân tanımasıdır. Burada en önemli husus otokorkuluk tasarımının yanında temel sisteminin gelen enerjiyi sönümleyecek taşıma kapasitesine sahip olmasıdır.

Burada iki tip temel sistemi öne çıkmaktadır. Birincisi tekil temel, diğeri yüzeysel mütemadi temeldir. Tekil temel sisteminde otokorkuluk, gelen çarpma enerjisinin miktarına bağlı olarak değişebileceği gibi, yaklaşık 120 cm derinlikte dairesel veya kare şeklinde tekil beton bir temel içerisine sabitlenmektedir. Bu temel sisteminin en büyük dezavantajı, şehir içerisinde kaldırımlardaki altyapı engellerinden dolayı sahada tespit edilen yere yerleştirilme problemidir. Bu tip temel sistemlerinin koruma sınıfının tespiti için PAS 68 standardına göre tek bir tane korkuluğa araç çarptırılarak koruma seviyesi derecelendirilmektedir. Yüzeysel temel sisteminde otokorkuluklar, PAS 69'a göre en fazla 50 cm'lik bir temel derinliği içerisine sabitlenmiş özel tasarlanmış taşıyıcı profil sitemlerinin mütemadi olarak beton içerisine yerleştirilmesi ile gelen çarpma enerjisine karşı bütün otokorkuluk sistemi ile birlikte mukavemet göstermektedir. Yüzeysel temel sistemine sahip sabit mantar otokorkulukların şehir içerisinde kaldırım kenarlarındaki altyapılara zarar vermeden koruma sağlaması en büyük avantajdır. Bu tip temel sistemlerinin koruma sınıfının tespiti PAS 68 standartına göre en az üç tane otokorkuluktan oluşan yüzeysel temel sistemli bir

otokorkuluk sisteminin en ortasındaki tek bir tane korkuluğa araç çarpması ile ölçülmektedir.

5.1 Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluk Tasarımı

5.1.1 Otokorkuluk sistemi malzeme seçimi

Otokorkuluk malzemesi olarak ST 44 sıcak çekme boru önceki bölümde yapılan mekanik dayanım testlerinden de görüleceği üzere % 25 deformasyon şekil değiştirmesine sahiptir. Sünekliliği yüksek olan çelikten üretilmiş bir otokorkuluğa araç çarpması sonucu, otokorkuluk deformasyona uğrayıp şekil değiştirmeye devam ettiği halde kırılmayıp sündüğü için çarpan aracın enerjisini azaltmaya devam edecektir ve bu durum otokorkuluk için istenen bir özelliktir. Otokorkuluk olarak kullanılacak ST 44 sıcak çekme boruda çevresel gerilmeleri azaltmak ve boru kesiti içerisinde gerilmeleri homojen hale getirmek için normalizasyon işlemine tabi tutulmuş boru kullanmak önemlidir. ST 44 sıcak çekme boru malzemesi ülkemizde kolaylıkla bulunabilmektedir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 : Yüzeysel otokorkuluk sisteminde kullanılan çelik malzeme çizelgesi.

Malzeme	Standart	Kalite	Dış Çap	Et Kalınlığı	Boru Boyu	Ağırlık
			mm	mm	m	kg/m
Sıcak Çekme Boru	DIN 17121 EN 10210-1	ST 44.0 EN S275J0H ST 44.2 EN S275J2H ST 44.3 EN S275JRH	Ø219,1 (Ø8")	20	6	98,2
	DIN 17121 EN 10210-1	ST 44.0 EN S275J0H ST 44.2 EN S275J2H ST 44.3 EN S275JRH	Ø244,5	10	6	57,8

Malzeme	Standart	Kalite	Profil Tipi	Profil Yüksekliği	Profil Boyu	Ağırlık
				mm	m	kg/m
Çelik Profil	DIN 1025-2	ST 44	HEB	180	12	51,2
				340	12	134

Malzeme	Standart	Kalite	Çap	Donatı Uzunluğu	Ağırlık	
			mm	m	kg/m	kg/12 m
İnşaat Demiri	TS 708	B 420C Nervürlü	Ø18	12	1,998	23,976

Malzeme	Standart	Kalite	Sac Kalınlığı
			mm
Sac	TS EN 10130	ST 44 S275JR	20

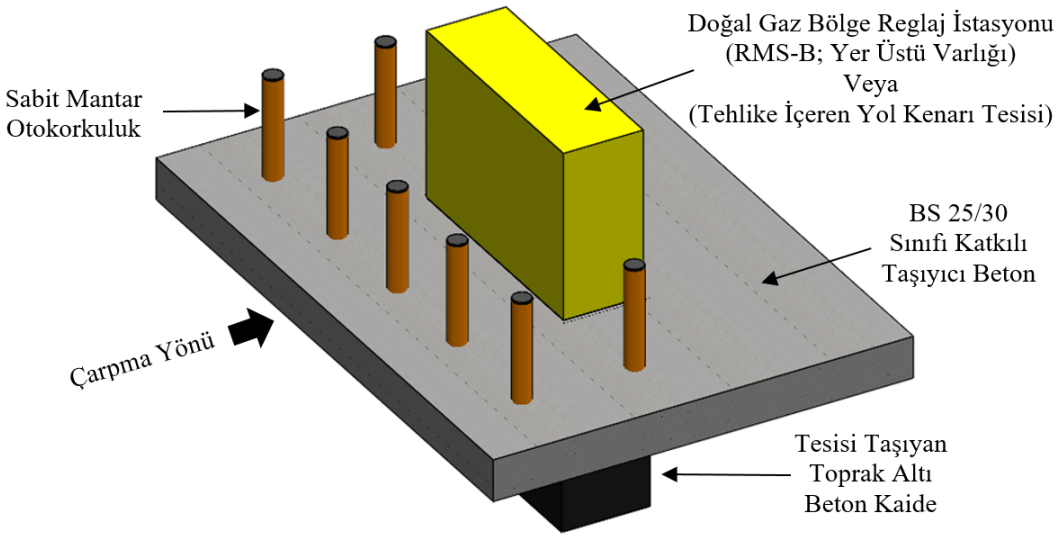
Malzeme	Standart	Kalite	Çap
			mm
M20 Cıvata	DIN 933	12,9	20

Çizelge 5.1'de görüleceği üzere temel sisteminde ST 44 çelik malzemeden üretilen HEB 340 çelik profil, üst yüzeyinin 300 mm genişlikte olması ve IPE çelik profillere göre daha düz yüzeyli bir yapıya sahip olması bu tasarım için bir avantaj sağlamaktadır. Beton temel derinliği en fazla 500 mm olması ön görüldüğünden bu temel yüksekliğinin içerisine sığabilecek en uygun yükseklik olarak 340 mm'lik çelik profil tercih edilmiştir. HEB 340 ve HEB 180 çelik profil malzemesi ülkemizde kolaylıkla bulunabilmektedir.

Sac malzemesi olarak ülkemizde kolaylıkla bulunabilen 20 mm et kalınlıklı ST 44 sac malzemesinin kullanımı tercih edilmiştir. Temel sistemi içerisinde yer alan Ø 20 mm çaplı demir donatı olarak B 420C nervürlü demir kullanımı tercih edilmiştir. Modüler parçaların birbirlerine ve otokorkuluğun temel sistemine montajı için M20 ve M30 12.9 civata kullanımı tercih edilmiştir.

Korkuluğun koruma seviyesini arttırmak için üst tarafından içerisine profil konulup, aynı zamanda beton dökülebilmesi için kauçuk kapak tasarlanmıştır. Kapakta kauçuk malzeme tercih edilmesinin nedeni araç çarması sonucu bu üst kapağın yerinden çıkması halinde çevreye verebileceği zararı en aza indirmek amaçlanmıştır.

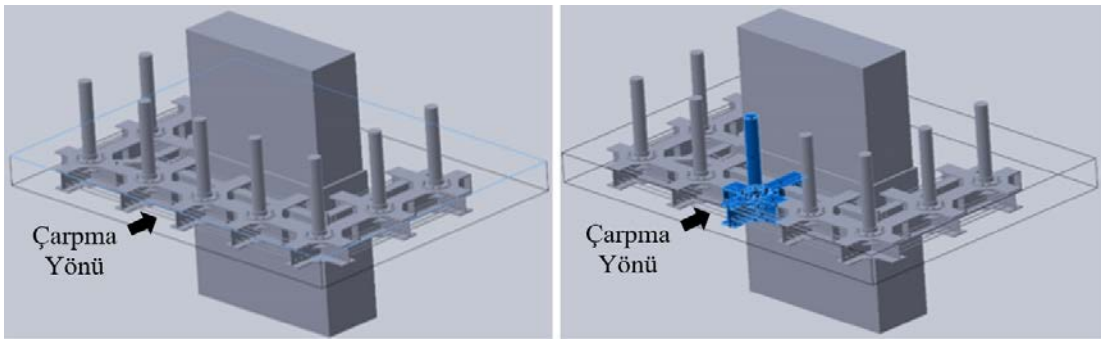
Betonun karakteristik basınç dayanımı arttıkça beton gevrekleşmektedir. Çarpma anında otokorkuluk temel sisteminde kullanılan betonunun gevrek olması ise istenen bir özellik değildir. Aynı zamanda beton içerisine karıştırıldığında üç boyutlu olarak yayılabilen polipropilen ham maddesinden mamul sentetik fiber donatı veya kıvrım ve kancalardan oluşan 60 mm uzunluğunda çelik tel beton donatı kullanımı betonun sünekliliğini arttırmaktadır. Böylece betonun en büyük zaafı olan yüzeysel rötre ve yük altında oluşan yapısal çekme çatlaklarının engellenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle sentetik fiber veya çelik tel beton donatısı ve su geçirimsizlik katkılar ilave edilmiş, BS 25/30 beton malzemesi tercih edilerek Şekil 5.1'de görüleceği üzere çelik yapı beton zarf içerisine alınmıştır. Önceki bölümde görüldüğü üzere, betonun sahada elle hazırlanması her temel uygulamasında farklı mukavemet değerleri ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle betonun sahada elle hazırlanmadan hazır beton santrallerinden uygulama alanına getirilmesi ile standart bir dayanım elde edilmesi amaçlanmıştır. Çelik malzemelerin korozyona karşı korunması için en etkili ve uygun maliyetli yöntem olan sıcak daldırma galvanizle kaplanması öngörülmüştür. Aynı zamanda otokorkuluk sisteminin taşıtlar tarafından fark edilebilmesi için RAL 1028 renk kodlu sarı renk boya ile boyanmasının uygun olacağı öngörülmüştür.



Şekil 5.1 : Yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk sistemi.

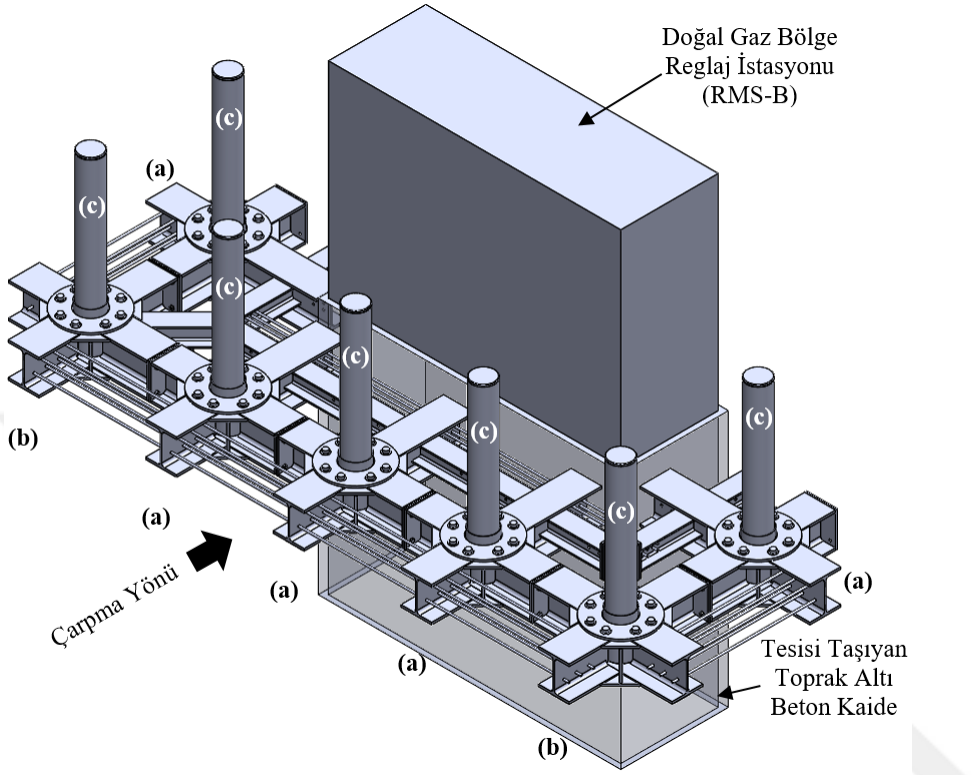
5.1.2 Modüler otokorkuluk tasarımı

Yüzeysel temelli sabit mantar otokorkuluk sisteminin bir bütün olarak sahada imal edilmesi çeşitli zorlukları beraberinde getirmektedir. Bunlardan en önemlisi ise sahada kalifiye işçilik ile imalat zorluğudur. İnsan kaynaklı eksikliklerin önüne geçmede en önemli husus, imalatları fabrika ortamında, önceden belirlenmiş kalite standatlarına uygun olarak üretilmiş ürünlerin sahada kullanılması olacaktır. Bu şekilde otokorkuluk sisteminin birbirleri arasındaki temiz açıklıkları, otokorkuluk ile korunacak varlık arasındaki mesafe ve belirlenen temel derinliği dikkate alınarak sistemin parçalardan oluşmasının büyük avantaj sağlayacağı öngörülmüştür. Tasarım ve imalat sırasında çok çeşitliliğin önüne geçerek, malzeme fire oranlarını azaltmak için koruma seviyesini sağlayacak kesitte profil seçilirken mümkün olduğunca az çeşitlilik üzerinde durulmuştur.



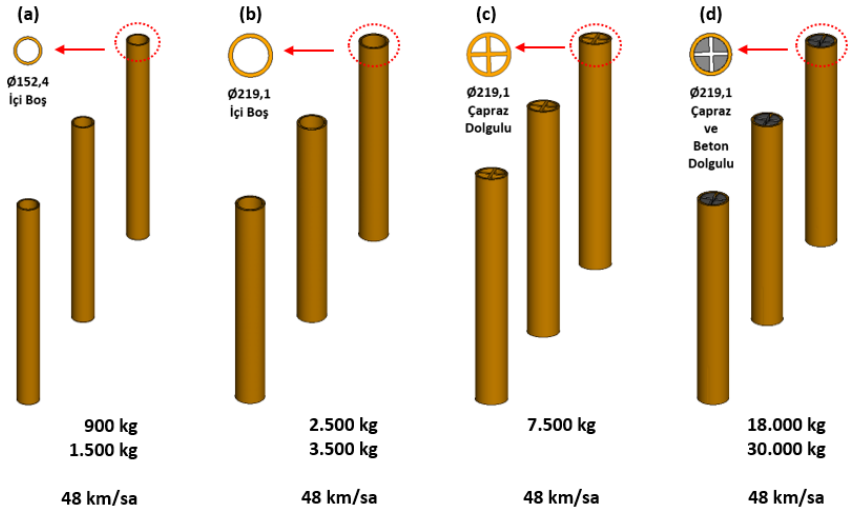
Şekil 5.2 : Yüzeysel mütemadi temel sistemli, modüler çelik konstrüksiyonlu otokorkuluk.

Yüzeysel temelli modüler kontrüksiyonlu sabit mantar otokorkuluk sisteminin tesisin etrafına yerleştirilmiş durumu Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te gösterilmiş olup EK N'de geometrik tasarım detayları verilmiştir.



Şekil 5.3 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler konstrüksiyonlu otokorkuluk sistemi; (a) orta kontrüksiyon, (b) köşe kontrüksiyon, (c) otokorkuluk.

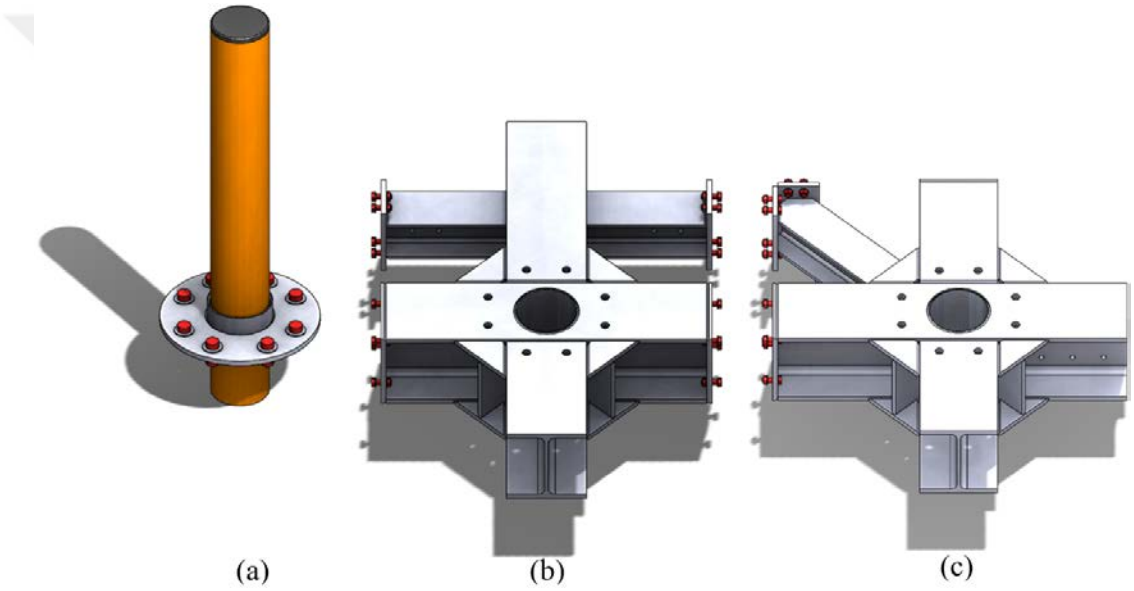
Modüler sistem, PAS 68:2013'e göre farklı araç kombinasyon ve hızlarının neden olduğu çarpma enerjileri ve belirlenen risk gruplarına karşılık gelebilecek radikal ilave bir parça değişikliği olmaksızın dört varyasyondan oluşturulmuştur (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 : Dört farklı koruma seviyesi için otokorkuluk çelik boru seçenekleri.

Şekil 5.4'te görüleceği üzere tek tip temel üzerine yerleştirilen otokorkuluğun enerji yutucu borusu için Ø 152,4 mm (6 inç) ve Ø 219,1 mm (8 inç) versiyonlarının boş halleri, Ø 219,1 mm (8 inç) versiyonun içine destekleyici çapraz çelik sac ve yine bu versiyonun içerisine beton doldurulmuş halleri dört ayrı koruma seviyesini sağlamaktadır.

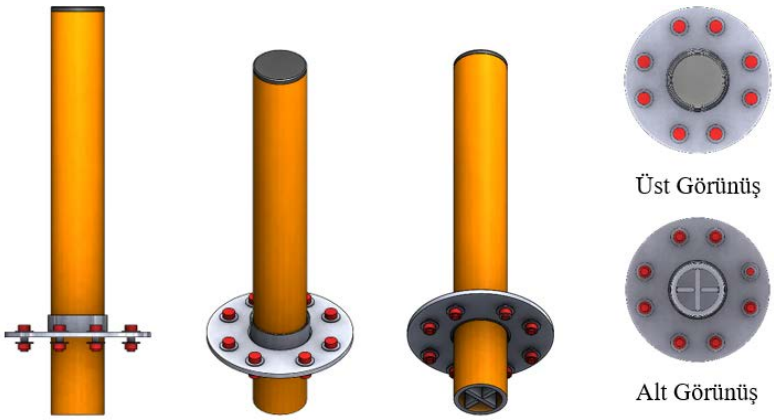
Otokorkuluk temel sistemi Şekil 5.5'te görülebileceği üzere orta ve köşe konstrüksiyon parçalarından oluşan en fazla iki farklı modüler tasarımın saha şartlarının gerektirdiği sayıda birleştirilmesiyle minimum işçilik ile maksimum koruma düzeyi elde edilmiştir. Aynı zamanda otokorkuluğun çelik borusu her iki temel konstrüksiyonuna montaj için uyumlu tasarlanmıştır (SOLIDWORKS, 2017).



Şekil 5.5 : Modüler otokorkuluk sistem parçaları; (a) Otokorkuluk çelik borusu (b) Yüzeysel temel orta parça (c) Yüzeysel temel köşe parça.

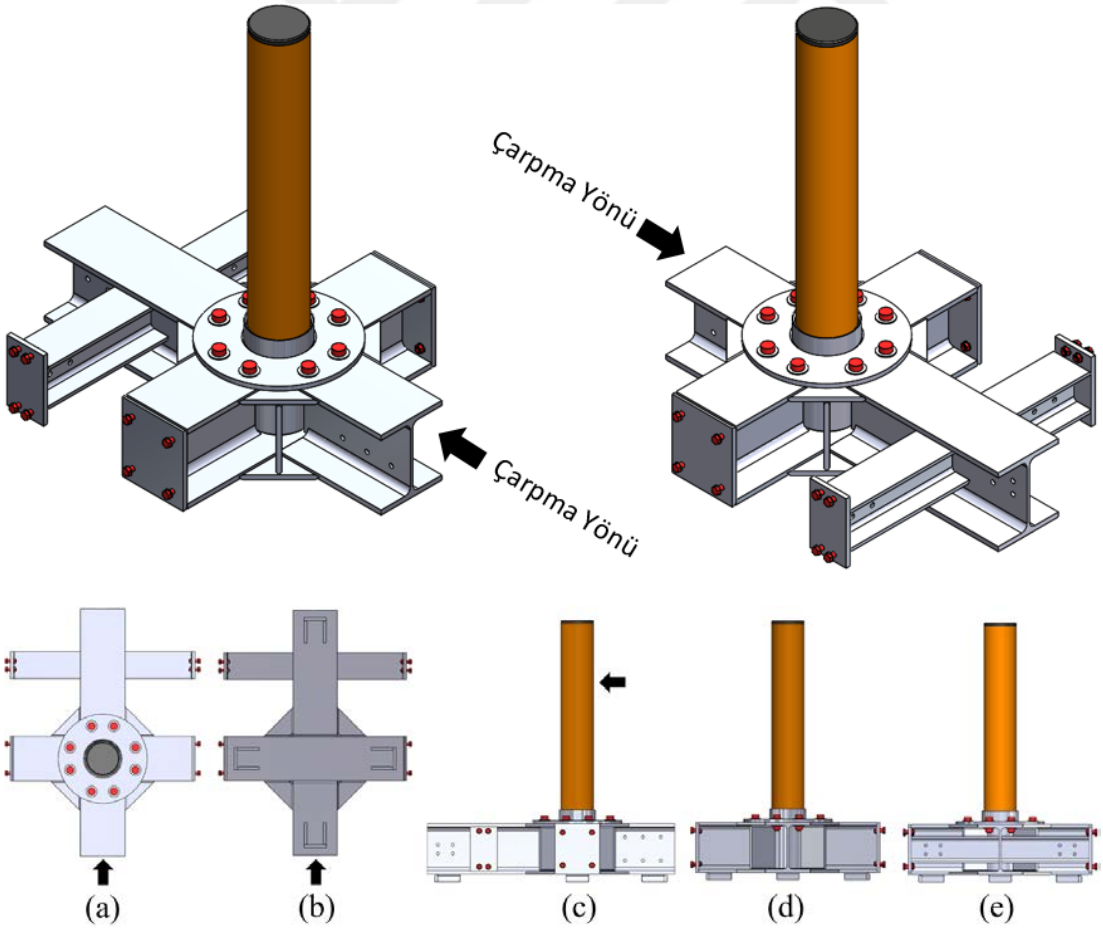
Şekil 5.5'te fabrikasyon imalatı ile yapılan kaynaklı modüler parçalar, tasarlandığı şekilde yan yana yerleştirilerek, civataların sıkılması gibi basit bir işçilik ile sistem birleştirilebilecektir.

Otokorkuluk çelik borusu Şekil 5.6'da gösterildiği gibidir. Flanş, otokorkuluk borusu üzerine kaynakla sabitlenmiştir. Borunun kaynakla temel sistemine birleştirilmesi yerine flanş ile montajlanmasında, malzemelerin kolay stoklanabilmesi ve kazada hasar gören otokorkuluk sisteminin kaynak işçiliğine gerek kalmaksızın yerinde kolaylıkla değiştirilebilmesi amaçlanmıştır.



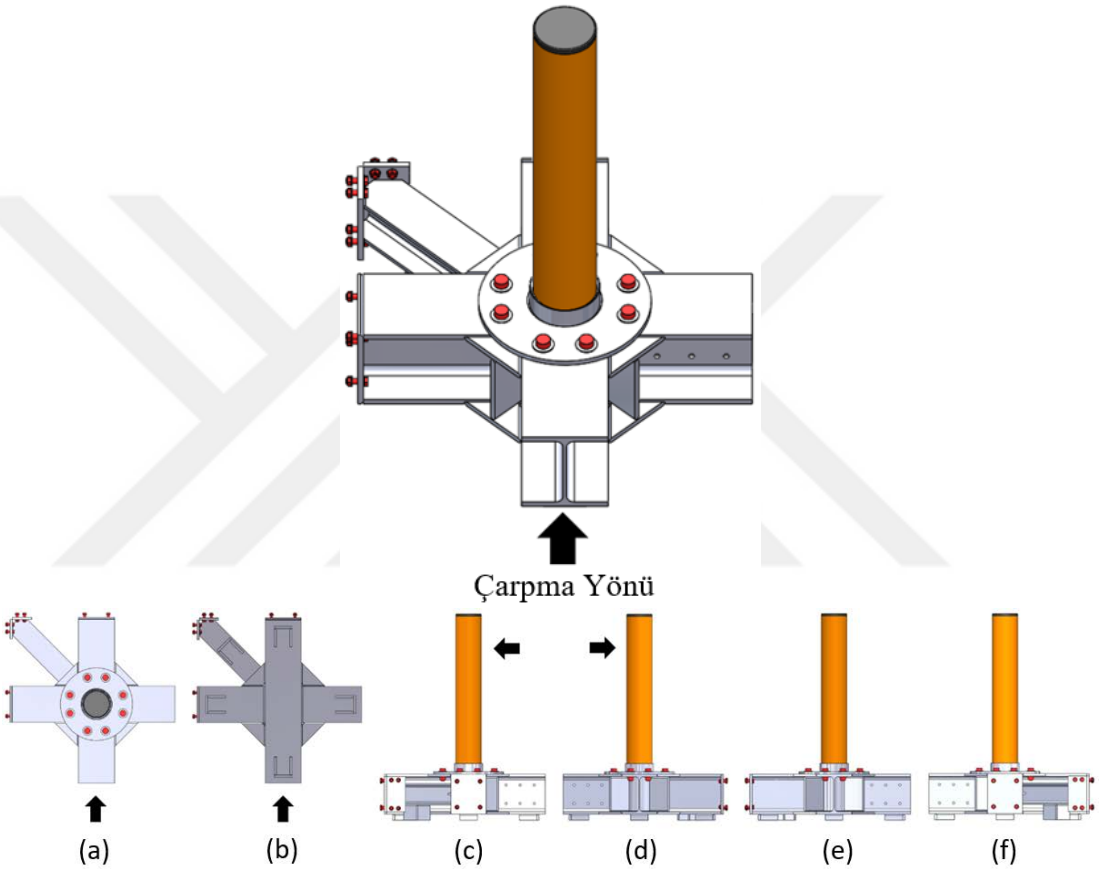
Şekil 5.6 : Otokorkuluk çelik borusunun değişik açılardan görünüşü.

Şekil 5.7'de modüler orta kontrüksiyon gösterilmiştir. Orta kontrüksiyon içerisine otokorkuluğun çelik borusunun yerleştirildiği HEB profil içerisindeki yuvaya, boru toleransları dikkate alınarak otokorkuluğun sığacağı çapta boru (kovan) kaynaklanmıştır. Kovan ile aynı zamanda otokorkuluğun beton ile temas etmeyerek kaza sonrası kolaylıkla çıkarılabilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 5.7 : Otokorkuluğun modüler yüzeysel temelli orta parçası; (a) Üst görünüş, (b) Alt görünüş, (c) Sol görünüş, (d) Ön (çarpma yüzeyi) görünüş, (e) Arka görünüş.

Şekil 5.8'de modüler köşe kontrüksiyon gösterilmiştir. Köşe konstrüksiyon bütün yönlerde orta konstrüksiyona bağlantı yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Böylece koruma altına alınacak olan tesisin önüne konulacak otokorkuluk sisteminin her iki köşesinde de aynı malzemenin kullanılabilmesi amaçlanmıştır. Orta konstrüksiyonda olduğu gibi, köşe konstrüksiyonda da otokorkuluğun çelik borusunun yerleştirildiği HEB profil içerisindeki yuvaya, boru toleransları dikkate alınarak otokorkuluğun sığacağı çapta boru (kovan) kaynaklanmıştır.

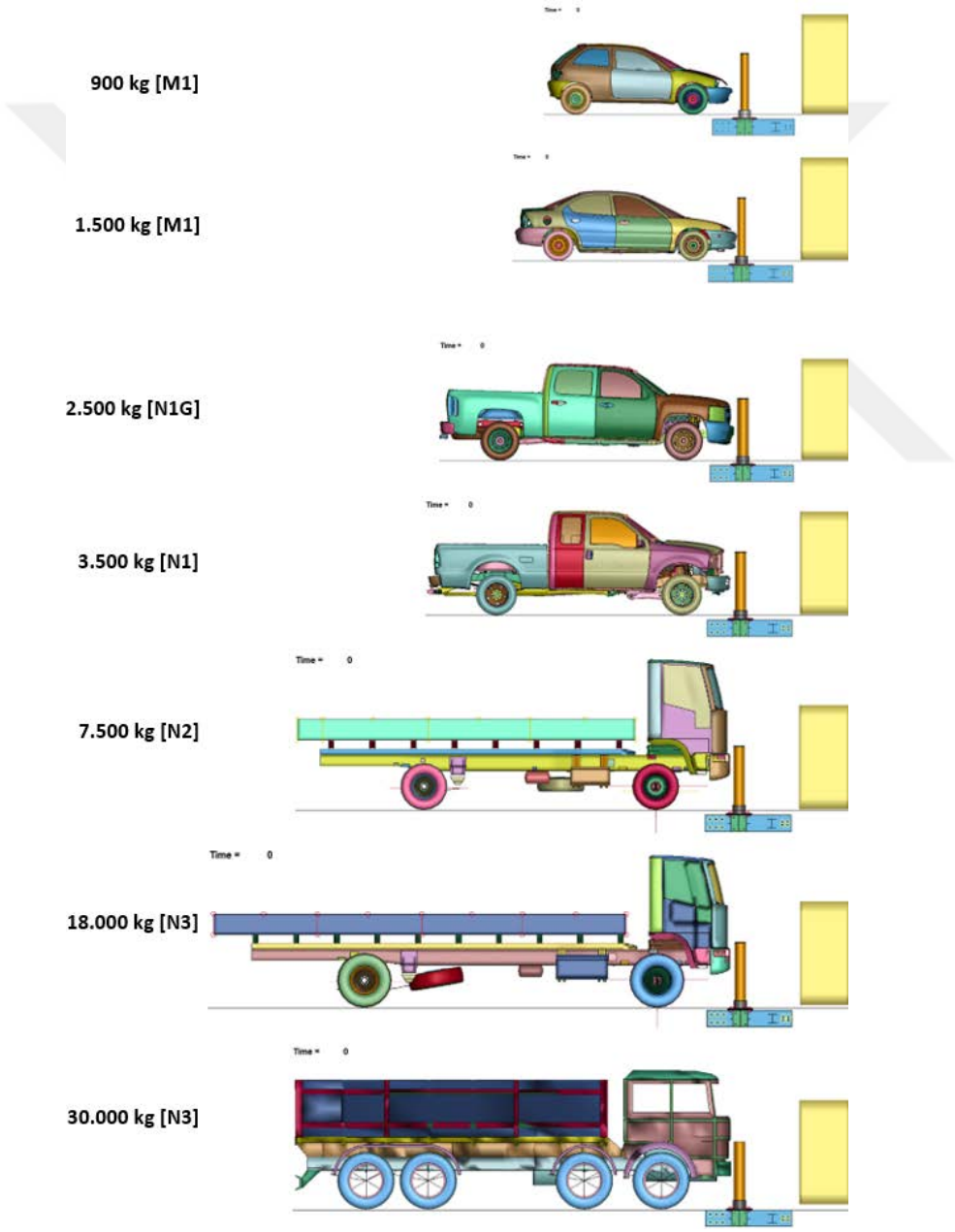


Şekil 5.8 : Otokorkuluğun modüler yüzeysel temelli köşe parçası; (a) Üst görünüş, (b) Alt görünüş, (c) Sol görünüş, (d) Sağ görünüş, (e) Ön (çarpma yüzeyi) görünüş, (f) Arka görünüş.

Çok yönlü olarak düşünülüp tasarlanan modüler otokorkuluk sisteminin az sayıda parça çeşitliliği ve birbirlerine uyumlu yapılar sayesinde etkin bir koruma sağlaması amaçlanmıştır. Ayrıca uygun maliyet ve malzeme bulma kolaylığı açısından yerli malzeme kullanımı tercih edilmiştir. Malzeme çeşitliliğinin az olması fabrikasyon imalat kolaylığı, stoklarda az yer kaplama ve kolay taşınabilme imkânı sağlamıştır. Tüm bu özelliklerin yanında otokorkuluk sisteminin saha uygulamasında kalifiye işçiliğe gerek kalmaksızın kolayca kurulumu büyük avantaj sağlamıştır.

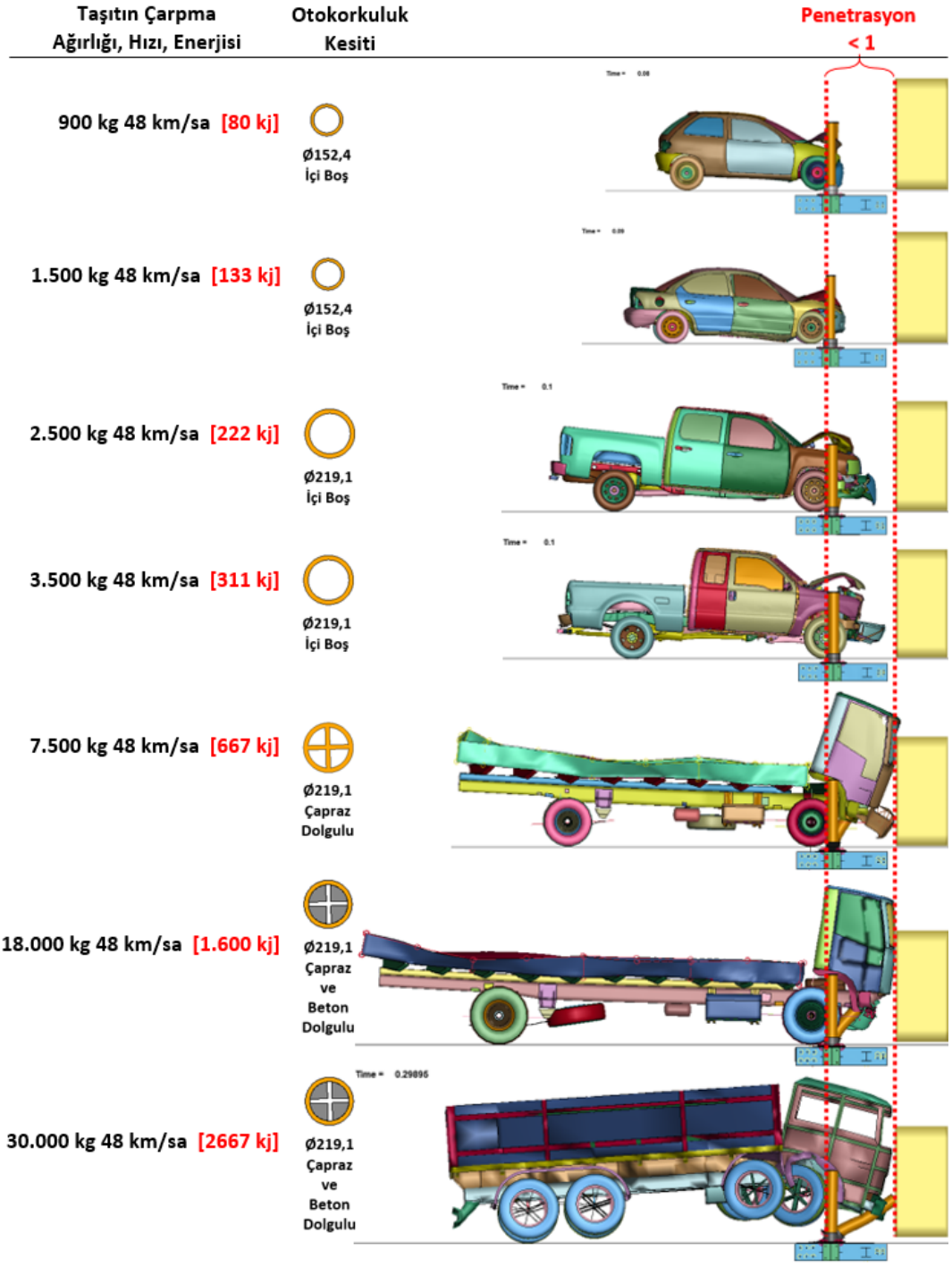
5.2 Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluk Sisteminin Sayısal Performans Analizi

Doğrulanan kaza koşullarındaki kriterler kullanılarak Çizelge 2.6'da özetlenen BSI PAS 68:2013 koşullarına uygun test simülasyonlarının yapılması ile yeni yüzeysel temelli modüler sabit mantar otokorkuluk sisteminin performansı ile ilgili değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Bunun için farklı kategorilerdeki değişik kütlelere sahip araçlar şehir içi hız tahditlerinde çalışmak üzere çarpma simülasyonu ile analiz edilmiştir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler sabit mantar otokorkuluk performansının çarpma simülasyon analiz modelleri.

Buna göre, her bir araç çeşidi standardın şehir içi tarafiğine en yakın limiti veren hız olan 48 km/saat hız ile simüle edilmiş ve eğer penetrasyon miktarı doğal gaz bölge reglaj istasyonu kabini için tayin edilen 1m'lik emniyetli mesafeyi tehdit etmeyecek büyüklükte ise uygun tasarım olarak değerlendirilmiştir. Buna göre, her bir kategorideki araç, 48 km/saat hız ile maksimum 1,00 metre penetrasyon yapabileceği dört farklı tasarımdan uygun olan ile eşleştirilmiştir (Şekil 5.10).

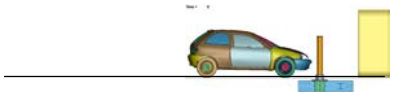
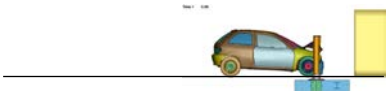
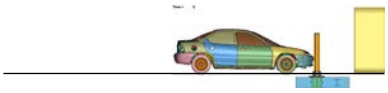
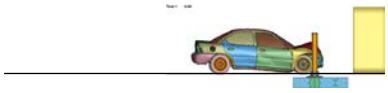
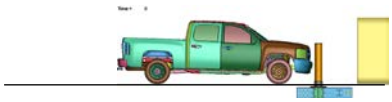
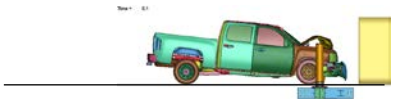
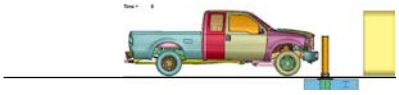
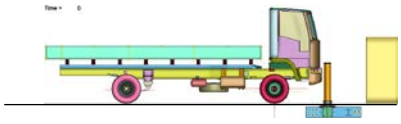
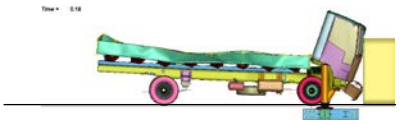
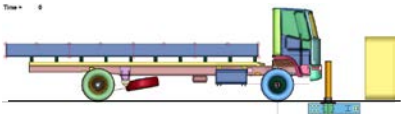
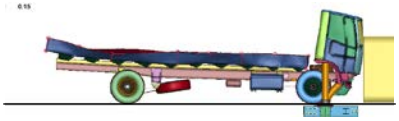
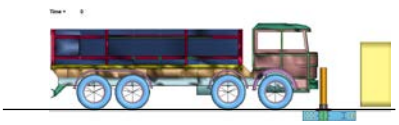
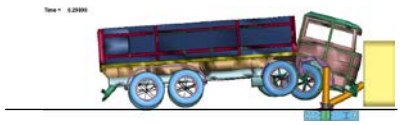


Şekil 5.10 : Yeni otokorkuluk sisteminin, farklı çarpma enerjileri için dört farklı otokorkuluk tasarımdan uygun olan ile eşleştirilmiş haldeki performans durumu.

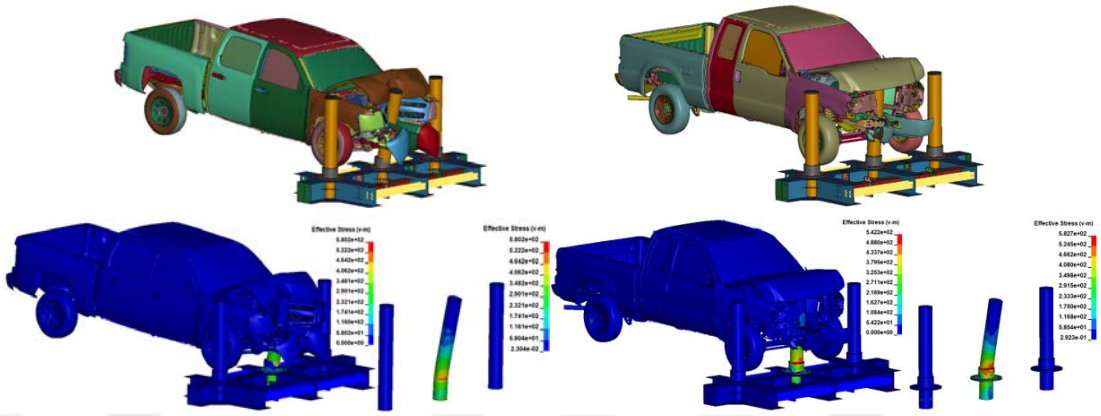
Saha uygulamasına karar verecek olan uzman teknik personel tesisin bulunduğu konumu dikkate alarak göre EK G'deki abaktan çıkacak risk seviyesine göre dört farklı otokorkuluk tasarımından uygun olanının uygulanmasına karar verebilecektir.

Standartta belirtilen enerji seviyelerine uygun olarak yapılan simülasyonlar sonucu elde edilen penetrasyon değerleri ve bu penetrasyon değerlerinin elde edildiği analiz sonuç görüntüleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2 : Araç çarpma simülasyonlarında araç penetrasyon miktar ve görüntüleri (48 km/sa).

Analiz No	Taşıt Kütlesi [kg]	Taşıt Sınıfı	Penetrasyon Miktarı [m]	Analiz Başlangıç Görüntüsü	Analiz Sonuç Görüntüsü
1	900	M1	< 1		
2	1500	M1	< 1		
3	2500	N1G	< 1		
4	3500	N1	< 1		
5	7500	N2	< 1		
6	18000	N3	< 1		
7	30000	N3	< 1		

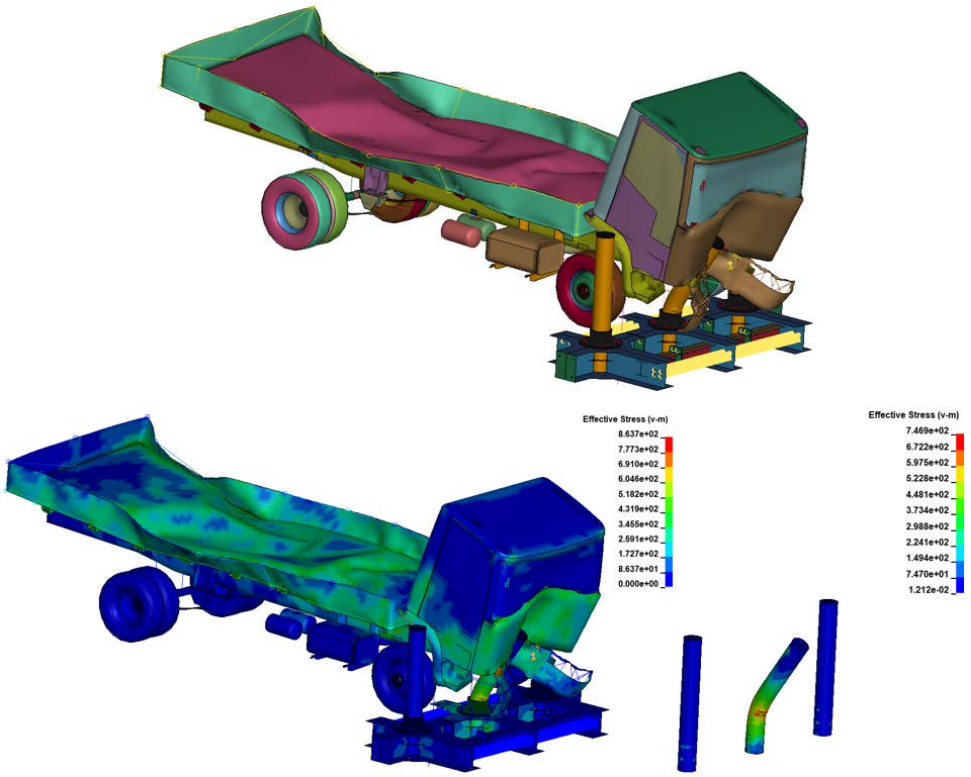
Yeni modüler Ø 219,1 mm (8 inç) içi boş otokorkuluk sistemine 2.500 kg ağırlığında N1G sınıflı ve 3.500 kg ağırlığında N1 sınıflı taşıtın 48 km/sa hızla çarpması sonucu yaptığı penetrasyon ve vermiş olduğu hasar gösterilmiştir (Şekil 5.11).



(a) **(b)**

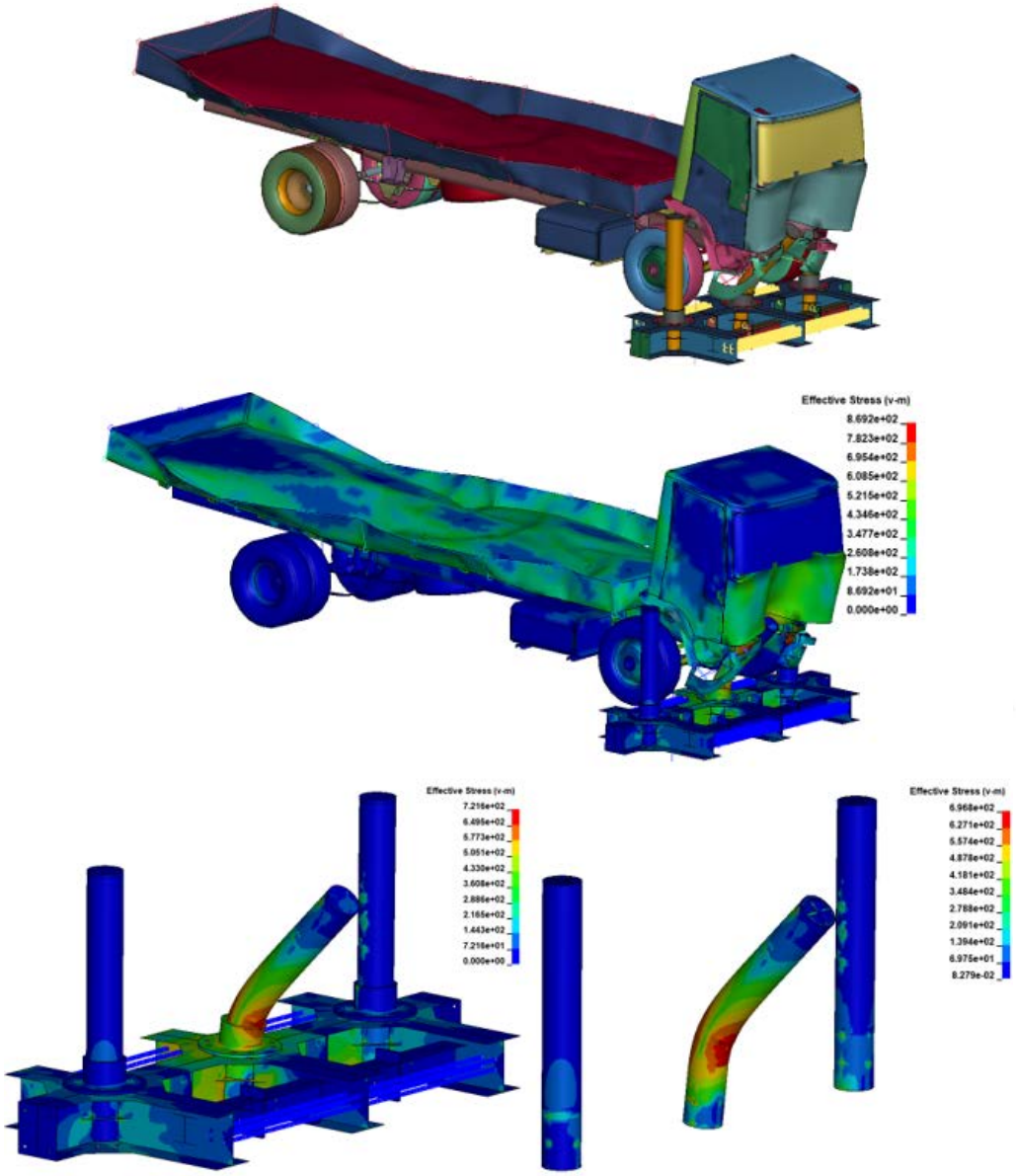
Şekil 5.11 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla (a) 2.500 kg ağırlığında N1G sınıflı araç (b) 3.500 kg ağırlığında N1 sınıflı taşıtın çarpması.

Şekil 5.12'de yeni modüler Ø 219,1 mm (8 inç) içi destekleyici çapraz çelik sac ile dolu otokorkuluk sistemine 7.500 kg ağırlığında N2 sınıflı taşıtın 48 km/sa hızla çarpması sonucu yaptığı penetrasyon ve vermiş olduğu hasar gösterilmiştir.



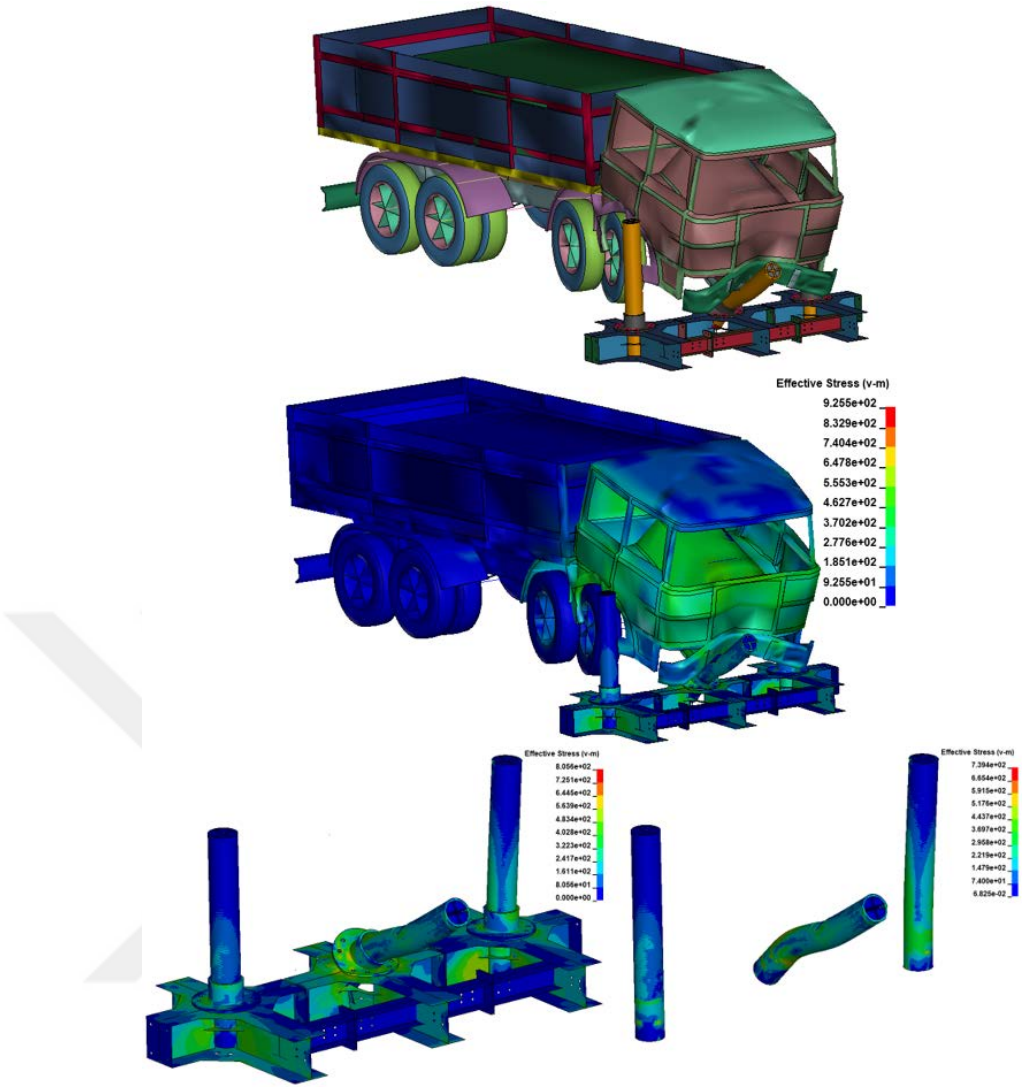
Şekil 5.12 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla 7.500 kg ağırlığında N2 sınıflı taşıtın çarpması.

Şekil 5.13'te yeni modüler Ø 219,1 mm (8 inç) içi destekleyici çapraz çelik sac ile dolu ve yine içine beton doldurulmuş otokorkuluk sistemine 18.000 kg ağırlığında N3 sınıflı taşıtın 48 km/sa hızla çarpması sonucu yaptığı penetrasyon ve vermiş olduğu hasar gösterilmiştir.



Şekil 5.13 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla 18.000 kg ağırlığında N3 sınıflı taşıtın çarpması.

Şekil 5.14'te yeni modüler Ø 219,1 mm (8 inç) içi destekleyici çapraz çelik sac ile dolu ve yine içine beton doldurulmuş otokorkuluk sistemine 30.000 kg ağırlığında N3 sınıflı taşıtın 48 km/sa hızla çarpması sonucu yaptığı penetrasyon ve vermiş olduğu hasar gösterilmiştir.



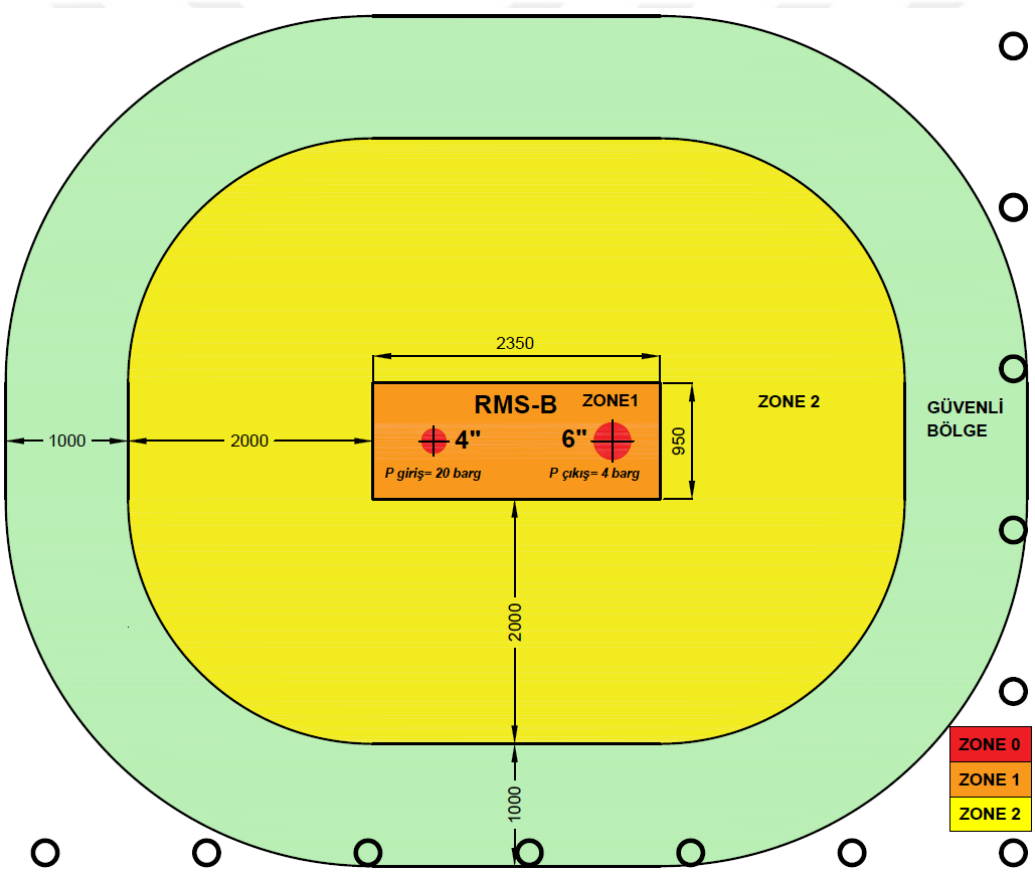
Şekil 5.14 : Yeni modüler otokorkuluk sistemine, 48 km/sa hızla 30.000 kg ağırlığında N3 sınıflı taşıtın çarpması.

5.3 Yeni Otokorkuluk Sisteminin Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirmesi

Sonuç olarak, 900 kg ve 1.500 kg ağırlığındaki M1 sınıfı araçlar için, Ø 152,4 mm (6 inç) çapındaki içi boş boru otokorkuluğun yeterli koruma seviyesini sağladığı görülmüştür. 2.500 kg ağırlığındaki N1G sınıfı ve 3.500 kg ağırlığındaki N1 sınıfı araçlar için, Ø 219,1 mm (8 inç) çapındaki içi boş boru otokorkuluğun yeterli koruma seviyesini sağladığı görülmüştür. 7.500 kg ağırlığındaki N2 sınıfı araçlar için, Ø 219,1 mm (8 inç) çapındaki içi çapraz çelik sac destekli boru otokorkuluğun yeterli koruma seviyesini sağladığı görülmüştür. 18.000 kg ağırlığındaki N3 sınıfı ve 30.000 kg ağırlığındaki N3 sınıfı araçlar için Ø 219,1 mm (8 inç) çapındaki içi çapraz çelik sac destekli ve beton ile takviye edilmiş boru otokorkuluğun yeterli koruma seviyesini sağladığı görülmüştür.

Yeni tasarım otokorkuluk sistemi ile elde edilmiş olan farklı risk gruplarında araç penetrasyonlarının 1,00 m'lik mesafe içerisinde kaldığı ve araç içerisinde emniyet kemeri takılı sürücü ve yolcular için maksimum "g" değeri olan 12g'yi geçmediğinden yeterli koruma seviyelerini sağlarken aynı zamanda insanların zarar görmesinin önlendiği görülmüştür.

Buna binaen Bölüm 2.2.4'te açıklanmış olan tehlikeli bölge sınıflandırmalarında istasyon kabininin dışındaki 2 m'lik ZONE 2 bölgesinin dışına 1,00 m'lik güvenli bölgenin tanımlanması ile bu bölgenin dış kısmına yeni otokorkuluk sisteminin yerleştirilmesi yanma ve patlamaya karşı da emniyetli bir alan oluşturacağı açıkça görülmektedir. (Şekil 5.15).



Şekil 5.15 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler sabit mantar otokorkuluk ile koruma altına alınmış doğal gaz tesisleri için tehlikeli ve güvenli bölge sınırları.

Böylece şehir içerisinde yeterli alan bulunması halinde, yol kenarına konulacak tehlike içeren tesisin yerleştirileceği nokta seçilirken yeni otokorkuluk sistemi ile arasına 3 m'lik bir mesafe bırakılmasının yanma ve patlama riskini de ortadan kaldıracağı görülmüştür. Şehir içerisindeki saha uygulamalarında bu konuya dikkat edilmesinin çok yönlü katkı sunacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

Yol kenarında bulunan tesislere araç çarpması tipi kazaların incelenmesi ile elde edilen veriler, yapılan saha araştırmaları ve yer üstü varlıklar için ortaya konulan risk parametrelerinin her bir varlığına ait toplam risk puanlarının hesaplanması ve istatistiki olarak anlamlandırılması sonucu ortaya çıkan risk aralıklarına göre sınıflandırıldığında, risk grupları bu sınıflara uygun güvenilir sonuçlar vermiştir. Oluşturulan model ile yol kenarındaki tesislerin risk grubu ölçülebilecektir. Bu modeli, yol kenarı güvenliğini sağlamak için farklı kurumlarında kullanabileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

Mevcut otokorkuluk sisteminin, saha uygulamalarındaki farlılıkları ve saha şartlarının konumlandırmasında kısıtlar ortaya çıkarması sonucu, şehir içi araç kompozisyonu ve hızları da dikkate alındığında trafik etkileri kaynaklı riskler barındırdığı ve iyileştirilmesi gerektiği görülmüştür. Bu ihtiyaç çerçevesinde yeni otokorkuluk sisteminin bilimsel bir çalışmaya dayalı tasarım ve performans analizinin yapılarak doğal gaz yer üstü varlıklarının bu çalışmada tanımlanan risk guruplarına uygun şekilde tasarımının yapılmasının gerekli olduğu görülmüştür.

Yeni otokorkuluk tasarımı için, sonlu elemanlar yöntemine dayalı dinamik çarpma analizleri kullanılarak iki aşamalı test, analiz ve tasarım çalışmaları yapılmıştır. Birinci aşama mevcut bariyer sisteminin, BSI PAS 68:2013 standardına uygun hız ve ağırlıktaki araç kombinasyonunun etkisine maruz kalması sonucunda, araçların bariyere nufuz etme miktarlarının ölçümünün numerik analizler ile gerçekleştirilmiş ve mevcut sistemin yeterli gelmediği ve iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir.

İkinci aşamada ise dört farklı koruma seviyesine göre belirlenmiş olan risk seviyelerine uygun olarak yeni bariyer sisteminin tasarlanması ve belirlenen çarpma enerjisi sonucunda nufuz etme BSI PAS 68:2013 standardına uygun numerik analizler ile doğrulaması yapılmıştır. Bu kapsamda modüler tasarıma sahip yüzeysel temelli sabit mantar otokorkuluk, sahada birbirlerine monte edilecektir. Otokorkulukların temiz açıklığı minimum 1025 mm olarak planlanarak, sabit mantar bariyerler için BSI

PAS 69:2013 standardına göre maksimum 1200 mm temiz açıklık olma şartı sağlanmış ve aynı zamanda TS 12576'ya göre hareket kısıtlılığı olanların da rahat hareket edebilecekleri asgari mesafe olan 900 mm'de sağlanmıştır. Modüler yapının saha uygulamasında ilave kaynak gereksininimi bırakmamak için montajında bulonlar kullanılmıştır. Bulonlu birleşim ile aynı zamanda kaza sonrası hasar gören otokorkuluğun değiştirilme kolaylığı sağlayacağı öngörülmüştür. Dört farklı koruma sınıfında ve yüzeysel temel ile yol kenarındaki altyapı engellerinin olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla BSI PAS 69:2013 standardına göre satıhtan en fazla 50 cm derinlikte olacak, aynı zamanda hazır beton ile sahada uygulanacak yenilikçi bir sistem tasarlanmıştır.

Sonuç olarak, şehir içi trafiğinde tüm araç kategorilerinde limit hıza en yakın değerlerde yapılan BSI-PAS 68 test simülasyonlarında yeni otokorkuluk tasarımında takip edilen dört koruma seviyesine uygun önleyici sistem geliştirilmiş ve bu sistemin emniyetle riskleri karşıladığı ortaya çıkmıştır.

Bu tez çalışmasından yararlanılarak ileriye dönük yapılabilecek çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

- Rölatif risk skoru elde edilirken sıklık ve etki çarpanları için ilerleyen zamanlarda oluşan şartlara göre yeterli veri elde edilmesi ve veri çözünürlüğünün artması ile bu çarpanlara ait katsayıların belirlenerek ülke şartlarına uygun risk skorlarının elde edilmesine imkân sağlayacağı düşünülmektedir.
- Yol kenarlarında bulunan akaryakıt istasyonlarının ruhsatlandırılması safhasında dikkate alınan standartlarda araç çarpmalarına karşı yakıt tanklarının dayanıklı malzemeden yapılması veya koruganlarla korunmuş olmasının gerektiği belirtilmektedir (TSE-TS 12820, 2006). Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) istasyonlarına ait tankların tesis edilme standartları açıklanırken yer altına gömülü tankların bulunduğu yüzeyin etrafının tel çit ile çevrilmesi gerektiği ve tankların bulunduğu yüzeyin üzerinden araç geçmemesi için gerekli tedbirlerin alınmasının gerekliliği ifade edilmiştir (TSE-TS 11939, 2012), (TSE-TS 1446, 1998). Benzer şekilde henüz ülkemizde yeni yeni yaygınlaşmakta olan Sıkıştırılmış Doğal Gaz (CNG) istasyonlarına ait tesislerin ve dispenserlerin taşıt çarpmalarına karşı yeterli şekilde korunması gerektiği belirtilmektedir (TSE-TS 13612, 2014).

Standartlardaki ifadelere dikkat edildiğinde koruma seviyeleri ve ne tip bariyer sistemleri ile koruma altına alınması gerektiği belirtilmeyip, araç çarpmalarına karşı gerekli tedbir alınması şeklinde genel bir ifade kullanılmaktadır. Bu hususun uygulanmasında, uygulayıcıların kendine uygun, koruma seviyeleri belirsiz farklı tiplerde bariyer sistemleri ile önlem almaları sonucunu doğurmaktadır. Bu tez çalışmasında elde edilen çıktıların, Akaryakıt, LPG ve CNG istasyonlarının ve benzeri şehir içi tehlike içeren yol kenarı tesisleri için, koruma seviyeleri belirlenmiş bariyerler ile koruma altına alınması ve bunlar için standart oluşturulması bağlamında önemli bir açığın giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

- Tehlike içeren bu tarz yol kenarı tesislerinin şehir içerisinde konumlandırılması ve uygun koruma sistemlerinin belirlenmesi için kurumlar arası iletişim ve koordinasyonun önem arz ettiği değerlendirilmiştir.
- Yaşanan kazaların verilerinin sağlıklı tutulmaması, tutulan kaza tutanaklarında da veri çözünürlüğünün düşüklüğü, sektördeki farkındalığın eksikliği; sorunların tespitini, risk değerlendirmesini ve çözüm bulunmasını etkilemektedir. Bunun için ülkemizde, ABD'de Ulaştırma Bakanlığı altında faaliyet gösteren PHMSA'ya benzer bir idari yapı kurularak tehlikeli madde taşımacılığı ile ilgili ülke genelinde oluşan bütün sorunların tek bir noktada birleştirilerek koordine edilmesinin önemli olduğu değerlendirilmektedir.
- Şehir içerisinde tehlike içeren tesislerin, koruma seviyesi belli olan otokorkuluk sistemleri ile araç çarpmalarına karşı emniyet altına alınması sigorta şirketleri tarafından değeri ölçülebilir bir risk olacağından, sigorta yaptıran idareler için yer üstü tesislerinin sigorta maliyetlerinin düşeceği beklenmektedir. Maliyetlendirmelerin hangi ölçüde değişeceğinin ayrıca incelenmesi gerekmektedir.
- Fabrikalar, büyük konut alanları, okullar, spor salonları, alışveriş merkezleri vb. yerler için kullanılan reglaj istasyon tipine müşteri istasyonu olarak ifade edilen RMS-C tipi istasyonlar konulmaktadır. Bu istasyonlar 100 m^3/sa ile 40.000 m^3/sa arasında kapasitelerde hizmet vermekte olup, konulduğu noktaya bağlı olarak çeşitli trafik etkilerine de maruz kalmaktadırlar. Bu istasyonlar üçüncü şahısların sorumluluğunda olmasından dolayı yer seçimlerinde ve

koruma korkuluğu tesisinde ayrıca incelenmesi gereken bir konu olarak değerlendirilmelidir.

- Yol kenarında bulunan tesislerin korunmasında, kaldırım yüksekliklerinin yoldan çıkan araçların çarpma davranışına etkisinin incelenmesi gerekmektedir.
- Sabit mantar koruma otokorkuluklarının yüksekliklerinin koruma seviyesine etkisi ayrı bir çalışmada incelenmesi gerekmektedir.
- Korunacak bölgenin yakınında bulunan ağaç türlerinin, bu ağaçların çaplarının ve kök uzunluklarının ne düzeyde koruma sağladığının belirlenmesi gerekmektedir.
- Yol kenarında bulunan tehlike içeren tesislerin bulunduğu bölgelerde taşıt yollarında hız sakinleştirme yöntemlerinin uygulanması üzerinde çalışma yapılarak, koruma seviyesi daha düşük bariyer sistemlerinin kullanılmasının sağlanması ile maliyet azaltma yoluna gidilmesi üzerinde değerlendirme yapılmalıdır.
- Otokorkulukları geçip RMS-B istasyonlarına çarpan araçların istasyona vereceği zararın analiz edilerek tehlike düzeylerinin belirlenmesi sağlanmalı ve istasyonların belirlenecek çarpma enerjilerine dayanıklı hale getirilmeleri gerekmektedir.
- Şehir içi doğal gaz RMS-B ve RMS-C tipi istasyonlarının trafik risklerinden korunabilmesi için çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği'de gözönüne alınarak ülkemiz şartlarına uygun bir şekilde yer altına alınması doğrultusunda tasarım yapılmasının değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AASHTO. (2011, Bölüm 3). Roadside Topography and Drainage Features. *Roadside Design Guide* (pp.3-1). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO. (2011, Bölüm 10). Roadside Safety in Urban or Restricted Environments. *Roadside Design Guide* (pp.10-8). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO. (1977). *Guide for selecting, locating, and designing traffic barriers*. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO, Geometric Design. (2011, Bölüm 2). Design Controls and Criteria. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (pp.2-58). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO, Geometric Design. (2011, Bölüm 3). Bölüm 3, Elements of Design. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (pp.3-113). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO, Highway Safety Manual. (2010). *Highway Safety Manual, 1st Edition.* Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO, HSM. (2010, Bölüm 10). Predictive Method for Rural Two Lane, Two-Way Roads. *Highway Safety Manual* (pp.10-28). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO, HSM. (2010, Bölüm 3). Fundamentals. *Highway Safety Manual* (pp.3-7). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

Abu Dhabi Urban Planning Council. (2019, July 05). *Abu Dhabi Urban Street Design Manual, 2015.* Department of Urban Planning and Municipalities: https://www.dpm.gov.abudhabi/-/media/62DEB2BA2FC544B793E96FCB54B654E5.ashx?newTab=1

Apak, M. Y., Ergün, M., Özen, H. (2019). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile Tehlikeli Yol Kenarı Tesislerine Araç Çarpma Risklerine Karşı Bir Duyarlılık Analizi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(3); 836-846. doi:10.31202/ecjse.601550.

ARIA. (2019, Temmuz 14). *Rupture and ignition of a gas pipeline.* www.aria.developpement-durable.gouv.fr: https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/27681_en/?lang=en

Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43. doi:10.12691/ajis-1-1-5.

Asadollahi Pajouh, M. (2015). *Experimental and numerical investigation of impact loads on a group of piles* (Doctoral dissertation). Texas A&M University, College Station, TX.

ASTM E 8M-04. (1997). ASTM E8M-04. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metalic Materials*. USA: American Society for Testing Materials.

Atahan, A. O. (2010). Vehicle crash test simulation of roadside hardware using LS-DYNA: A literature review. *International Journal of Heavy Vehicle Systems*, 17(1), 52–75. doi: 10.1504/IJHVS.2010.029623

Bilgin, E. (2012). *Kent içi yollarda hız kesici platform ve tümsek profillerinin sürüş konforu üzerindeki etkilerinin arazi testleri, nümerik ve analitik modeller vasıtasıyla belirlenmesi* (Doktora tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

BOTAŞ. (2019, Haziran 14). *BOTAŞ tanıtım broşürleri.* BOTAŞ: https://www.botas.gov.tr/ Sayfa/2019-yili-brosuru/205

BOTAŞ. (2019, Haziran 14). *Doğal gaz ve petrol boru hatları haritası.* 12 25, 2017 tarihinde www.botas.gov.tr: https://www.botas.gov.tr/Sayfa/dogal-gaz-ve-petrol-boru-hatlari-haritasi/168#gallery

BP. (2019). *BP Statistical Rewiew of World Energy 2019, 68 th edition.* BP.

Brach, R. M. (2011). *Vehicle accident analysis and reconstruction methods.* Warrendale, PA: SAE International.

BSI PAS 170-1. (2017, July). Vehicle Security Barriers - Low Speed Impact Testing. *PAS 170-1:2017*. The British Standards Institution.

BSI PAS 68. (2013, August). Impact Test Specifications For Vehicle Security Barrier Systems. *PAS 68:2013*. The British Standards Institution.

BSI PAS 69. (2013, August). Guidance for the selection, installation and use of vehicle security barrier systems. *PAS 69:2013*. The British Standards Institution.

Buyuk, M. (2013). *Development of a tabulated thermo-viscoplastic material model with regularized failure for dynamic ductile failure prediction of structures under impact loading* (Doctoral dissertation). The George Washington University, The School of Engineering and Applied Science, Washington, DC.

CECOD. (2016). CECOD Guide For Performing a Hazardous Area Assessment as Required by Directive 1999/92/EC. C. O. Equipment, *ATEX Zoning Around Gasoline/Diesel/LPG/DME and CNG/LNG/H2 Dispensers.* Paris: CECOD.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. (2007). T. C. Resmi Gazete, 26454, 06 Mart 2007.

Doğal Gaz Piyasası Kanunu. (2001). T. C. Resmi Gazete, 24390, 02.05.2001.

DOT. (1988). *Annual Report of Pipeline Safety.* U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Office of Pipeline Safety, Washington. DC.

Emhan, A. (2009). Risk Yönetim Süreci ve Risk Yönetmekte Kullanılan Teknikler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(3), 209-220.

EPDK. (2010). *2010 Yılı Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu.* Ankara: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu.

EPDK. (2019). *Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu.* Ankara: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu.

Erdoğan, A. (2016, Şubat 01). Doğal Gaz Dağıtım Sistemi. İstanbul: İGDAŞ Yayınları.

Eskandarian, A., Marzougui, D., Bedewi, N. E. (1997). Finite element model and validation of a surrogate crash test vehicle for impacts with roadside objects. *International Journal of Crashworthiness*, 2(3), 239-258. doi:10.1533/cras.1997.0048.

FEMA 430. (2007, December). *Site and urban design for security-Guidance against potential terrorist attacks-Risk Management Series.* U.S. Department of Homeland Security: https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/12746

French Ministry of Sustainable Development. (2004). *ARIA; Rupture and Ignition of a Gas Pipeline - Ghilenhien; No:27681.* Paris: ARIA.

Gedizlioğlu, E. (2004). Kentlerimizde Trafik Yönetimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, (434), 6, 17-22.

Geroge, E. D. (2009). Analytic Hierarchy Process. *Engineering Design,* (4th ed., pp.282-292). New York: McGraw-Hill.

Google Earth (2018). 41°04’00.77”K, 28°56’12.40”D, göz hizası 14410 m, data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO. Maxar Technologies.

Hallquist, J. O. (2006). LS-DYNA Theory Manual. Livermore, CA, USA: Livermore Software Technology Corporation.

Ham Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Tesislerinin Yapımı ve İşletilmesine Dair Teknik Emniyet ve Çevre Yönetmeliği. (2014). T. C. Resmi Gazete, 29050, 04 temmuz 2014.

Hosmer Jr, D. W. (2013). *Applied logistic regression.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Hu, B., Li, G. Q., & Sun, J. Y. (2014). Numerical investigation of K4-rating shallow footing fixed anti-ram bollard system subjected to vehicle impact. *International Journal of Impact Engineering*, 63, 72-87. doi:10.1016/j.ijimpeng.2013.08.006.

İBB. (2013). *İstanbul İline Ait 2013 Onaylı İstanbul-F21-c-22-d_2013 Pafta Numaralı 1/5000 Ölçekli Halihazır Harita.* İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

İBB, İUAP. (2011). *İstanbul Metropoliten Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı (İUAP).* İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Daire Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü.

İletim Şebekesi İşleyiş Düzenlemelerine İlişkin Esaslar. (2019). T. C. Resmi Gazete, 30674, 02 Şubat 2019.

ISO IWA 14-1. (2013, November 15). Vehicle security barriers - Part 1: Performance requirement, vehicle impact test method and performance rating. *IWA 14-1:2013(E).* Switzerland: International Organization for Standardization.

Jurewicz, C., Steinmetz, L., Phillips, C., Cairney, P., Veith, G., & McLean, J. (2014). *Improving roadside safety: summary report (No. AP-R437/14).* Sydney: Austroads Ltd.

Karayolları Trafik Kanunu. (1983). T. C. Resmi Gazete, 18195, 18 Ekim 1983.

Karayolları Trafik Yönetmeliği. (2010). T. C. Resmi Gazete, 23053, 18 Temmuz 1997.

KARCO Engineering. (2005). *Anti-Ram Bollards Crash Test Report For Perimeter Barriers and Gates.* Adelanto, CA: KARCO Engineering, LLC Autumotive Research Center.

Kaygısız, Ö. (2012). *Trafiği Sakinleştirmeye Yönelik Önlemler.* Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü.

Kong, C., & Yang, J. (2010). Logistic regression analysis of pedestrian casualty risk in passenger vehicle collisions in China. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 987-993. doi:10.1016/j.aap.2009.11.006.

Kröyer, H. R. (2015). Is 30 km/h 'safe'speed? Injury severity of pedestrians struck by a vehicle and the relation to travel speed and age. *IATSS research*, 39(1), 42-50. doi:10.1016/j.iatssr.2014.08.001.

Kumar, S. (1987). *Gas production engineering: Volume 4.* Houston: Gulf Publishing Company.

LSTC. (2014). LS-DYNA keyword user's manual. Livermore, CA, USA: Livermore Software Technology Corporation.

MARCOGAS. (2014). *Informative Note On Gas Emergencies.* Brussels: Marcogas. www.marcogaz.org: https://www.marcogaz.org/publications-1/documents/

MATLAB. (2017). MATLAB and Curve Fittings Toolbox Release (2017b). Natick, Massachusetts, United States: The MathWorks, Inc.

Maze, T. H., Sax, C., & Hawkins, N. R. (2013). The safety benefits added by lateral roadside clearance to urban streets. *Urban Street Design & Planning*, 2, 11. doi:10.2495/UT090551.

Mirdamadi, A. (2014). *Deterministic and probabilistic simple model for single pile behavior under lateral truck impact* (Doctoral dissertation). Texas A&M University, College Station, TX.

Monclus-Gonzalez, J., Kan, C. D., & Bedewi, N. E. (2000). Versatility and limitations of a fully detailed finite element model of a 1997 Dodge

Grand caravan for crashworthiness applications (No. 2000-01-0629). *SAE Technical Paper*, 109(6), 882-892.

Muhlbauer, W. K. (2004). Chapter 3: Third-party damage index-assessing third-party damage potential. W. K. Muhlbauer, *Pipeline risk management manual: ideas, techniques, and resources* (pp. 3/43-3/51). Elsevier.

NHTSA. (1997). *FE Model of Dodge Grand Caravan.* Washington, DC: FHWA / NHTSA National Crash Analysis Center, The George Washington University.

NHTSA, GM. (1997). *FE Model of Geo-Metro.* Washington, DC: FHWA / NHTSA National Crash Analysis Center, The George Washington University.

ODOT. (2012). Grade Separation & Interchanges. *ODOT Highway Design Manual* (pp.9-36). Oregon: Oregon Department of Transportation.

Office of Gas Safety. (2002). Guide to quantitative risk assessment (QRA). *Standards Australia ME-038-01(Committee on Pipeline: Gas and Liquid Petrolium).*

Özdamar, K. (2004). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler).* Eskişehir: Kaan Kitabevi.

PHMSA. (2009). *U.S. Depertment of Transportation Pipeline and Hazardous Material Safety Administration Office of Pipeline Safety.* Washington, DC: PHMSA. https://primis.phmsa.dot.gov/comm/reports/enforce/documents/120091007/120091007_FinalOrder_11172009_text.pdf

Rivers, R. W. (2004). *Basic Physics: Notes for Traffic Crash Investigators and Reconstructionists: an Introduction for Some, a Review for Others.* Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research 48*, 9-26.

Saaty., T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation.* New York: McGraw-Hill.

Sadik-Khan, J. (2012). *Urban Street Design Guide.* New York: National Association of City Transportation Officials (NACTO).

Sax, C. R., Maze, T. H., Souleyrette, R. R., Hawkins, N., & Carriquiry, A. L. (2010). Optimum urban clear zone distance. *Transportation Research Record*, 2195(1), 27-35.

SOFREGAZ. (1980). District Regulator Stations. SOFREGAZ, *Network Operation & Maintenance Manual* (pp.13-22). Paris, FRANCE: Société Française d'Etude et de réalisation d'Equipements Gaziers.

SOLIDWORKS. (2017). SOLIDWORKS 2017 SP03 Academic. Waltham, Massachusetts, USA: Dassault Systèmes SolidWorks Corporation.

Sze, N. N., & Wong, S. C. (2007). Diagnostic analysis of the logistic model for pedestrian injury severity in traffic crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 39(6), 1267-1278. doi:10.1016/j.aap.2007.03.017.

Şener, T. C. (2018). *Türkiye Geneli Şehir İçi Dağıtım İstasyon (RMS-B) Sayısı.* Ankara: GAZBİR.

Şerbetçi, A., Özçomak, M.S. (2013). Sıralı lojistik regresyon analizi ile istatistik ve ekonometri, derslerinde başarıyı etkileyen faktörlerin belirlenmesi: Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğrencileri üzerine bir uygulama. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 89-110.

T. C. Ulaştırma Bakanlığı. (2012, Temmuz 05). Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi, Hedef 2023. Ankara.

T. C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. (2013). *11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası, Boru Hatları Çalışma Grubu Raporu.* Ankara: T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.

Tay, S. K., Lim, B., & Ng, S. H. (2012). Crash impact modelling of security bollard. *12th International LS-DYNA® Users Conference* (Vol. 13, pp.1-10). Detroit: DYNAlook.

TRB. (2001). *Designing sidewalks and trails for access, part 2, best practices design guide.* Transportation Research Board: http://www.fhwa.dot.gov/ environment/sidewalk2/index.htm

TSE-TS 11672. (1995, Nisan). TS 11672. *Doğalgaz Bölge Reglaj İstasyonları-Giriş Basıncı 0,4 mpa - 2,5 mpa (4 bar-25 bar) Olan*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 11939. (2012, Mart). TS 11939. *Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) - İkmal İstayonu - Karayolu Taşıtları İçin - Emniyet Kuralları*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 12576. (2012, Haziran). TS 12576. *Şehir İçi Yollar - Kaldırım ve Yaya Geçitlerinde Ulaşılabilirlik İçin Yapısal Önlemler ve İşaretlemelerin Tasarım Kuralları*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 12716. (2012). TS 12716. *Şehir İçi Yollar - Yaya Kaldırımlarındaki Koruyucu Engeller İçin Tasarım Kuralları*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 12820. (2006, Temmuz). TS 12820. *Akaryakıt İstasyonları - Emniyet Tedbirleri*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 13612. (2014, Nisan). TS 13612. *Sıkıştırılmış Doğal Gaz (CNG) - İkmal İstasyonları - Karayolu Taşıtları İçin - Emniyet Kuralları*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 1446. (1998, Mayıs). TS 1446. *Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) - Depolama Kuralları*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 3491 EN 60079-10. (2005, Aralık). TS 3491 EN 60079-10. *Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar - Bölüm:10: Telikeli Bölgelerin Sınıflandırılması*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 500. (2000, Şubat). TS 500. *Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS 6283. (1988, Aralık). TS 6283. *Yol Sathı Hız Kontrol Elemanları-Tümsekler (Kasisler).* Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS EN 12390-3. (2003, Nisan). TS EN 12390-3. *Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS EN 12390-7. (2010, Nisan). TS EN 12390-7. *Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş Beton Yoğunluğunun Tayini*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS EN 1317-2. (2011, Kasım). TS EN 1317-2. *Yol Güvenlik Sistemleri - Bölüm 2: Taşıt Parapetleri Dahil Güvenlik Bariyerleri İçinPerformans Sınıfları, Çarpma Deneyi Kabul Kriterleri ve Deney Yöntemleri*. Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS EN 13791. (2010, Nisan). TS EN 13791. *Basınç Dayanımının Yapılar ve Öndökümlü Beton Bileşenlerde Yerinde Tayini*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.

TSE-TS EN 6892-1. (2016). TE EN 6892-1:2016. *Metalik Malzemeler-Çekme Deneyi-Bölüm1:Ortam Sıcaklığında Deney Metodu*. Türk Stanradları Enstitüsü.

Turner, D. S. (1989). Case Study: Poles in the Urban Clear Zone. *Transportation Research Record*, 1233, 155-163.

TÜİK. (2019, 06 07). *Temel istatistiller, nüfus istatistikleri.* Türkiye İstatistik Kurumu: http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist

Türkel, V. (2015). *Doğal Gaz Dağıtımında Tasarım İmalat ve Yönetim.* İstanbul: İGDAŞ Yayınları.

UKOME. (2015). *Ulaşım Koordinasyon Merkezi Kararı. (Karar No: 2015/8-1).* İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Daire Başkanlığı.

URL-1. <*https://www.igu.org/resources-data*>, erişim tarihi 04.02.2019.

URL-2. <*http://spectrabusters.org/2014/05/18/williams-transco-explosion-in-appomattox-virginia-2008-11-14/*>, erişim tarihi 14.07.2019.

URL-3. < http://chicagotechs.info/concrete-bollards/>, erişim tarihi 12.07.2019.

Wheat, A. G. (2005). *Accident Investigation Training Manual*. Canada: Thomson Delmar Learning.

Whitworth, H. A., Bendidi, R., Marzougui, D., & Reiss, R. (2004). Finite element modeling of the crash performance of roadside barriers. *International journal of crashworthiness*, 9(1), 35-43. doi:10.1533/ijcr.2004.0270.

Williams. (2019, Temmuz 14). *Williams Partners, L.P*. Williams Gas Pipeline - Transco: http://www.1line.williams.com/Transco/index.html

Yayla, N. (2011). *Karayolu Mühendisliği.* İstanbul: Birsen Yayınevi.

EKLER

EK A : İBB Trafik Sensör Veri Tablosu

EK B : Saha Çalışması Veri Toplama Formu

EK C : Risk Parametrelerinin Derecelendirilmesine Yönelik Delphi Tekniği Uzman Görüş Anketi

EK D : Delphi Tekniği Uzman Görüş Anket Sonuç Tablosu

EK E : Varlıkların Risk Parametrelerine Ait Ağırlıklandırılmış Risk Puanları

EK F : İBB Ulaşım Koordinasyon Merkezi Kararı

EK G : MATLAB (2017b), Risk Parametreleriyle Yaşanan Kazalar Arasındaki İlişkiye Ait Lojistik Regresyon Risk Eğrileri

EK H : Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 Çelik Numune, ISO 6892-1:2016 Deney Raporu

EK I : KOSGEB Çelik Numune Kimyasal Analiz Raporu

EK J : İSTON Beton Karot Numunesi Basınç Deney Raporu

EK K : Bölge Reglaj İstasyonu (İ 235) Kaza Mahallinin Ayrıntılı Ölçülendirilmesi

EK L : İ 235 Kaza Doğrulaması SEM Çarpma Simülasyonu

EK M: Mevcut Otokorkuluk Sisteminin Performans Değerlendirmesi İçin Farklı Kütle ve Hıza Sahip Araçların Çarpma Simülasyonları

EK N : Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluğun Geometrik Tasarımı

EK O : Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluğun Performans Değerlendirmesi İçin Farklı Kütle ve Hıza Sahip Araçların Çarpma Simülasyonları

EK P : Otokorkuluk Sistemi Tespit Abağı

EK A : İBB Trafik Sensör Veri Tablosu

Çizelge A.1 : RMS-B istasyonu ile aynı yol güzergâhında bulunan İBB trafik sensörlerinden alınan veri tablosu (44 adet).

SIRA NO	RMS-B KODU	İLÇE	CADDE ve SOKAK İSMİ	VARLIĞIN ÖNÜNDEN GEÇEN YOL									HIZ LİMİTLERİ (km/sa)		İBB Trafik Sensör No	ORTALAMA HIZ (GERÇEKLEŞEN) (km/sa)	TRAFİK YOĞUNLUĞU
				Trafiğe Kapalı Yol	Yaya Yolu Kısmen Trafiğe Açık Yol	Site İçi Yol veya Çıkmaz Sokak	Sokak	Arter	Ana Arter Bölünmemiş	Ana Arter Bölünmüş	İl Yolu	Devlet Yolu	Otomobil	Ağır Taşıt		Otomobil	YOGT (Taşıt/Gün)
1	B 31	BEŞİKTAŞ	BARBAROS BULVARI							2 x 3			80	70	260 263	66	23.688
2	I 18	BAKIRKÖY	EKREM KURT BULVARI							2 x 2			70	60	245	61	18.192
3	A 04	KADIKÖY	BAĞDAT CADDESİ							1 x 3 (Tekyön)			70	50	599	53	28.320
4	A 06	KADIKÖY	BAĞDAT CADDESİ							1 x 3 (Tekyön)			70	50	123	47	25.836
5	A 08	KADIKÖY	BAĞDAT CADDESİ							1 x 3 (Tekyön)			70	50	595	45	23.352
6	A 10	KADIKÖY	BAĞDAT CADDESİ							1 x 3 (Tekyön)			70	50	122	45	24.672
7	A 123	KADIKÖY	FENER KALAMIŞ CAD.					1					50	50	117	44	4.448
8	A 124	KADIKÖY	BAĞDAT CAD.							1 x 3 (Tekyön)			70	50	595	47	25.836
9	B 01	SARIYER	TARABYA BAYIRI CAD.						1				50	50	266	71	27.336
10	B 02	SARIYER	BAHÇEKÖY CAD.						1				30	30	585 586 587 588 589 590	52	14.952
11	B 03	SARIYER	TARABYA BAYIRI CAD.						1				30	30	266	71	27.336
12	B 05	SARIYER	KATAR CAD. / TUNCAY ARTUN CAD. KESİŞİMİ							2 x 2			70	60	264 265	60	25.416
13	B 06	SARIYER	BÜYÜKDERE CAD.							2 x 3			70	60	468 264 265	56	68.160
14	B 11	ŞİŞLİ	DOLAPDERE CAD.						1				50	50	580	62	17.184
15	B 12	ŞİŞLİ	CUMHURİYET CADDESİ						1				50	50	598 582 581	36	19.248
16	B 19	ŞİŞLİ	ABİDEİ HÜRRİYET / ERGENEKON CAD. KESİŞİMİ						1				30	30	578 579 583	33	15.912
17	B 20	ŞİŞLİ	CADDE ÜZERİ (VALİ KONAĞI CAD.)						1				50	50	598 582 581	36	19.248
18	B 21	ŞİŞLİ	ASKER OCAĞI CAD.					1					50	50	14	43	3.022
19	B 23	BEŞİKTAŞ	BEŞİKTAŞ CAD.							2 x 2			50	50	263	44	35.952
20	B 25	BEYOĞLU	CADDE ÜZERİ (MECLİSİ MEBUSAN CAD.)							2 x 2			50	50	594 243	45	19.344
21	B 26	ŞİŞLİ	IRMAK CAD.						1				30	30	580	62	17.184
22	B 34	ŞİŞLİ	DARULACEZE CAD.						1				50	50	568 569 600	53	30.528
23	B 57	ŞİŞLİ	AKAR CAD.						1				50	50	577	56	17.904
24	B 59	BEŞİKTAŞ	ÇIRAĞAN CAD.						1				50	50	593	46	13.224
25	B 61	BEYOĞLU	CADDE ÜZERİ (MECLİSİ MEBUSAN CAD.)							2 x 2			50	50	594 243	45	19.344
26	B 72	ŞİŞLİ	DARULACEZE CAD.						1				50	50	568 569 600	53	30.528
27	B 76	ŞİŞLİ	DOLAPDERE CAD.						1				50	50	580	62	17.184
28	B 94	SARIYER	KATAR CAD.							2 x 2			30	30	264-265	60	25.416
29	B 106	SARIYER	YOKUŞ SOKAK						1				20	20	585 586 587 588 589 590	52	14.592
30	B 124	SARIYER	BÜYÜKDERE CAD.							2 x 3			70	60	266	63	29.088
31	I 02	FATİH	RAGIP GÜMÜŞPALA CAD.							2 x 2			50	50	190	47	20.208
32	I 09	FATİH	TURGUT ÖZAL MİLLET CAD.							2 x 3			50	50	592	46	27.936
33	I 09/1	FATİH	TURGUT ÖZAL MİLLET CAD.							2 x 3			50	50	592	46	27.936
34	I 10	FATİH	TURGUT ÖZAL MİLLET CAD.							2 x 3			50	50	592	46	27.936
35	I 11	FATİH	TURGUT ÖZAL MİLLET CAD.							2 x 3			50	50	592	46	27.936
36	I 14	BAKIRKÖY	KENEDY CAD.							2 x 3			70	60	181	56	54.768
37	I 18	BAKIRKÖY	EKREM KURT BULVARI							2 x 2			70	60	245	61	18.192
38	I 22	BAKIRKÖY	UĞUR MUMCU BULVARI							2 x 2			30	30	509	62	30.888
39	I 66	BAKIRKÖY	EKREM KURT BULVARI / FİKRET YÜZATLI DÖNÜŞ NOKTASI							2 x 2			30	30	245	74	21.912
40	I 76	BAĞCILAR	BAHAR CAD.							2 x 3			50	50	406	75	68.472
41	I 86	AVCILAR	D 100 KUZEY YANYOLU LONDRA ASFALTI CAD						1	2 x 3			50	50	340	51	40.464
42	I 95	BAKIRKÖY	UĞUR MUMCU BULVARI							2 x 2			30	30	509	62	30.888
43	I 141	AVCILAR	D 100 GÜNEY YANYOL MUHTAR KAZIM AKGÜL SOKAK						1				50	50	340 376	55	6.500
44	I 150	EYÜP	SAVAKLAR CAD.						1				50	50	236	49	22.944

EK B : Saha Çalışması Veri Toplama Formu

Çizelge B.1 : Risk kriterlerinin belirlenmesi için yapılan saha çalışmasında kullanılan veri toplama formu.

YOL BİLGİLERİ													
YOL TİPLERİ & ~ YOGT							HIZ (km/sa) (TASARIM)		HIZ (km/sa) (GERÇEKLEŞEN)		ARAÇ SINIFI	
Çevre Yolu	Anacadde (Ana arter)	Cadde	Sokak Erişme Yolu	Çıkmaz Sokak	Site İçi Yol	Trafiğe Kapalı Yol	Otomobil	Ağır Taşıt	Otomobil	Ağır Taşıt	Otomobil	Ağır Taşıt
KAPLAMA CİNSİ:				YOL EĞİMİ:								

RMS-B ŞEHİR İÇİ BÖLGE REGLAJ İSTASYONU							
Taşıt Yoluna Uzaklığı (Kaldırım Kenarı / Banket Kenar Çizgisi-BR Mesafesi) (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde genellikle W4 e kadar kullanılmaktadır.)							
0 ~ 0,6	0,6 ~ 0,8	0,8 ~ 1,0	1,0 ~ 1,3	1,3 ~ 1,7	1,7 ~ 2,1	2,1 ~ 2,5	2,5 ~ 3,5
W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
3,5 ~ 5,0	5,0 ~ 7,0	7,0 ~ 10,0	10,0 ~ 20,0	20,0 ~ 30,0	30,0 ~ 40,0	40,0 ~ 50,0	50,0 ~ 60,0

RMS-B NO:
AÇIKLAMA

Trafik Akış Yönü Kavşağa Olan Mesafe (m)	BR'nün Konumu (Refüj / Yol Kenarı / Kurbanın Dış Kenarı	İŞARET (Yer Üstü Tesiste İşaret Koruyucu)	Taşıt Yolu Üzerindeki Hız Sakinleştirici Mesafesi (m)			Kitlesel Ölüm ve Yaralanma Riski İçeren Yapılara Yakınlık (m)					
			Kasis	Platform	Hız Masası	Yakıt İstasyonu	Okul	Hastane	Konut	Cami	Büyüklük

BR'nün Ölçüleri			Yol İle Yükseklik Kot Farkı (m)	Kaldırım Yüksekliği (m)	Kaldırım Genişliği (m)	Kaldırımda BR Yayalara Net 1,5 m Geçiş Bıraktı mı?	Ağaç Çapına Bağlı Olarak			Tesisin Etrafında EN1317 ye Uygun Yol Kenarı Bariyeri Var mı?		
En	Boy	Yükseklik					Ağaç Sayısı	Ağaç Çapı	Ağaç Mesafesi	Var mı?	Bariyer Tipi	Dikme Aralığı

MEVCUT KORUMA BARİYERİNİN											
Sayısı	Bariyerler Aralarındaki Mesafe (Numaralandırma Trafik Akış Yönünde Sağdan Yapılmıştır.)										
	12~11	11~10	10~9	9~8	8~7	7~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1
Bariyer Sıra No	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Yerden Yüksekliği (m)											
Bariyer İle BR Kabini Arası Mesafe (m)											
Bariyer İle Yol Kenarı Arası Mesafe (m)											
Temel Derinliği (m)											
Temel Beton Malzemesi											
Temel Beton Ölçüleri											
Çapı (mm)											
Et Kalınlığı (mm)											
Malzemesi (mm)											

EK C : Risk Parametrelerinin Derecelendirilmesine Yönelik Delphi Tekniği Uzman Görüş Anketi

ŞEHİR İÇİ YOL KENARI SABİT TESİSLER İÇİN TRAFİK KAZALARINA KARŞI RİSK PARAMETRELERİNİN DERECELENDİRMESİNE YÖNELİK UZMAN GÖRÜŞ ANKETİ

Tarih :
Form No:

Anketi Yapan: Mustafa Yurdabal APAK
Mesleği: İnşaat Yüksek Mühendisi
İrtibat Bilgisi: myapak@gmail.com

Anketin Amacı: İTÜ, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği Programında yürütülmekte olan, "Şehir İçi Yol Kenarı Sabit Tesisler İçin Trafik Kazalarına Karşı Koruyucu ve Önleyici Otokorkuluk Geliştirilmesi" adlı Doktora Tezi kapsamında, yol kenarı sabit tesisleri için tespit edilen risk parametrelerinin önem sırasına göre uzman görüşü alınarak derecelendirilmesi amaçlanmıştır. Anket sonucu elde edilecek veriler yol kenarındaki tesislerin korunması için tasarlanacak bariyer sisteminde kullanılacaktır.

Ankette kullanılan risk parametreleri:

1) **Taşıt Sayısı (YOGT):** YOGT-Yıllık Ortalama Günlük Trafik olarak ifade edilmektedir. Bir günde o yoldan geçen ortalama taşıt sayısını ifade etmektedir.
2) **Taşıt Yolunun Eğimi:** Bir yolda, yolun düşey güzergâhına ait olan yolun geometrik özelliğidir.
3) **Yatay Kurp:** Yolun geçki güzergâhındaki doğrusal kesimleri birleştiren eğrisel veya dairesel karayolu kesimidir. Kurbun yarıçapı ve taşıt hızı, taşıt kurptan geçerken uğrayacağı merkezkaç kuvvetine etki etmesi nedeniyle, taşıtların savrulmasına sebep olmaktadır.
4) **Taşıt Yolunun Hız Limiti:** Yoldan geçen taşıtların emniyetli sürüş için uymaları gereken hız tahditleridir. Çarpma enerjisi, çarpan taşıtın hızının karesi ile doğru orantılıdır.
5) **Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği:** Bir taşıtın yoldan çıktığında yol kenarında herhangi bir cisme veya enstrümana çarpmadan güvenli bir şekilde yola dönebileceği mesafedir.
6) **Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı:** Yolun kent içerisindeki konumuna ve genişliğine göre, ilgili kesimden geçebilecek en ağır taşıt sınıfını ifade etmektedir. Çarpma enerjisi, çarpan taşıtın ağırlığı ile doğru orantılıdır.
7) **Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği:** Yol kaplamasının üst kodu veya taşıt tekerleklerinin temas ettiği yer ile tesisin bulunduğu noktanın dikey mesafesidir.

Yol kenarında bulunan tesislere araç çarpma risk parametrelerinin en az etkili (1) ve en çok etkili (7) olmak üzere 1'den 7'ye derecelendirilmiştir. Buna göre aşağıda bulunan ankette 1 – 7 arasında uygun olan derecelendirmeyi işaretleyiniz. Örneğin aşağıda görüldüğü şekilde sizce uygun sütuna "X" işareti koyunuz.

Risk Parametresi	Risk Üreten Faktör	Birimi	1	2	3	4	5	6	7
Taşıt Sayısı (YOGT)	Yol	Taşıt/gün						X	

ŞEHİR İÇİ YOL KENARI SABİT TESİSLER İÇİN TRAFİK KAZALARINA KARŞI RİSK PARAMETRELERİNİN DERECELENDİRMESİNE YÖNELİK UZMAN GÖRÜŞ ANKETİ			Derecelendirme Ölçekleri						
			En Az Etkili	Daha Az Etkili	Az Etkili	Etkili	Çok Etkili	Daha Çok Etkili	En Çok Etkili
Risk Parametresi	Risk Üreten Faktör	Birimi	1	2	3	4	5	6	7
Taşıt Sayısı (YOGT)	Yol	Taşıt/gün							
Taşıt Yolunun Eğimi	Yol	%							
Yatay Kurp	Yol	m							
Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol	km/sa							
Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yol	m							
Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Araç	kg							
Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	Yol	m							

Anketi Cevaplayanın (Adı, Soyadı ve Unvanı)

Şekil C.1 : Risk parametrelerinin derecelendirilmesine yönelik uzman görüş anketi.

EK D : Delphi Tekniği Uzman Görüş Anket Sonuç Tablosu

Çizelge D.1 : Uzman anket derecelendirmesi.

Risk Parametresi	Uzman Değerlendirmeleri																
	1. Katılımcı	2. Katılımcı	3. Katılımcı	4. Katılımcı	5. Katılımcı	6. Katılımcı	7. Katılımcı	8. Katılımcı	9. Katılımcı	10. Katılımcı	11. Katılımcı	12. Katılımcı	13. Katılımcı	14. Katılımcı	15. Katılımcı	Ortalama	Önem Sırası
Taşıt Sayısı (YOGT)	7	6	7	6	4	6	7	7	7	7	7	6	7	7	6	**6,5**	**1**
Taşıt Yolunun Eğimi	1	1	1	1	7	5	1	1	2	3	1	5	4	1	1	**2,3**	**7**
Yatay Kurp	3	2	4	3	7	7	3	3	4	5	3	6	5	2	2	**3,9**	**5**
Taşıt Yolunun Hız Limiti	6	6	6	7	4	7	6	6	6	6	6	7	7	4	5	**5,9**	**2**
Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	4	3	5	3	4	5	4	4	5	3	4	6	7	4	3	**4,3**	**4**
Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	5	5	5	5	5	6	5	4	6	4	5	5	6	7	4	**5,1**	**3**
Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	2	7	2	1	2	3	1	2	1	2	2	3	4	6	4	**2,8**	**6**

Risk Parametresi	Uzman Değerlendirmeleri (Önem Sıralı)																
	Önem Sırası	Ortalama	1. Katılımcı	2. Katılımcı	3. Katılımcı	4. Katılımcı	5. Katılımcı	6. Katılımcı	7. Katılımcı	8. Katılımcı	9. Katılımcı	10. Katılımcı	11. Katılımcı	12. Katılımcı	13. Katılımcı	14. Katılımcı	15. Katılımcı
Taşıt Sayısı (YOGT)	**1**	**6,5**	7	6	7	6	4	6	7	7	7	7	7	6	7	7	6
Taşıt Yolunun Hız Limiti	**2**	**5,9**	6	6	6	7	4	7	6	6	6	6	6	7	7	4	5
Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	**3**	**5,1**	5	5	5	5	5	6	5	4	6	4	5	5	6	7	4
Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	**4**	**4,3**	4	3	5	3	4	5	4	4	5	3	4	6	7	4	3
Yatay Kurp	**5**	**3,9**	3	2	4	3	7	7	3	3	4	5	3	6	5	2	2
Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği	**6**	**2,8**	2	7	2	1	2	3	1	2	1	2	2	3	4	6	4
Taşıt Yolunun Eğimi	**7**	**2,3**	1	1	1	1	7	5	1	1	2	3	1	5	4	1	1

EK E : Varlıkların Risk Parametrelerine Ait Ağırlıklandırılmış Risk Puanları

Çizelge E.1 : Taşıt sayısı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	Taşıt Sayısı (YOGT)													
			Varlığın Saha Verisi											Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Trafiğe Kapalı Yol	Yaya Yolu Kısmen Trafiğe	Site İçi Yol veya Çıkmaz	Sokak	Arter	Ana Arter Bölünmemiş	Ana Arter Bölünmüş	İl Yolu	Devlet Yolu	ÖZET 1	ÖZET 2	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			0	0 - 20	20 - 750	750 - 1500	1500 - 6000	>6000				YOGT	YOGT		0,25184	
1	A 09	KADIKÖY						1				>6000	9500	2,00	0,25184	0,50368
2	A 17	PENDİK						1				>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
3	A 27	ÜSKÜDAR							1			>6000	19500	2,00	0,25184	0,50368
4	A 31	ÜSKÜDAR						1				>6000	15000	2,00	0,25184	0,50368
5	A 53	KADIKÖY						1				>6000	14000	2,00	0,25184	0,50368
6	A 107	PENDİK						1				>6000	9800	2,00	0,25184	0,50368
7	A 129	ÜMRANİYE					1					1500 - 6000	2750	1,78	0,25184	0,44828
8	A 146	ATAŞEHİR						1				>6000	7500	2,00	0,25184	0,50368
9	A 188	SANCAKTEPE						1				>6000	12000	2,00	0,25184	0,50368
10	A 208	TUZLA			1							<750	700	1,00	0,25184	0,25184
11	A 240	ŞİLE			1							<750	600	1,00	0,25184	0,25184
12	A 259	BEYKOZ					1					1500 - 6000	3000	1,78	0,25184	0,44828
13	A 260	ÜSKÜDAR					1					1500 - 6000	3200	1,78	0,25184	0,44828
14	B 28	BEYOĞLU							1			>6000	20000	2,00	0,25184	0,50368
15	B 31	BEŞİKTAŞ							1			>6000	23688	2,00	0,25184	0,50368
16	B 113	SARIYER						1				>6000	9800	2,00	0,25184	0,50368
17	I 18	BAKIRKÖY							1			>6000	18192	2,00	0,25184	0,50368
18	I 39	ZEYTİNBURNU							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
19	I 94	BAHÇELİEVLER					1					1500 - 6000	1600	1,78	0,25184	0,44828
20	I 110	K.ÇEKMECE					1					1500 - 6000	1550	1,78	0,25184	0,44828
21	I 235	BAĞCILAR							1			>6000	9500	2,00	0,25184	0,50368
22	I 323	ESENYURT							1			>6000	18000	2,00	0,25184	0,50368
23	I 362	K.ÇEKMECE							1			>6000	12500	2,00	0,25184	0,50368
24	A 01	KADIKÖY							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
25	A 02	KADIKÖY					1					1500 - 6000	1600	1,78	0,25184	0,44828
26	A 04	KADIKÖY							1			>6000	28320	2,00	0,25184	0,50368
27	A 06	KADIKÖY							1			>6000	25836	2,00	0,25184	0,50368
28	A 08	KADIKÖY							1			>6000	23352	2,00	0,25184	0,50368
29	A 10	KADIKÖY							1			>6000	24672	2,00	0,25184	0,50368
30	A 11	MALTEPE							1			>6000	17000	2,00	0,25184	0,50368
31	A 14	KARTAL						1				>6000	7000	2,00	0,25184	0,50368
32	A 16	KARTAL						1				>6000	6100	2,00	0,25184	0,50368
33	A 19	KARTAL							1			>6000	8500	2,00	0,25184	0,50368
34	A 21	KADIKÖY					1					1500 - 6000	5500	1,78	0,25184	0,44828
35	A 22	KADIKÖY					1					1500 - 6000	3500	1,78	0,25184	0,44828
36	A 23	KADIKÖY							1			>6000	16000	2,00	0,25184	0,50368
37	A 24	KADIKÖY							1			>6000	16500	2,00	0,25184	0,50368
38	A 28	ÜSKÜDAR					1					1500 - 6000	4750	1,78	0,25184	0,44828
39	A 29	KADIKÖY					1					1500 - 6000	4500	1,78	0,25184	0,44828
40	A 32	ÜSKÜDAR							1			>6000	16000	2,00	0,25184	0,50368
41	A 33	ÜSKÜDAR							1			>6000	17000	2,00	0,25184	0,50368
42	A 35	KADIKÖY							1			>6000	20000	2,00	0,25184	0,50368
43	A 36	KADIKÖY							1			>6000	7800	2,00	0,25184	0,50368

Çizelge E.1 (devam) : Taşıt sayısı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1 Taşıt Sayısı (YOGT)															
			Varlığın Saha Verisi											Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Trafiğe Kapalı Yol	Yaya Yolu Kısmen Trafiğe	Site İçi Yol veya Çıkmaz	Sokak	Arter	Ana Arter Bölünmemiş	Ana Arter Bölünmüş	İl Yolu	Devlet Yolu	ÖZET 1	ÖZET 2	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			0	0 - 20	20 - 750	750 - 1500	1500 - 6000	>6000				YOGT	YOGT		0,25184	
44	A 37	ATAŞEHİR							1			>6000	12000	2,00	0,25184	0,50368
45	A 38	KADIKÖY							1			>6000	8000	2,00	0,25184	0,50368
46	A 39	KARTAL					1					1500 - 6000	5000	1,78	0,25184	0,44828
47	A 42	ÜSKÜDAR							1			>6000	9000	2,00	0,25184	0,50368
48	A 43	ÜSKÜDAR							1			>6000	8000	2,00	0,25184	0,50368
49	A 44	PENDİK					1					1500 - 6000	4000	1,78	0,25184	0,44828
50	A 45	ÜSKÜDAR							1			>6000	15000	2,00	0,25184	0,50368
51	A 46	ÜMRANİYE							1			>6000	14000	2,00	0,25184	0,50368
52	A 49	ÜSKÜDAR							1			>6000	16000	2,00	0,25184	0,50368
53	A 50	KADIKÖY					1					1500 - 6000	3500	1,78	0,25184	0,44828
54	A 51	KADIKÖY							1			>6000	7000	2,00	0,25184	0,50368
55	A 52	KADIKÖY							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
56	A 54	ÜSKÜDAR							1			>6000	10000	2,00	0,25184	0,50368
57	A 55	KADIKÖY					1					1500 - 6000	5500	1,78	0,25184	0,44828
58	A 56	ÜMRANİYE							1			>6000	11000	2,00	0,25184	0,50368
59	A 57	ÜMRANİYE					1					1500 - 6000	5800	1,78	0,25184	0,44828
60	A 59	ÜSKÜDAR							1			>6000	9500	2,00	0,25184	0,50368
61	A 60	KADIKÖY					1					1500 - 6000	5500	1,78	0,25184	0,44828
62	A 61	KARTAL							1			>6000	6900	2,00	0,25184	0,50368
63	A 70	KARTAL							1			>6000	6100	2,00	0,25184	0,50368
64	A 72	MALTEPE							1			>6000	10000	2,00	0,25184	0,50368
65	A 77	KADIKÖY							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
66	A 78	KADIKÖY					1					1500 - 6000	5500	1,78	0,25184	0,44828
67	A 80	KADIKÖY							1			>6000	15000	2,00	0,25184	0,50368
68	A 82	ÜSKÜDAR							1			>6000	19000	2,00	0,25184	0,50368
69	A 83	ÜSKÜDAR							1			>6000	7500	2,00	0,25184	0,50368
70	A 84	ÜSKÜDAR							1			>6000	8000	2,00	0,25184	0,50368
71	A 88	KADIKÖY							1			>6000	9000	2,00	0,25184	0,50368
72	A 89	ÜSKÜDAR							1			>6000	8500	2,00	0,25184	0,50368
73	A 90	ÜSKÜDAR							1			>6000	8500	2,00	0,25184	0,50368
74	A 91	ATAŞEHİR							1			>6000	9000	2,00	0,25184	0,50368
75	A 93	ÜMRANİYE							1			>6000	13000	2,00	0,25184	0,50368
76	A 94	MALTEPE					1					1500 - 6000	5000	1,78	0,25184	0,44828
77	A 100	KADIKÖY							1			>6000	8000	2,00	0,25184	0,50368
78	A 103	KADIKÖY							1			>6000	10000	2,00	0,25184	0,50368
79	A 115	MALTEPE					1					1500 - 6000	5000	1,78	0,25184	0,44828
80	A 119	PENDİK					1					1500 - 6000	3000	1,78	0,25184	0,44828
81	A 123	KADIKÖY					1					1500 - 6000	5448	1,78	0,25184	0,44828
82	A 124	KADIKÖY							1			>6000	25836	2,00	0,25184	0,50368
83	A 128	ÜMRANİYE							1			>6000	12000	2,00	0,25184	0,50368
84	A 132	MALTEPE							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
85	A 135	MALTEPE							1			>6000	6100	2,00	0,25184	0,50368
86	A 138	MALTEPE							1			>6000	7000	2,00	0,25184	0,50368

Çizelge E.1 (devam) : Taşıt sayısı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1					Taşıt Sayısı (YOGT)								
			Varlığın Saha Verisi											Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Trafiğe Kapalı Yol	Yaya Yolu Kısmen Trafiğe	Site İçi Yol veya Çıkmaz	Sokak	Arter	Ana Arter Bölünmemiş	Ana Arter Bölünmüş	İl Yolu	Devlet Yolu	ÖZET 1	ÖZET 2	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			0	0 - 20	20 - 750	750 - 1500	1500 - 6000	>6000				YOGT	YOGT		0,25184	
87	A 139	ÜMRANİYE							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
88	A 148	ÜMRANİYE							1			>6000	6250	2,00	0,25184	0,50368
89	A 153	ÇEKMEKÖY							1			>6000	8500	2,00	0,25184	0,50368
90	A 155	PENDİK							1			>6000	9000	2,00	0,25184	0,50368
91	A 158	ÇEKMEKÖY					1					1500 - 6000	4000	1,78	0,25184	0,44828
92	A 160	BEYKOZ					1					1500 - 6000	5000	1,78	0,25184	0,44828
93	A 163	PENDİK					1					1500 - 6000	3000	1,78	0,25184	0,44828
94	A 166	PENDİK						1				>6000	9000	2,00	0,25184	0,50368
95	A 167	ATAŞEHİR							1			>6000	8500	2,00	0,25184	0,50368
96	A 170	BEYKOZ							1			>6000	6100	2,00	0,25184	0,50368
97	A 172	ÜMRANİYE					1					1500 - 6000	1600	1,78	0,25184	0,44828
98	A 173	ÇEKMEKÖY					1					1500 - 6000	4000	1,78	0,25184	0,44828
99	A 174	ÇEKMEKÖY						1				>6000	11000	2,00	0,25184	0,50368
100	A 175	KARTAL							1			1500 - 6000	5500	1,78	0,25184	0,44828
101	A 177	PENDİK					1					1500 - 6000	3500	1,78	0,25184	0,44828
102	A 178	TUZLA							1			>6000	7200	2,00	0,25184	0,50368
103	A 184	ÜSKÜDAR						1				>6000	10000	2,00	0,25184	0,50368
104	A 186	ÜMRANİYE							1			>6000	12000	2,00	0,25184	0,50368
105	A 189	PENDİK					1					1500 - 6000	3000	1,78	0,25184	0,44828
106	A 190	PENDİK							1			>6000	7000	2,00	0,25184	0,50368
107	A 191	PENDİK							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
108	A 202	PENDİK							1			>6000	6100	2,00	0,25184	0,50368
109	A 205	PENDİK							1			>6000	7000	2,00	0,25184	0,50368
110	A 207	BEYKOZ						1				>6000	16000	2,00	0,25184	0,50368
111	A 216	TUZLA						1				>6000	17500	2,00	0,25184	0,50368
112	A 219	BEYKOZ							1			>6000	15000	2,00	0,25184	0,50368
113	A 226	MALTEPE					1					1500 - 6000	1600	1,78	0,25184	0,44828
114	A 227	ADALAR		1								0 - 20	20	0,25	0,25184	0,06296
115	A 228	ADALAR		1								0 - 20	10	0,25	0,25184	0,06296
116	A 229	ADALAR		1								0 - 20	5	0,25	0,25184	0,06296
117	A 246	SULTANBEYLİ							1			>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
118	A 252	ÜMRANİYE							1			>6000	12000	2,00	0,25184	0,50368
119	A 254	BEYKOZ							1			>6000	11000	2,00	0,25184	0,50368
120	A 261	ÜSKÜDAR					1					1500 - 6000	1600	1,78	0,25184	0,44828
121	A 265	ATAŞEHİR					1					1500 - 6000	5900	1,78	0,25184	0,44828
122	B 01	SARIYER						1				>6000	27336	2,00	0,25184	0,50368
123	B 02	SARIYER						1				>6000	14592	2,00	0,25184	0,50368
124	B 03	SARIYER						1				>6000	27336	2,00	0,25184	0,50368
125	B 05	SARIYER							1			>6000	25416	2,00	0,25184	0,50368
126	B 06	SARIYER							1			>6000	68160	2,00	0,25184	0,50368
127	B 11	ŞİŞLİ						1				>6000	17184	2,00	0,25184	0,50368
128	B 12	ŞİŞLİ						1				>6000	19248	2,00	0,25184	0,50368
129	B 19	ŞİŞLİ						1				>6000	15912	2,00	0,25184	0,50368

Çizelge E.1 (devam) : Taşıt sayısı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1					Taşıt Sayısı (YOGT)									
			Varlığın Saha Verisi												Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Trafiğe Kapalı Yol	Yaya Yolu Kısmen Trafiğe	Site İçi Yol veya Çıkmaz	Sokak	Arter	Ana Arter Bölünmemiş	Ana Arter Bölünmüş	İl Yolu	Devlet Yolu	ÖZET 1	ÖZET 2	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			0	0 - 20	20 - 750	750 - 1500	1500 - 6000	>6000				YOGT	YOGT		0,25184	
130	B 20	ŞİŞLİ						1				>6000	19248	2,00	0,25184	0,50368
131	B 21	ŞİŞLİ					1					1500 - 6000	3022	1,78	0,25184	0,44828
132	B 23	BEŞİKTAŞ							1			>6000	35952	2,00	0,25184	0,50368
133	B 24	BEYOĞLU				1						750 - 1500	1100	1,47	0,25184	0,37021
134	B 25	BEYOĞLU							1			>6000	19344	2,00	0,25184	0,50368
135	B 26	ŞİŞLİ						1				>6000	17184	2,00	0,25184	0,50368
136	B 34	ŞİŞLİ						1				>6000	30528	2,00	0,25184	0,50368
137	B 57	ŞİŞLİ						1				>6000	17904	2,00	0,25184	0,50368
138	B 59	BEŞİKTAŞ						1				>6000	13224	2,00	0,25184	0,50368
139	B 61	BEYOĞLU							1			>6000	19344	2,00	0,25184	0,50368
140	B 70	KAĞITHANE							1			>6000	14000	2,00	0,25184	0,50368
141	B 72	ŞİŞLİ						1				>6000	30528	2,00	0,25184	0,50368
142	B 76	ŞİŞLİ						1				>6000	17184	2,00	0,25184	0,50368
143	B 79	ŞİŞLİ				1						750 - 1500	800	1,47	0,25184	0,37021
144	B 94	SARIYER							1			>6000	25416	2,00	0,25184	0,50368
145	B 104	SARIYER					1					1500 - 6000	4500	1,78	0,25184	0,44828
146	B 106	SARIYER						1				>6000	14592	2,00	0,25184	0,50368
147	B 111	SARIYER					1					1500 - 6000	5000	1,78	0,25184	0,44828
148	B 124	SARIYER							1			>6000	29088	2,00	0,25184	0,50368
149	I 02	FATİH							1			>6000	20208	2,00	0,25184	0,50368
150	I 09	FATİH							1			>6000	27936	2,00	0,25184	0,50368
151	I 09/1	FATİH							1			>6000	27936	2,00	0,25184	0,50368
152	I 10	FATİH							1			>6000	27900	2,00	0,25184	0,50368
153	I 11	FATİH							1			>6000	27900	2,00	0,25184	0,50368
154	I 14	BAKIRKÖY							1			>6000	54768	2,00	0,25184	0,50368
155	I 18	BAKIRKÖY							1			>6000	18192	2,00	0,25184	0,50368
156	I 22	BAKIRKÖY							1			>6000	30888	2,00	0,25184	0,50368
157	I 66	BAKIRKÖY							1			>6000	21912	2,00	0,25184	0,50368
158	I 76	BAĞCILAR							1			>6000	68472	2,00	0,25184	0,50368
159	I 86	AVCILAR							1			>6000	40464	2,00	0,25184	0,50368
160	I 89	EYÜP							1			>6000	15000	2,00	0,25184	0,50368
161	I 95	BAKIRKÖY							1			>6000	30888	2,00	0,25184	0,50368
162	I 103	ESENLER					1					1500 - 6000	3000	1,78	0,25184	0,44828
163	I 141	AVCILAR						1				>6000	16000	2,00	0,25184	0,50368
164	I 150	EYÜP						1				>6000	22944	2,00	0,25184	0,50368
165	I 168	FATİH							1			>6000	11000	2,00	0,25184	0,50368
166	I 231	BAKIRKÖY							1			>6000	19000	2,00	0,25184	0,50368
167	I 251	BAĞCILAR							1			>6000	6200	2,00	0,25184	0,50368
168	I 265	BAĞCILAR							1			>6000	8500	2,00	0,25184	0,50368
169	I 288	ESENYURT							1			>6000	17000	2,00	0,25184	0,50368
170	I 311	BAĞCILAR					1					1500 - 6000	5500	1,78	0,25184	0,44828
171	I 322	ESENYURT						1				>6000	6500	2,00	0,25184	0,50368
172	I 344	K.ÇEKMECE						1				>6000	16000	2,00	0,25184	0,50368

Çizelge E.2 : Taşıt yolunun eğimi risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			2	Taşıt Yolunun Eğimi		
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	İniş Eğimli (-g)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,03860	
1	A 09	KADIKÖY	3%	1,02	0,03860	0,03937
2	A 17	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
3	A 27	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
4	A 31	ÜSKÜDAR	10%	1,47	0,03860	0,05674
5	A 53	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
6	A 107	PENDİK	2%	1	0,03860	0,03860
7	A 129	ÜMRANİYE	3%	1,02	0,03860	0,03937
8	A 146	ATAŞEHİR	0%	1	0,03860	0,03860
9	A 188	SANCAKTEPE	0%	1	0,03860	0,03860
10	A 208	TUZLA	0%	1	0,03860	0,03860
11	A 240	ŞİLE	0%	1	0,03860	0,03860
12	A 259	BEYKOZ	6%	1,06	0,03860	0,04092
13	A 260	ÜSKÜDAR	6%	1,06	0,03860	0,04092
14	B 28	BEYOĞLU	0%	1	0,03860	0,03860
15	B 31	BEŞİKTAŞ	4%	1,02	0,03860	0,03937
16	B 113	SARIYER	3%	1,02	0,03860	0,03937
17	I 18	BAKIRKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
18	I 39	ZEYTİNBURNU	0%	1	0,03860	0,03860
19	I 94	BAHÇELİEVLER	8%	1,19	0,03860	0,04593
20	I 110	K.ÇEKMECE	12%	1,78	0,03860	0,06871
21	I 235	BAĞCILAR	2%	1	0,03860	0,03860
22	I 323	ESENYURT	2%	1	0,03860	0,03860
23	I 362	K.ÇEKMECE	3%	1,02	0,03860	0,03937
24	A 01	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
25	A 02	KADIKÖY	12%	1,78	0,03860	0,06871
26	A 04	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
27	A 06	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
28	A 08	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
29	A 10	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
30	A 11	MALTEPE	0%	1	0,03860	0,03860
31	A 14	KARTAL	0%	1	0,03860	0,03860
32	A 16	KARTAL	0%	1	0,03860	0,03860
33	A 19	KARTAL	5%	1,03	0,03860	0,03976
34	A 21	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
35	A 22	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
36	A 23	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
37	A 24	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
38	A 28	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
39	A 29	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
40	A 32	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
41	A 33	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
42	A 35	KADIKÖY	6%	1,06	0,03860	0,04092
43	A 36	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860

Varlık Bilgileri			2	Taşıt Yolunun Eğimi		
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	İniş Eğimli (-g)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,03860	
44	A 37	ATAŞEHİR	0%	1	0,03860	0,03860
45	A 38	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
46	A 39	KARTAL	0%	1	0,03860	0,03860
47	A 42	ÜSKÜDAR	1%	1	0,03860	0,03860
48	A 43	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
49	A 44	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
50	A 45	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
51	A 46	ÜMRANİYE	0%	1	0,03860	0,03860
52	A 49	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
53	A 50	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
54	A 51	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
55	A 52	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
56	A 54	ÜSKÜDAR	5%	1,03	0,03860	0,03976
57	A 55	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
58	A 56	ÜMRANİYE	5%	1,03	0,03860	0,03976
59	A 57	ÜMRANİYE	5%	1,03	0,03860	0,03976
60	A 59	ÜSKÜDAR	8%	1,19	0,03860	0,04593
61	A 60	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
62	A 61	KARTAL	0%	1	0,03860	0,03860
63	A 70	KARTAL	9%	1,47	0,03860	0,05674
64	A 72	MALTEPE	0%	1	0,03860	0,03860
65	A 77	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
66	A 78	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
67	A 80	KADIKÖY	4%	1,02	0,03860	0,03937
68	A 82	ÜSKÜDAR	2%	1	0,03860	0,03860
69	A 83	ÜSKÜDAR	3%	1,02	0,03860	0,03937
70	A 84	ÜSKÜDAR	8%	1,19	0,03860	0,04593
71	A 88	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
72	A 89	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
73	A 90	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
74	A 91	ATAŞEHİR	0%	1	0,03860	0,03860
75	A 93	ÜMRANİYE	0%	1	0,03860	0,03860
76	A 94	MALTEPE	0%	1	0,03860	0,03860
77	A 100	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
78	A 103	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
79	A 115	MALTEPE	0%	1	0,03860	0,03860
80	A 119	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
81	A 123	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
82	A 124	KADIKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
83	A 128	ÜMRANİYE	0%	1	0,03860	0,03860
84	A 132	MALTEPE	5%	1,03	0,03860	0,03976
85	A 135	MALTEPE	0%	1	0,03860	0,03860
86	A 138	MALTEPE	4%	1,02	0,03860	0,03937

Çizelge E.2 (devam) : Taşıt yolunun eğimi risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			2 Taşıt Yolunun Eğimi			
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	İniş Eğimli (-g)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,03860	
87	A 139	ÜMRANİYE	2%	1	0,03860	0,03860
88	A 148	ÜMRANİYE	0%	1	0,03860	0,03860
89	A 153	ÇEKMEKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
90	A 155	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
91	A 158	ÇEKMEKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
92	A 160	BEYKOZ	0%	1	0,03860	0,03860
93	A 163	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
94	A 166	PENDİK	7%	1,19	0,03860	0,04593
95	A 167	ATAŞEHİR	0%	1	0,03860	0,03860
96	A 170	BEYKOZ	0%	1	0,03860	0,03860
97	A 172	ÜMRANİYE	0%	1	0,03860	0,03860
98	A 173	ÇEKMEKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
99	A 174	ÇEKMEKÖY	2%	1	0,03860	0,03860
100	A 175	KARTAL	10%	1,47	0,03860	0,05674
101	A 177	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
102	A 178	TUZLA	0%	1	0,03860	0,03860
103	A 184	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
104	A 186	ÜMRANİYE	9%	1,47	0,03860	0,05674
105	A 189	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
106	A 190	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
107	A 191	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
108	A 202	PENDİK	0%	1	0,03860	0,03860
109	A 205	PENDİK	11%	1,78	0,03860	0,06871
110	A 207	BEYKOZ	0%	1	0,03860	0,03860
111	A 216	TUZLA	0%	1	0,03860	0,03860
112	A 219	BEYKOZ	8%	1,19	0,03860	0,04593
113	A 226	MALTEPE	7%	1,19	0,03860	0,04593
114	A 227	ADALAR	0%	1	0,03860	0,03860
115	A 228	ADALAR	0%	1	0,03860	0,03860
116	A 229	ADALAR	0%	1	0,03860	0,03860
117	A 246	SULTANBEYLİ	0%	1	0,03860	0,03860
118	A 252	ÜMRANİYE	5%	1,03	0,03860	0,03976
119	A 254	BEYKOZ	0%	1	0,03860	0,03860
120	A 261	ÜSKÜDAR	0%	1	0,03860	0,03860
121	A 265	ATAŞEHİR	0%	1	0,03860	0,03860
122	B 01	SARIYER	8%	1,19	0,03860	0,04593
123	B 02	SARIYER	0%	1	0,03860	0,03860
124	B 03	SARIYER	10%	1,47	0,03860	0,05674
125	B 05	SARIYER	0%	1	0,03860	0,03860
126	B 06	SARIYER	0%	1	0,03860	0,03860
127	B 11	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
128	B 12	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
129	B 19	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860

Varlık Bilgileri			2 Taşıt Yolunun Eğimi			
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	İniş Eğimli (-g)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,03860	
130	B 20	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
131	B 21	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
132	B 23	BEŞİKTAŞ	0%	1	0,03860	0,03860
133	B 24	BEYOĞLU	0%	1	0,03860	0,03860
134	B 25	BEYOĞLU	0%	1	0,03860	0,03860
135	B 26	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
136	B 34	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
137	B 57	ŞİŞLİ	10%	1,47	0,03860	0,05674
138	B 59	BEŞİKTAŞ	0%	1	0,03860	0,03860
139	B 61	BEYOĞLU	0%	1	0,03860	0,03860
140	B 70	KAĞITHANE	0%	1	0,03860	0,03860
141	B 72	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
142	B 76	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
143	B 79	ŞİŞLİ	0%	1	0,03860	0,03860
144	B 94	SARIYER	6%	1,06	0,03860	0,04092
145	B 104	SARIYER	0%	1	0,03860	0,03860
146	B 106	SARIYER	10%	1,47	0,03860	0,05674
147	B 111	SARIYER	7%	1,19	0,03860	0,04593
148	B 124	SARIYER	0%	1	0,03860	0,03860
149	I 02	FATİH	0%	1	0,03860	0,03860
150	I 09	FATİH	6%	1,06	0,03860	0,04092
151	I 09/1	FATİH	6%	1,06	0,03860	0,04092
152	I 10	FATİH	0%	1	0,03860	0,03860
153	I 11	FATİH	0%	1	0,03860	0,03860
154	I 14	BAKIRKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
155	I 18	BAKIRKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
156	I 22	BAKIRKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
157	I 66	BAKIRKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
158	I 76	BAĞCILAR	0%	1	0,03860	0,03860
159	I 86	AVCILAR	0%	1	0,03860	0,03860
160	I 89	EYÜP	0%	1	0,03860	0,03860
161	I 95	BAKIRKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
162	I 103	ESENLER	0%	1	0,03860	0,03860
163	I 141	AVCILAR	0%	1	0,03860	0,03860
164	I 150	EYÜP	0%	1	0,03860	0,03860
165	I 168	FATİH	0%	1	0,03860	0,03860
166	I 231	BAKIRKÖY	0%	1	0,03860	0,03860
167	I 251	BAĞCILAR	0%	1	0,03860	0,03860
168	I 265	BAĞCILAR	0%	1	0,03860	0,03860
169	I 288	ESENYURT	0%	1	0,03860	0,03860
170	I 311	BAĞCILAR	0%	1	0,03860	0,03860
171	I 322	ESENYURT	5%	1,03	0,03860	0,03976
172	I 344	K.ÇEKMECE	5%	1,03	0,03860	0,03976

Çizelge E.3 : Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			3 Yatay Kurp						
			Varlığın Saha Verisi				Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Dış Kenarında	Yarıçapı (m)	Hız Limiti (km/sa)	ÖZET Yatay Kurp	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
								0,10204	
1	A 09	KADIKÖY			50		1,00	0,10204	0,10204
2	A 17	PENDİK	1	150	50	150	1,4	0,10204	0,14286
3	A 27	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
4	A 31	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
5	A 53	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
6	A 107	PENDİK	1	100	50	100	1,5	0,10204	0,15306
7	A 129	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
8	A 146	ATAŞEHİR			50		1	0,10204	0,10204
9	A 188	SANCAKTEPE			50		1	0,10204	0,10204
10	A 208	TUZLA			30		1	0,10204	0,10204
11	A 240	ŞİLE			50		1	0,10204	0,10204
12	A 259	BEYKOZ	1	100	50	100	1,5	0,10204	0,15306
13	A 260	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
14	B 28	BEYOĞLU			50		1	0,10204	0,10204
15	B 31	BEŞİKTAŞ			80		1	0,10204	0,10204
16	B 113	SARIYER			80		1	0,10204	0,10204
17	I 18	BAKIRKÖY	1	200	70	200	1,4	0,10204	0,14286
18	I 39	ZEYTİNBURNU			50		1	0,10204	0,10204
19	I 94	BAHÇELİEVLER			50		1	0,10204	0,10204
20	I 110	K.ÇEKMECE			50		1	0,10204	0,10204
21	I 235	BAĞCILAR			50		1	0,10204	0,10204
22	I 323	ESENYURT			70		1	0,10204	0,10204
23	I 362	K.ÇEKMECE			70		1	0,10204	0,10204
24	A 01	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
25	A 02	KADIKÖY			30		1	0,10204	0,10204
26	A 04	KADIKÖY			70		1	0,10204	0,10204
27	A 06	KADIKÖY			70		1	0,10204	0,10204
28	A 08	KADIKÖY			70		1	0,10204	0,10204
29	A 10	KADIKÖY			70		1	0,10204	0,10204
30	A 11	MALTEPE			50		1	0,10204	0,10204
31	A 14	KARTAL			50		1	0,10204	0,10204
32	A 16	KARTAL			50		1	0,10204	0,10204
33	A 19	KARTAL			50		1	0,10204	0,10204
34	A 21	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
35	A 22	KADIKÖY			20		1	0,10204	0,10204
36	A 23	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
37	A 24	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
38	A 28	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
39	A 29	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
40	A 32	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
41	A 33	ÜSKÜDAR			30		1	0,10204	0,10204
42	A 35	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
43	A 36	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204

Çizelge E.3 (devam) : Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			3 Yatay Kurp						
			Varlığın Saha Verisi				Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Dış Kenarında	Yarıçapı (m)	Hız Limiti (km/sa)	ÖZET Yatay Kurp	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
								0,10204	
44	A 37	ATAŞEHİR			50		1	0,10204	0,10204
45	A 38	KADIKÖY			30		1	0,10204	0,10204
46	A 39	KARTAL			50		1	0,10204	0,10204
47	A 42	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
48	A 43	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
49	A 44	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
50	A 45	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
51	A 46	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
52	A 49	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
53	A 50	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
54	A 51	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
55	A 52	KADIKÖY			30		1	0,10204	0,10204
56	A 54	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
57	A 55	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
58	A 56	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
59	A 57	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
60	A 59	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
61	A 60	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
62	A 61	KARTAL			50		1	0,10204	0,10204
63	A 70	KARTAL			50		1	0,10204	0,10204
64	A 72	MALTEPE			20		1	0,10204	0,10204
65	A 77	KADIKÖY			30		1	0,10204	0,10204
66	A 78	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
67	A 80	KADIKÖY			30		1	0,10204	0,10204
68	A 82	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
69	A 83	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
70	A 84	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
71	A 88	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
72	A 89	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
73	A 90	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
74	A 91	ATAŞEHİR			50		1	0,10204	0,10204
75	A 93	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
76	A 94	MALTEPE			50		1	0,10204	0,10204
77	A 100	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
78	A 103	KADIKÖY			30		1	0,10204	0,10204
79	A 115	MALTEPE			20		1	0,10204	0,10204
80	A 119	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
81	A 123	KADIKÖY			50		1	0,10204	0,10204
82	A 124	KADIKÖY			70		1	0,10204	0,10204
83	A 128	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
84	A 132	MALTEPE			20		1	0,10204	0,10204
85	A 135	MALTEPE			20		1	0,10204	0,10204
86	A 138	MALTEPE			50		1	0,10204	0,10204

Çizelge E.3 (devam) : Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			3 Yatay Kurp						
			Varlığın Saha Verisi				Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Dış Kenarında	Yarıçapı (m)	Hız Limiti (km/sa)	ÖZET Yatay Kurp	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
								0,10204	
87	A 139	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
88	A 148	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
89	A 153	ÇEKMEKÖY			50		1	0,10204	0,10204
90	A 155	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
91	A 158	ÇEKMEKÖY			50		1	0,10204	0,10204
92	A 160	BEYKOZ			30		1	0,10204	0,10204
93	A 163	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
94	A 166	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
95	A 167	ATAŞEHİR			50		1	0,10204	0,10204
96	A 170	BEYKOZ			50		1	0,10204	0,10204
97	A 172	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
98	A 173	ÇEKMEKÖY			50		1	0,10204	0,10204
99	A 174	ÇEKMEKÖY			50		1	0,10204	0,10204
100	A 175	KARTAL			50		1	0,10204	0,10204
101	A 177	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
102	A 178	TUZLA			50		1	0,10204	0,10204
103	A 184	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
104	A 186	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
105	A 189	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
106	A 190	PENDİK	1	100	50	100	1,5	0,10204	0,15306
107	A 191	PENDİK			20		1	0,10204	0,10204
108	A 202	PENDİK			20		1	0,10204	0,10204
109	A 205	PENDİK			50		1	0,10204	0,10204
110	A 207	BEYKOZ			50		1	0,10204	0,10204
111	A 216	TUZLA			50		1	0,10204	0,10204
112	A 219	BEYKOZ			50		1	0,10204	0,10204
113	A 226	MALTEPE			50		1	0,10204	0,10204
114	A 227	ADALAR			30		1	0,10204	0,10204
115	A 228	ADALAR			30		1	0,10204	0,10204
116	A 229	ADALAR			30		1	0,10204	0,10204
117	A 246	SULTANBEYLİ			20		1	0,10204	0,10204
118	A 252	ÜMRANİYE			50		1	0,10204	0,10204
119	A 254	BEYKOZ			50		1	0,10204	0,10204
120	A 261	ÜSKÜDAR			50		1	0,10204	0,10204
121	A 265	ATAŞEHİR			50		1	0,10204	0,10204
122	B 01	SARIYER			50		1	0,10204	0,10204
123	B 02	SARIYER			30		1	0,10204	0,10204
124	B 03	SARIYER			30		1	0,10204	0,10204
125	B 05	SARIYER			70		1	0,10204	0,10204
126	B 06	SARIYER			70		1	0,10204	0,10204
127	B 11	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
128	B 12	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
129	B 19	ŞİŞLİ			30		1	0,10204	0,10204

Çizelge E.3 (devam) : Yatay kurp düzeltme faktörü risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			3 Yatay Kurp						
			Varlığın Saha Verisi				Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Dış Kenarında	Yarıçapı (m)	Hız Limiti (km/sa)	ÖZET Yatay Kurp	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
								0,10204	
130	B 20	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
131	B 21	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
132	B 23	BEŞİKTAŞ			50		1	0,10204	0,10204
133	B 24	BEYOĞLU			30		1	0,10204	0,10204
134	B 25	BEYOĞLU			50		1	0,10204	0,10204
135	B 26	ŞİŞLİ			30		1	0,10204	0,10204
136	B 34	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
137	B 57	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
138	B 59	BEŞİKTAŞ			50		1	0,10204	0,10204
139	B 61	BEYOĞLU			50		1	0,10204	0,10204
140	B 70	KAĞITHANE			50		1	0,10204	0,10204
141	B 72	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
142	B 76	ŞİŞLİ			50		1	0,10204	0,10204
143	B 79	ŞİŞLİ			20		1	0,10204	0,10204
144	B 94	SARIYER			30		1	0,10204	0,10204
145	B 104	SARIYER			50		1	0,10204	0,10204
146	B 106	SARIYER			20		1	0,10204	0,10204
147	B 111	SARIYER			30		1	0,10204	0,10204
148	B 124	SARIYER			70		1	0,10204	0,10204
149	I 02	FATİH			50		1	0,10204	0,10204
150	I 09	FATİH			50		1	0,10204	0,10204
151	I 09/1	FATİH			50		1	0,10204	0,10204
152	I 10	FATİH			50		1	0,10204	0,10204
153	I 11	FATİH			50		1	0,10204	0,10204
154	I 14	BAKIRKÖY			70		1	0,10204	0,10204
155	I 18	BAKIRKÖY			70		1	0,10204	0,10204
156	I 22	BAKIRKÖY			30		1	0,10204	0,10204
157	I 66	BAKIRKÖY			30		1	0,10204	0,10204
158	I 76	BAĞCILAR			50		1	0,10204	0,10204
159	I 86	AVCILAR			50		1	0,10204	0,10204
160	I 89	EYÜP			30		1	0,10204	0,10204
161	I 95	BAKIRKÖY			30		1	0,10204	0,10204
162	I 103	ESENLER			50		1	0,10204	0,10204
163	I 141	AVCILAR			50		1	0,10204	0,10204
164	I 150	EYÜP			50		1	0,10204	0,10204
165	I 168	FATİH			50		1	0,10204	0,10204
166	I 231	BAKIRKÖY			50		1	0,10204	0,10204
167	I 251	BAĞCILAR			50		1	0,10204	0,10204
168	I 265	BAĞCILAR			50		1	0,10204	0,10204
169	I 288	ESENYURT			50		1	0,10204	0,10204
170	I 311	BAĞCILAR			50		1	0,10204	0,10204
171	I 322	ESENYURT			50		1	0,10204	0,10204
172	I 344	K.ÇEKMECE			50		1	0,10204	0,10204

Çizelge E.4 : Taşıt yolunun hız limiti risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			4 Taşıt Yolunun Hız Limiti			
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Otomobil (km/sa)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,22200	
1	A 09	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
2	A 17	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
3	A 27	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
4	A 31	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
5	A 53	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
6	A 107	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
7	A 129	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
8	A 146	ATAŞEHİR	50	1,35	0,22200	0,29970
9	A 188	SANCAKTEPE	50	1,35	0,22200	0,29970
10	A 208	TUZLA	30	1,08	0,22200	0,23976
11	A 240	ŞİLE	50	1,35	0,22200	0,29970
12	A 259	BEYKOZ	50	1,35	0,22200	0,29970
13	A 260	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
14	B 28	BEYOĞLU	50	1,35	0,22200	0,29970
15	B 31	BEŞİKTAŞ	80	2	0,22200	0,44401
16	B 113	SARIYER	80	2	0,22200	0,44401
17	I 18	BAKIRKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
18	I 39	ZEYTİNBURNU	50	1,35	0,22200	0,29970
19	I 94	BAHÇELİEVLER	50	1,35	0,22200	0,29970
20	I 110	K.ÇEKMECE	50	1,35	0,22200	0,29970
21	I 235	BAĞCILAR	50	1,35	0,22200	0,29970
22	I 323	ESENYURT	70	1,75	0,22200	0,38851
23	I 362	K.ÇEKMECE	70	1,75	0,22200	0,38851
24	A 01	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
25	A 02	KADIKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
26	A 04	KADIKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
27	A 06	KADIKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
28	A 08	KADIKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
29	A 10	KADIKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
30	A 11	MALTEPE	50	1,35	0,22200	0,29970
31	A 14	KARTAL	50	1,35	0,22200	0,29970
32	A 16	KARTAL	50	1,35	0,22200	0,29970
33	A 19	KARTAL	50	1,35	0,22200	0,29970
34	A 21	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
35	A 22	KADIKÖY	20	1	0,22200	0,22200
36	A 23	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
37	A 24	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
38	A 28	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
39	A 29	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
40	A 32	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
41	A 33	ÜSKÜDAR	30	1,08	0,22200	0,23976
42	A 35	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
43	A 36	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970

Varlık Bilgileri			4 Taşıt Yolunun Hız Limiti			
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Otomobil (km/sa)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,22200	
44	A 37	ATAŞEHİR	50	1,35	0,22200	0,29970
45	A 38	KADIKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
46	A 39	KARTAL	50	1,35	0,22200	0,29970
47	A 42	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
48	A 43	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
49	A 44	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
50	A 45	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
51	A 46	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
52	A 49	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
53	A 50	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
54	A 51	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
55	A 52	KADIKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
56	A 54	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
57	A 55	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
58	A 56	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
59	A 57	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
60	A 59	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
61	A 60	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
62	A 61	KARTAL	50	1,35	0,22200	0,29970
63	A 70	KARTAL	50	1,35	0,22200	0,29970
64	A 72	MALTEPE	20	1	0,22200	0,22200
65	A 77	KADIKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
66	A 78	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
67	A 80	KADIKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
68	A 82	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
69	A 83	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
70	A 84	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
71	A 88	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
72	A 89	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
73	A 90	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
74	A 91	ATAŞEHİR	50	1,35	0,22200	0,29970
75	A 93	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
76	A 94	MALTEPE	50	1,35	0,22200	0,29970
77	A 100	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
78	A 103	KADIKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
79	A 115	MALTEPE	20	1	0,22200	0,22200
80	A 119	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
81	A 123	KADIKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
82	A 124	KADIKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
83	A 128	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
84	A 132	MALTEPE	20	1	0,22200	0,22200
85	A 135	MALTEPE	20	1	0,22200	0,22200
86	A 138	MALTEPE	50	1,35	0,22200	0,29970

Çizelge E.4 (devam) : Taşıt yolunun hız limiti risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			4 Taşıt Yolunun Hız Limiti			
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Otomobil (km/sa)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,22200	
87	A 139	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
88	A 148	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
89	A 153	ÇEKMEKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
90	A 155	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
91	A 158	ÇEKMEKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
92	A 160	BEYKOZ	30	1,08	0,22200	0,23976
93	A 163	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
94	A 166	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
95	A 167	ATAŞEHİR	50	1,35	0,22200	0,29970
96	A 170	BEYKOZ	50	1,35	0,22200	0,29970
97	A 172	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
98	A 173	ÇEKMEKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
99	A 174	ÇEKMEKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
100	A 175	KARTAL	50	1,35	0,22200	0,29970
101	A 177	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
102	A 178	TUZLA	50	1,35	0,22200	0,29970
103	A 184	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
104	A 186	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
105	A 189	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
106	A 190	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
107	A 191	PENDİK	20	1	0,22200	0,22200
108	A 202	PENDİK	20	1	0,22200	0,22200
109	A 205	PENDİK	50	1,35	0,22200	0,29970
110	A 207	BEYKOZ	50	1,35	0,22200	0,29970
111	A 216	TUZLA	50	1,35	0,22200	0,29970
112	A 219	BEYKOZ	50	1,35	0,22200	0,29970
113	A 226	MALTEPE	50	1,35	0,22200	0,29970
114	A 227	ADALAR	30	1,08	0,22200	0,23976
115	A 228	ADALAR	30	1,08	0,22200	0,23976
116	A 229	ADALAR	30	1,08	0,22200	0,23976
117	A 246	SULTANBEYLİ	20	1	0,22200	0,22200
118	A 252	ÜMRANİYE	50	1,35	0,22200	0,29970
119	A 254	BEYKOZ	50	1,35	0,22200	0,29970
120	A 261	ÜSKÜDAR	50	1,35	0,22200	0,29970
121	A 265	ATAŞEHİR	50	1,35	0,22200	0,29970
122	B 01	SARIYER	50	1,35	0,22200	0,29970
123	B 02	SARIYER	30	1,08	0,22200	0,23976
124	B 03	SARIYER	30	1,08	0,22200	0,23976
125	B 05	SARIYER	70	1,75	0,22200	0,38851
126	B 06	SARIYER	70	1,75	0,22200	0,38851
127	B 11	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
128	B 12	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
129	B 19	ŞİŞLİ	30	1,08	0,22200	0,23976

Varlık Bilgileri			4 Taşıt Yolunun Hız Limiti			
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Otomobil (km/sa)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,22200	
130	B 20	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
131	B 21	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
132	B 23	BEŞİKTAŞ	50	1,35	0,22200	0,29970
133	B 24	BEYOĞLU	30	1,08	0,22200	0,23976
134	B 25	BEYOĞLU	50	1,35	0,22200	0,29970
135	B 26	ŞİŞLİ	30	1,08	0,22200	0,23976
136	B 34	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
137	B 57	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
138	B 59	BEŞİKTAŞ	50	1,35	0,22200	0,29970
139	B 61	BEYOĞLU	50	1,35	0,22200	0,29970
140	B 70	KAĞITHANE	50	1,35	0,22200	0,29970
141	B 72	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
142	B 76	ŞİŞLİ	50	1,35	0,22200	0,29970
143	B 79	ŞİŞLİ	20	1	0,22200	0,22200
144	B 94	SARIYER	30	1,08	0,22200	0,23976
145	B 104	SARIYER	50	1,35	0,22200	0,29970
146	B 106	SARIYER	20	1	0,22200	0,22200
147	B 111	SARIYER	30	1,08	0,22200	0,23976
148	B 124	SARIYER	70	1,75	0,22200	0,38851
149	I 02	FATİH	50	1,35	0,22200	0,29970
150	I 09	FATİH	50	1,35	0,22200	0,29970
151	I 09/1	FATİH	50	1,35	0,22200	0,29970
152	I 10	FATİH	50	1,35	0,22200	0,29970
153	I 11	FATİH	50	1,35	0,22200	0,29970
154	I 14	BAKIRKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
155	I 18	BAKIRKÖY	70	1,75	0,22200	0,38851
156	I 22	BAKIRKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
157	I 66	BAKIRKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
158	I 76	BAĞCILAR	50	1,35	0,22200	0,29970
159	I 86	AVCILAR	50	1,35	0,22200	0,29970
160	I 89	EYÜP	30	1,08	0,22200	0,23976
161	I 95	BAKIRKÖY	30	1,08	0,22200	0,23976
162	I 103	ESENLER	50	1,35	0,22200	0,29970
163	I 141	AVCILAR	50	1,35	0,22200	0,29970
164	I 150	EYÜP	50	1,35	0,22200	0,29970
165	I 168	FATİH	50	1,35	0,22200	0,29970
166	I 231	BAKIRKÖY	50	1,35	0,22200	0,29970
167	I 251	BAĞCILAR	50	1,35	0,22200	0,29970
168	I 265	BAĞCILAR	50	1,35	0,22200	0,29970
169	I 288	ESENYURT	50	1,35	0,22200	0,29970
170	I 311	BAĞCILAR	50	1,35	0,22200	0,29970
171	I 322	ESENYURT	50	1,35	0,22200	0,29970
172	I 344	K.ÇEKMECE	50	1,35	0,22200	0,29970

Çizelge E.5 : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği																		
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
1	A 09	KADIKÖY								3,18					3,18	>6000	50	4,50	30%	1,08	0,13671	0,14765
2	A 17	PENDİK									4,53				4,53	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
3	A 27	ÜSKÜDAR					1,43								1,43	>6000	50	4,50	70%	1,94	0,13671	0,26522
4	A 31	ÜSKÜDAR							2,40						2,40	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
5	A 53	KADIKÖY		0,70											0,70	>6000	50	4,50	90%	2	0,13671	0,27342
6	A 107	PENDİK										5,20			5,20	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
7	A 129	ÜMRANİYE									3,53				3,53	1500 - 6000	50	4,00	20%	1,02	0,13671	0,13945
8	A 146	ATAŞEHİR										5,30			5,30	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
9	A 188	SANCAKTEPE										5,40			5,40	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
10	A 208	TUZLA				1,10									1,10	<750	30	2,25	60%	1,81	0,13671	0,24745
11	A 240	ŞİLE									5,00				5,00	<750	50	2,25	0%	1	0,13671	0,13671
12	A 259	BEYKOZ						2,00							2,00	1500 - 6000	50	4,00	50%	1,53	0,13671	0,20917
13	A 260	ÜSKÜDAR					1,47								1,47	1500 - 6000	50	4,00	70%	1,94	0,13671	0,26522
14	B 28	BEYOĞLU						1,90							1,90	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
15	B 31	BEŞİKTAŞ										5,90			5,90	>6000	80	6,00	10%	1,01	0,13671	0,13808
16	B 113	SARIYER										6,70			6,70	>6000	80	6,00	0%	1	0,13671	0,13671
17	I 18	BAKIRKÖY								3,00					3,00	>6000	70	6,00	50%	1,53	0,13671	0,20917
18	I 39	ZEYTİNBURNU	0,55												0,55	>6000	50	4,50	90%	2	0,13671	0,27342
19	I 94	BAHÇELİEVLER						1,90							1,90	1500 - 6000	50	4,00	60%	1,81	0,13671	0,24745
20	I 110	K.ÇEKMECE					1,70								1,70	1500 - 6000	50	4,00	60%	1,81	0,13671	0,24745
21	I 235	BAĞCILAR					1,34								1,34	>6000	50	4,50	75%	1,97	0,13671	0,26932
22	I 323	ESENYURT	0,20												0,20	>6000	70	6,00	100%	2	0,13671	0,27342
23	I 362	K.ÇEKMECE										6,98			6,98	>6000	70	6,00	0%	1	0,13671	0,13671

Çizelge E.5 (devam) : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5																				
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
24	A 01	KADIKÖY								2,75					2,75	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
25	A 02	KADIKÖY					1,54								1,54	1500 - 6000	30	4,00	70%	1,94	0,13671	0,26522
26	A 04	KADIKÖY											7,25		7,25	>6000	70	6,00	0%	1	0,13671	0,13671
27	A 06	KADIKÖY		0,71											0,71	>6000	70	6,00	90%	2	0,13671	0,27342
28	A 08	KADIKÖY								3,16					3,16	>6000	70	6,00	50%	1,53	0,13671	0,20917
29	A 10	KADIKÖY											7,72		7,72	>6000	70	6,00	0%	1	0,13671	0,13671
30	A 11	MALTEPE								3,40					3,40	>6000	50	4,50	25%	1,04	0,13671	0,14218
31	A 14	KARTAL					1,33								1,33	>6000	50	4,50	75%	1,97	0,13671	0,26932
32	A 16	KARTAL				1,03									1,03	>6000	50	4,50	80%	1,98	0,13671	0,27069
33	A 19	KARTAL								3,10					3,10	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
34	A 21	KADIKÖY				1,24									1,24	1500 - 6000	50	4,00	70%	1,94	0,13671	0,26522
35	A 22	KADIKÖY									3,67				3,67	1500 - 6000	20	4,00	10%	1,01	0,13671	0,13808
36	A 23	KADIKÖY									3,80				3,80	>6000	50	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
37	A 24	KADIKÖY									3,70				3,70	>6000	50	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
38	A 28	ÜSKÜDAR							2,50						2,50	1500 - 6000	50	4,00	40%	1,23	0,13671	0,16816
39	A 29	KADIKÖY							2,25						2,25	1500 - 6000	50	4,00	50%	1,53	0,13671	0,20917
40	A 32	ÜSKÜDAR									4,10				4,10	>6000	50	4,50	10%	1,01	0,13671	0,13808
41	A 33	ÜSKÜDAR									3,90				3,90	>6000	30	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
42	A 35	KADIKÖY						1,97							1,97	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
43	A 36	KADIKÖY					1,60								1,60	>6000	50	4,50	70%	1,94	0,13671	0,26522
44	A 37	ATAŞEHİR								2,68					2,68	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
45	A 38	KADIKÖY							2,50						2,50	>6000	30	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
46	A 39	KARTAL								2,75					2,75	1500 - 6000	50	4,00	40%	1,23	0,13671	0,16816

Çizelge E.5 (devam) : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5 Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği																				
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
47	A 42	ÜSKÜDAR							2,28						2,28	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
48	A 43	ÜSKÜDAR					1,64								1,64	>6000	50	4,50	70%	1,94	0,13671	0,26522
49	A 44	PENDİK					1,55								1,55	1500 - 6000	50	4,00	70%	1,94	0,13671	0,26522
50	A 45	ÜSKÜDAR											8,50		8,50	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
51	A 46	ÜMRANİYE										5,10			5,10	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
52	A 49	ÜSKÜDAR							2,43						2,43	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
53	A 50	KADIKÖY				1,05									1,05	1500 - 6000	50	4,00	75%	1,97	0,13671	0,26932
54	A 51	KADIKÖY									4,80				4,80	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
55	A 52	KADIKÖY			0,90										0,90	>6000	30	4,50	80%	1,98	0,13671	0,27069
56	A 54	ÜSKÜDAR								2,71					2,71	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
57	A 55	KADIKÖY		0,90											0,90	1500 - 6000	50	4,00	80%	1,98	0,13671	0,27069
58	A 56	ÜMRANİYE								2,75					2,75	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
59	A 57	ÜMRANİYE								2,64					2,64	1500 - 6000	50	4,00	40%	1,23	0,13671	0,16816
60	A 59	ÜSKÜDAR								2,56					2,56	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
61	A 60	KADIKÖY								2,75					2,75	1500 - 6000	50	4,00	40%	1,23	0,13671	0,16816
62	A 61	KARTAL				1,10									1,10	>6000	50	4,50	80%	1,98	0,13671	0,27069
63	A 70	KARTAL									4,35				4,35	>6000	50	4,50	10%	1,01	0,13671	0,13808
64	A 72	MALTEPE					1,50								1,50	>6000	20	4,50	70%	1,94	0,13671	0,26522
65	A 77	KADIKÖY							2,50						2,50	>6000	30	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
66	A 78	KADIKÖY		0,70											0,70	1500 - 6000	50	4,00	90%	2	0,13671	0,27342
67	A 80	KADIKÖY							2,20						2,20	>6000	30	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
68	A 82	ÜSKÜDAR									4,55				4,55	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
69	A 83	ÜSKÜDAR			1,00										1,00	>6000	50	4,50	80%	1,98	0,13671	0,27069

Çizelge E.5 (devam) : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5 Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği																				
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
70	A 84	ÜSKÜDAR								3,00					3,00	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
71	A 88	KADIKÖY					1,65								1,65	>6000	50	4,50	70%	1,94	0,13671	0,26522
72	A 89	ÜSKÜDAR								2,80					2,80	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
73	A 90	ÜSKÜDAR								2,80					2,80	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
74	A 91	ATAŞEHİR									3,80				3,80	>6000	50	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
75	A 93	ÜMRANİYE								2,80					2,80	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
76	A 94	MALTEPE					1,47								1,47	1500 - 6000	50	4,00	70%	1,94	0,13671	0,26522
77	A 100	KADIKÖY									4,10				4,10	>6000	50	4,50	10%	1,01	0,13671	0,13808
78	A 103	KADIKÖY									3,80				3,80	>6000	30	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
79	A 115	MALTEPE								3,10					3,10	1500 - 6000	20	4,00	25%	1,04	0,13671	0,14218
80	A 119	PENDİK									4,20				4,20	1500 - 6000	50	4,00	0%	1	0,13671	0,13671
81	A 123	KADIKÖY				1,28									1,28	1500 - 6000	50	4,00	70%	1,94	0,13671	0,26522
82	A 124	KADIKÖY								3,44					3,44	>6000	70	6,00	50%	1,53	0,13671	0,20917
83	A 128	ÜMRANİYE								2,70					2,70	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
84	A 132	MALTEPE									3,67				3,67	>6000	20	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
85	A 135	MALTEPE						1,98							1,98	>6000	20	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
86	A 138	MALTEPE									4,00				4,00	>6000	50	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
87	A 139	ÜMRANİYE								2,55					2,55	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
88	A 148	ÜMRANİYE					1,32								1,32	>6000	50	4,50	75%	1,97	0,13671	0,26932
89	A 153	ÇEKMEKÖY	0,50												0,50	>6000	50	4,50	90%	2	0,13671	0,27342
90	A 155	PENDİK						2,10							2,10	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
91	A 158	ÇEKMEKÖY								2,55					2,55	1500 - 6000	50	4,00	40%	1,23	0,13671	0,16816
92	A 160	BEYKOZ											8,90		8,90	1500 - 6000	30	4,00	0%	1	0,13671	0,13671

Çizelge E.5 (devam) : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5 Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği																				
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
93	A 163	PENDİK					1,40								1,40	1500 - 6000	50	4,00	70%	1,94	0,13671	0,26522
94	A 166	PENDİK									4,40				4,40	>6000	50	4,50	10%	1,01	0,13671	0,13808
95	A 167	ATAŞEHİR										6,50			6,50	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
96	A 170	BEYKOZ					1,40								1,40	>6000	50	4,50	70%	1,94	0,13671	0,26522
97	A 172	ÜMRANİYE			0,83										0,83	1500 - 6000	50	4,00	80%	1,98	0,13671	0,27069
98	A 173	ÇEKMEKÖY									3,70				3,70	1500 - 6000	50	4,00	10%	1,01	0,13671	0,13808
99	A 174	ÇEKMEKÖY								2,68					2,68	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
100	A 175	KARTAL								2,65					2,65	1500 - 6000	50	4,00	40%	1,23	0,13671	0,16816
101	A 177	PENDİK									3,80				3,80	1500 - 6000	50	4,00	10%	1,01	0,13671	0,13808
102	A 178	TUZLA							2,30						2,30	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
103	A 184	ÜSKÜDAR							2,14						2,14	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
104	A 186	ÜMRANİYE										7,00			7,00	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
105	A 189	PENDİK			0,97										0,97	1500 - 6000	50	4,00	80%	1,98	0,13671	0,27069
106	A 190	PENDİK						2,09							2,09	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
107	A 191	PENDİK								2,95					2,95	>6000	20	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
108	A 202	PENDİK										5,05			5,05	>6000	20	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
109	A 205	PENDİK									3,55				3,55	>6000	50	4,50	25%	1,04	0,13671	0,14218
110	A 207	BEYKOZ										5,50			5,50	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
111	A 216	TUZLA											7,90		7,90	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
112	A 219	BEYKOZ						1,90							1,90	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
113	A 226	MALTEPE						1,97							1,97	1500 - 6000	50	4,00	60%	1,81	0,13671	0,24745
114	A 227	ADALAR				1,15									1,15	<750	30	2,25	50%	1,53	0,13671	0,20917
115	A 228	ADALAR								2,72					2,72	<750	30	2,25	0%	1	0,13671	0,13671

Çizelge E.5 (devam) : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5																				
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
116	A 229	ADALAR				1,20									1,20	<750	30	2,25	50%	1,53	0,13671	0,20917
117	A 246	SULTANBEYLİ										6,70			6,70	>6000	20	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
118	A 252	ÜMRANİYE								2,85					2,85	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
119	A 254	BEYKOZ												15,00	15,00	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
120	A 261	ÜSKÜDAR						1,90							1,90	1500 - 6000	50	4,00	60%	1,81	0,13671	0,24745
121	A 265	ATAŞEHİR									4,03				4,03	1500 - 6000	50	4,00	0%	1	0,13671	0,13671
122	B 01	SARIYER									3,80				3,80	>6000	50	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
123	B 02	SARIYER								3,30					3,30	>6000	30	4,50	30%	1,08	0,13671	0,14765
124	B 03	SARIYER										6,70			6,70	>6000	30	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
125	B 05	SARIYER									3,60				3,60	>6000	70	6,00	40%	1,23	0,13671	0,16816
126	B 06	SARIYER								3,30					3,30	>6000	70	6,00	50%	1,53	0,13671	0,20917
127	B 11	ŞİŞLİ										6,00			6,00	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
128	B 12	ŞİŞLİ												10,80	10,80	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
129	B 19	ŞİŞLİ				1,30									1,30	>6000	30	4,50	75%	1,97	0,13671	0,26932
130	B 20	ŞİŞLİ											8,15		8,15	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
131	B 21	ŞİŞLİ									5,00				5,00	1500 - 6000	50	4,00	0%	1	0,13671	0,13671
132	B 23	BEŞİKTAŞ						2,00							2,00	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
133	B 24	BEYOĞLU									3,55				3,55	750 - 1500	30	3,30	0%	1	0,13671	0,13671
134	B 25	BEYOĞLU										6,80			6,80	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
135	B 26	ŞİŞLİ								2,55					2,55	>6000	30	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
136	B 34	ŞİŞLİ								2,64					2,64	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
137	B 57	ŞİŞLİ								2,60					2,60	>6000	50	4,50	50%	1,53	0,13671	0,20917
138	B 59	BEŞİKTAŞ									3,65				3,65	>6000	50	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945

Çizelge E.5 (devam) : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5																				
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
139	B 61	BEYOĞLU										5,55			5,55	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
140	B 70	KAĞITHANE						2,05							2,05	>6000	50	4,50	60%	1,81	0,13671	0,24745
141	B 72	ŞİŞLİ									3,80				3,80	>6000	50	4,50	20%	1,02	0,13671	0,13945
142	B 76	ŞİŞLİ										6,00			6,00	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
143	B 79	ŞİŞLİ										5,30			5,30	750 - 1500	20	3,30	0%	1	0,13671	0,13671
144	B 94	SARIYER									4,25				4,25	>6000	30	4,50	10%	1,01	0,13671	0,13808
145	B 104	SARIYER									3,90				3,90	1500 - 6000	50	4,00	10%	1,01	0,13671	0,13808
146	B 106	SARIYER		0,68											0,68	1500 - 6000	20	4,00	90%	2	0,13671	0,27342
147	B 111	SARIYER						1,80							1,80	1500 - 6000	30	4,00	60%	1,81	0,13671	0,24745
148	B 124	SARIYER											10,00		10,00	>6000	70	6,00	0%	1	0,13671	0,13671
149	I 02	FATİH												15,2	15,20	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
150	I 09	FATİH										5,95			5,95	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
151	I 09/1	FATİH										5,95			5,95	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
152	I 10	FATİH											7,45		7,45	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
153	I 11	FATİH											7,45		7,45	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
154	I 14	BAKIRKÖY									4,40				4,40	>6000	70	6,00	30%	1,08	0,13671	0,14765
155	I 18	BAKIRKÖY											8,15		8,15	>6000	70	6,00	0%	1	0,13671	0,13671
156	I 22	BAKIRKÖY								2,75					2,75	>6000	30	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
157	I 66	BAKIRKÖY									4,50				4,50	>6000	30	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
158	I 76	BAĞCILAR			0,95										0,95	>6000	50	4,50	80%	1,98	0,13671	0,27069
159	I 86	AVCILAR				1,05									1,05	>6000	50	4,50	80%	1,98	0,13671	0,27069
160	I 89	EYÜP											8,05		8,05	>6000	30	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
161	I 95	BAKIRKÖY												10,45	10,45	>6000	30	4,50	0%	1	0,13671	0,13671

Çizelge E.5 (devam) : Yol kenarı engelsiz bölge genişliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			5 Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği																				
			Varlığın Saha Verisi BR'nun Taşıt Yoluna (Kaldırım Kenarı) Uzaklığı (m) NOT: 1317-2 table 4 (Ülkemizde W4'e kadar kullanılmaktadır.)																	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	0 ~ 0,6	0,61 ~ 0,8	0,81 ~ 1,0	1,01 ~ 1,3	1,31 ~ 1,7	1,71 ~ 2,1	2,11 ~ 2,5	2,51 ~ 3,5	3,51 ~ 5,0	5,01 ~ 7,0	7,1 ~ 10,0	10,1 ~ 20,0	ÖZET BR-Kaldırım Uzaklığı	ÖZET 1 YOGT	Hız Limiti Otomobil (km/sa)	AASHTO Engelsiz Bölge Genişliği	Lojistik Regresyon Dağılım Oranı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8											0,13671	
162	I 103	ESENLER								2,55					2,55	1500 - 6000	50	4,00	40%	1,23	0,13671	0,16816
163	I 141	AVCILAR										6,95			6,95	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
164	I 150	EYÜP										5,90			5,90	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
165	I 168	FATİH								3,10					3,10	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
166	I 231	BAKIRKÖY												12,30	12,30	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
167	I 251	BAĞCILAR								2,75					2,75	>6000	50	4,50	40%	1,23	0,13671	0,16816
168	I 265	BAĞCILAR												14,20	14,20	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
169	I 288	ESENYURT									4,20				4,20	>6000	50	4,50	10%	1,01	0,13671	0,13808
170	I 311	BAĞCILAR							2,15						2,15	1500 - 6000	50	4,00	50%	1,53	0,13671	0,20917
171	I 322	ESENYURT												15,00	15,00	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671
172	I 344	K.ÇEKMECE									4,90				4,90	>6000	50	4,50	0%	1	0,13671	0,13671

Çizelge E.6 : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			6	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı									
			Varlığın Saha Verisi							Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	M1 (1500)	N1G (2500)	N1 (3500)	N2 (7500)	N3 (18000)	N3 (30000)	ÖZET En Ağır Taşıt Sınıfı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			1	1,04	1,07	1,21	1,58	2			0,19038	
1	A 09	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
2	A 17	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
3	A 27	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
4	A 31	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
5	A 53	KADIKÖY					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
6	A 107	PENDİK			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
7	A 129	ÜMRANİYE					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
8	A 146	ATAŞEHİR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
9	A 188	SANCAKTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
10	A 208	TUZLA				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
11	A 240	ŞİLE			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
12	A 259	BEYKOZ			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
13	A 260	ÜSKÜDAR			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
14	B 28	BEYOĞLU					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
15	B 31	BEŞİKTAŞ					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
16	B 113	SARIYER						1	30000	2	0,19038	0,38075
17	I 18	BAKIRKÖY						1	30000	2	0,19038	0,38075
18	I 39	ZEYTİNBURNU				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
19	I 94	BAHÇELİEVLER				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
20	I 110	K.ÇEKMECE			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
21	I 235	BAĞCILAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
22	I 323	ESENYURT					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
23	I 362	K.ÇEKMECE					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
24	A 01	KADIKÖY					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
25	A 02	KADIKÖY			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
26	A 04	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
27	A 06	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
28	A 08	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
29	A 10	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
30	A 11	MALTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
31	A 14	KARTAL				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
32	A 16	KARTAL				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
33	A 19	KARTAL				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
34	A 21	KADIKÖY			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
35	A 22	KADIKÖY			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
36	A 23	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
37	A 24	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
38	A 28	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
39	A 29	KADIKÖY			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
40	A 32	ÜSKÜDAR					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
41	A 33	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
42	A 35	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
43	A 36	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036

Çizelge E.6 (devam) : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			6				Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı								
			Varlığın Saha Verisi							Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	M1 (1500)	N1G (2500)	N1 (3500)	N2 (7500)	N3 (18000)	N3 (30000)	ÖZET En Ağır Taşıt Sınıfı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			1	1,04	1,07	1,21	1,58	2			0,19038	
44	A 37	ATAŞEHİR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
45	A 38	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
46	A 39	KARTAL			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
47	A 42	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
48	A 43	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
49	A 44	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
50	A 45	ÜSKÜDAR					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
51	A 46	ÜMRANİYE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
52	A 49	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
53	A 50	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
54	A 51	KADIKÖY					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
55	A 52	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
56	A 54	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
57	A 55	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
58	A 56	ÜMRANİYE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
59	A 57	ÜMRANİYE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
60	A 59	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
61	A 60	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
62	A 61	KARTAL				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
63	A 70	KARTAL				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
64	A 72	MALTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
65	A 77	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
66	A 78	KADIKÖY			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
67	A 80	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
68	A 82	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
69	A 83	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
70	A 84	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
71	A 88	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
72	A 89	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
73	A 90	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
74	A 91	ATAŞEHİR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
75	A 93	ÜMRANİYE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
76	A 94	MALTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
77	A 100	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
78	A 103	KADIKÖY			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
79	A 115	MALTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
80	A 119	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
81	A 123	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
82	A 124	KADIKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
83	A 128	ÜMRANİYE						1	30000	2	0,19038	0,38075
84	A 132	MALTEPE					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
85	A 135	MALTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
86	A 138	MALTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036

Çizelge E.6 (devam) : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			6				Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı					
			Varlığın Saha Verisi							Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	M1 (1500)	N1G (2500)	N1 (3500)	N2 (7500)	N3 (18000)	N3 (30000)	ÖZET En Ağır Taşıt Sınıfı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			1	1,04	1,07	1,21	1,58	2			0,19038	
87	A 139	ÜMRANİYE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
88	A 148	ÜMRANİYE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
89	A 153	ÇEKMEKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
90	A 155	PENDİK					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
91	A 158	ÇEKMEKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
92	A 160	BEYKOZ			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
93	A 163	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
94	A 166	PENDİK						1	30000	2	0,19038	0,38075
95	A 167	ATAŞEHİR					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
96	A 170	BEYKOZ			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
97	A 172	ÜMRANİYE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
98	A 173	ÇEKMEKÖY			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
99	A 174	ÇEKMEKÖY						1	30000	2	0,19038	0,38075
100	A 175	KARTAL				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
101	A 177	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
102	A 178	TUZLA					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
103	A 184	ÜSKÜDAR					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
104	A 186	ÜMRANİYE						1	30000	2	0,19038	0,38075
105	A 189	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
106	A 190	PENDİK						1	30000	2	0,19038	0,38075
107	A 191	PENDİK						1	30000	2	0,19038	0,38075
108	A 202	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
109	A 205	PENDİK				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
110	A 207	BEYKOZ					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
111	A 216	TUZLA						1	30000	2	0,19038	0,38075
112	A 219	BEYKOZ					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
113	A 226	MALTEPE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
114	A 227	ADALAR	1						1500	1	0,19038	0,19038
115	A 228	ADALAR	1						1500	1	0,19038	0,19038
116	A 229	ADALAR	1						1500	1	0,19038	0,19038
117	A 246	SULTANBEYLİ					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
118	A 252	ÜMRANİYE					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
119	A 254	BEYKOZ						1	30000	2	0,19038	0,38075
120	A 261	ÜSKÜDAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
121	A 265	ATAŞEHİR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
122	B 01	SARIYER					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
123	B 02	SARIYER					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
124	B 03	SARIYER					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
125	B 05	SARIYER					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
126	B 06	SARIYER						1	30000	2	0,19038	0,38075
127	B 11	ŞİŞLİ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
128	B 12	ŞİŞLİ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
129	B 19	ŞİŞLİ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036

Çizelge E.6 (devam) : Yoldan geçen azami taşıt ağırlığı risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			6										
			Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı										
			Varlığın Saha Verisi							Varlığın Puanı			
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	M1 (1500)	N1G (2500)	N1 (3500)	N2 (7500)	N3 (18000)	N3 (30000)	ÖZET En Ağır Taşıt Sınıfı	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
			1	1,04	1,07	1,21	1,58	2			0,19038	
130	B 20	ŞİŞLİ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
131	B 21	ŞİŞLİ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
132	B 23	BEŞİKTAŞ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
133	B 24	BEYOĞLU			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
134	B 25	BEYOĞLU				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
135	B 26	ŞİŞLİ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
136	B 34	ŞİŞLİ					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
137	B 57	ŞİŞLİ					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
138	B 59	BEŞİKTAŞ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
139	B 61	BEYOĞLU					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
140	B 70	KAĞITHANE				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
141	B 72	ŞİŞLİ					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
142	B 76	ŞİŞLİ				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
143	B 79	ŞİŞLİ			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
144	B 94	SARIYER					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
145	B 104	SARIYER			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
146	B 106	SARIYER				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
147	B 111	SARIYER			1				3500	1,07	0,19038	0,20370
148	B 124	SARIYER						1	30000	2	0,19038	0,38075
149	I 02	FATİH					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
150	I 09	FATİH					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
151	I 09/1	FATİH					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
152	I 10	FATİH					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
153	I 11	FATİH					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
154	I 14	BAKIRKÖY						1	30000	2	0,19038	0,38075
155	I 18	BAKIRKÖY						1	30000	2	0,19038	0,38075
156	I 22	BAKIRKÖY						1	30000	2	0,19038	0,38075
157	I 66	BAKIRKÖY						1	30000	2	0,19038	0,38075
158	I 76	BAĞCILAR						1	30000	2	0,19038	0,38075
159	I 86	AVCILAR						1	30000	2	0,19038	0,38075
160	I 89	EYÜP				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
161	I 95	BAKIRKÖY						1	30000	2	0,19038	0,38075
162	I 103	ESENLER				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
163	I 141	AVCILAR						1	30000	2	0,19038	0,38075
164	I 150	EYÜP						1	30000	2	0,19038	0,38075
165	I 168	FATİH				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
166	I 231	BAKIRKÖY				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
167	I 251	BAĞCILAR				1			7500	1,21	0,19038	0,23036
168	I 265	BAĞCILAR					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
169	I 288	ESENYURT						1	30000	2	0,19038	0,38075
170	I 311	BAĞCILAR					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
171	I 322	ESENYURT					1		18000	1,58	0,19038	0,30080
172	I 344	K.ÇEKMECE						1	30000	2	0,19038	0,38075

Çizelge E.7 : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği		
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Yol İle Yükseklik Kot Farkı (m)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,05842	
1	A 09	KADIKÖY	0,15	2	0,05842	0,11685
2	A 17	PENDİK	-1,08	2	0,05842	0,11685
3	A 27	ÜSKÜDAR	0,10	2	0,05842	0,11685
4	A 31	ÜSKÜDAR	0,18	2	0,05842	0,11685
5	A 53	KADIKÖY	0,30	1,98	0,05842	0,11568
6	A 107	PENDİK	0,15	2	0,05842	0,11685
7	A 129	ÜMRANİYE	0,50	1,88	0,05842	0,10984
8	A 146	ATAŞEHİR	0,32	1,98	0,05842	0,11568
9	A 188	SANCAKTEPE	0,55	1,81	0,05842	0,10575
10	A 208	TUZLA	-0,30	2	0,05842	0,11685
11	A 240	ŞİLE	0,00	2	0,05842	0,11685
12	A 259	BEYKOZ	0,20	2	0,05842	0,11685
13	A 260	ÜSKÜDAR	0,17	2	0,05842	0,11685
14	B 28	BEYOĞLU	0,68	1,62	0,05842	0,09465
15	B 31	BEŞİKTAŞ	0,55	1,81	0,05842	0,10575
16	B 113	SARIYER	0,40	1,97	0,05842	0,11510
17	I 18	BAKIRKÖY	0,20	2	0,05842	0,11685
18	I 39	ZEYTİNBURNU	0,35	1,97	0,05842	0,11510
19	I 94	BAHÇELİEVLER	0,30	1,98	0,05842	0,11568
20	I 110	K.ÇEKMECE	-0,29	2	0,05842	0,11685
21	I 235	BAĞCILAR	0,30	1,98	0,05842	0,11568
22	I 323	ESENYURT	0,35	1,97	0,05842	0,11510
23	I 362	K.ÇEKMECE	0,30	1,98	0,05842	0,11568
24	A 01	KADIKÖY	0,25	1,98	0,05842	0,11568
25	A 02	KADIKÖY	0,30	1,98	0,05842	0,11568
26	A 04	KADIKÖY	0,45	1,92	0,05842	0,11217
27	A 06	KADIKÖY	0,40	1,97	0,05842	0,11510
28	A 08	KADIKÖY	0,10	2	0,05842	0,11685
29	A 10	KADIKÖY	0,13	2	0,05842	0,11685
30	A 11	MALTEPE	0,65	1,62	0,05842	0,09465
31	A 14	KARTAL	0,16	2	0,05842	0,11685
32	A 16	KARTAL	0,40	1,97	0,05842	0,11510
33	A 19	KARTAL	0,40	1,97	0,05842	0,11510
34	A 21	KADIKÖY	0,32	1,98	0,05842	0,11568
35	A 22	KADIKÖY	0,10	2	0,05842	0,11685
36	A 23	KADIKÖY	0,50	1,88	0,05842	0,10984
37	A 24	KADIKÖY	0,51	1,88	0,05842	0,10984
38	A 28	ÜSKÜDAR	0,20	2	0,05842	0,11685
39	A 29	KADIKÖY	0,65	1,62	0,05842	0,09465
40	A 32	ÜSKÜDAR	0,20	2	0,05842	0,11685
41	A 33	ÜSKÜDAR	0,53	1,88	0,05842	0,10984
42	A 35	KADIKÖY	0,35	1,97	0,05842	0,11510
43	A 36	KADIKÖY	0,30	1,98	0,05842	0,11568

Varlık Bilgileri			7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği		
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Yol İle Yükseklik Kot Farkı (m)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,05842	
44	A 37	ATAŞEHİR	0,20	2	0,05842	0,11685
45	A 38	KADIKÖY	0,20	2	0,05842	0,11685
46	A 39	KARTAL	0,80	1,37	0,05842	0,08004
47	A 42	ÜSKÜDAR	0,15	2	0,05842	0,11685
48	A 43	ÜSKÜDAR	0,16	2	0,05842	0,11685
49	A 44	PENDİK	0,30	1,98	0,05842	0,11568
50	A 45	ÜSKÜDAR	-0,20	2	0,05842	0,11685
51	A 46	ÜMRANİYE	0,50	1,88	0,05842	0,10984
52	A 49	ÜSKÜDAR	0,46	1,92	0,05842	0,11217
53	A 50	KADIKÖY	0,26	1,98	0,05842	0,11568
54	A 51	KADIKÖY	0,70	1,62	0,05842	0,09465
55	A 52	KADIKÖY	0,70	1,62	0,05842	0,09465
56	A 54	ÜSKÜDAR	0,20	2	0,05842	0,11685
57	A 55	KADIKÖY	0,50	1,88	0,05842	0,10984
58	A 56	ÜMRANİYE	0,40	1,97	0,05842	0,11510
59	A 57	ÜMRANİYE	0,25	1,98	0,05842	0,11568
60	A 59	ÜSKÜDAR	0,20	2	0,05842	0,11685
61	A 60	KADIKÖY	0,52	1,88	0,05842	0,10984
62	A 61	KARTAL	0,20	2	0,05842	0,11685
63	A 70	KARTAL	0,20	2	0,05842	0,11685
64	A 72	MALTEPE	0,40	1,97	0,05842	0,11510
65	A 77	KADIKÖY	0,20	2	0,05842	0,11685
66	A 78	KADIKÖY	0,25	1,98	0,05842	0,11568
67	A 80	KADIKÖY	0,25	1,98	0,05842	0,11568
68	A 82	ÜSKÜDAR	0,35	1,97	0,05842	0,11510
69	A 83	ÜSKÜDAR	0,50	1,88	0,05842	0,10984
70	A 84	ÜSKÜDAR	0,50	1,88	0,05842	0,10984
71	A 88	KADIKÖY	0,35	1,97	0,05842	0,11510
72	A 89	ÜSKÜDAR	0,50	1,88	0,05842	0,10984
73	A 90	ÜSKÜDAR	0,50	1,88	0,05842	0,10984
74	A 91	ATAŞEHİR	0,15	2	0,05842	0,11685
75	A 93	ÜMRANİYE	0,25	1,98	0,05842	0,11568
76	A 94	MALTEPE	0,80	1,37	0,05842	0,08004
77	A 100	KADIKÖY	0,35	1,97	0,05842	0,11510
78	A 103	KADIKÖY	0,10	2	0,05842	0,11685
79	A 115	MALTEPE	0,10	2	0,05842	0,11685
80	A 119	PENDİK	0,35	1,97	0,05842	0,11510
81	A 123	KADIKÖY	0,40	1,97	0,05842	0,11510
82	A 124	KADIKÖY	0,1	2	0,05842	0,11685
83	A 128	ÜMRANİYE	0,40	1,97	0,05842	0,11510
84	A 132	MALTEPE	0,40	1,97	0,05842	0,11510
85	A 135	MALTEPE	0,20	2	0,05842	0,11685
86	A 138	MALTEPE	0,00	2	0,05842	0,11685

Çizelge E.7 (devam) : Tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği risk parametresine ait verilerin her bir varlık için ağırlıklı risk puanı çizelgesi.

Varlık Bilgileri			7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği		
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Yol İle Yükseklik Kot Farkı (m)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,05842	
87	A 139	ÜMRANİYE	0,35	1,97	0,05842	0,11510
88	A 148	ÜMRANİYE	0,30	1,98	0,05842	0,11568
89	A 153	ÇEKMEKÖY	0,14	2	0,05842	0,11685
90	A 155	PENDİK	0,30	1,98	0,05842	0,11568
91	A 158	ÇEKMEKÖY	0,25	1,98	0,05842	0,11568
92	A 160	BEYKOZ	0,20	2	0,05842	0,11685
93	A 163	PENDİK	0,65	1,62	0,05842	0,09465
94	A 166	PENDİK	0,20	2	0,05842	0,11685
95	A 167	ATAŞEHİR	0,60	1,81	0,05842	0,10575
96	A 170	BEYKOZ	0,20	2	0,05842	0,11685
97	A 172	ÜMRANİYE	0,14	2	0,05842	0,11685
98	A 173	ÇEKMEKÖY	0,15	2	0,05842	0,11685
99	A 174	ÇEKMEKÖY	0,30	1,98	0,05842	0,11568
100	A 175	KARTAL	0,30	1,98	0,05842	0,11568
101	A 177	PENDİK	1,00	1,05	0,05842	0,06135
102	A 178	TUZLA	0,30	1,98	0,05842	0,11568
103	A 184	ÜSKÜDAR	0,36	1,97	0,05842	0,11510
104	A 186	ÜMRANİYE	0,90	1,18	0,05842	0,06894
105	A 189	PENDİK	0,40	1,97	0,05842	0,11510
106	A 190	PENDİK	0,30	1,98	0,05842	0,11568
107	A 191	PENDİK	0,60	1,81	0,05842	0,10575
108	A 202	PENDİK	0,30	1,98	0,05842	0,11568
109	A 205	PENDİK	0,90	1,18	0,05842	0,06894
110	A 207	BEYKOZ	0,30	1,98	0,05842	0,11568
111	A 216	TUZLA	0,50	1,88	0,05842	0,10984
112	A 219	BEYKOZ	0,10	2	0,05842	0,11685
113	A 226	MALTEPE	0,30	1,98	0,05842	0,11568
114	A 227	ADALAR	0,20	2	0,05842	0,11685
115	A 228	ADALAR	0,00	2	0,05842	0,11685
116	A 229	ADALAR	0,20	2	0,05842	0,11685
117	A 246	SULTANBEYLİ	0,50	1,88	0,05842	0,10984
118	A 252	ÜMRANİYE	0,10	2	0,05842	0,11685
119	A 254	BEYKOZ	0,15	2	0,05842	0,11685
120	A 261	ÜSKÜDAR	0,40	1,97	0,05842	0,11510
121	A 265	ATAŞEHİR	0,35	1,97	0,05842	0,11510
122	B 01	SARIYER	0,21	2	0,05842	0,11685
123	B 02	SARIYER	0,15	2	0,05842	0,11685
124	B 03	SARIYER	0,25	1,98	0,05842	0,11568
125	B 05	SARIYER	0,50	1,88	0,05842	0,10984
126	B 06	SARIYER	0,30	1,98	0,05842	0,11568
127	B 11	ŞİŞLİ	1,10	1,03	0,05842	0,06018
128	B 12	ŞİŞLİ	0,45	1,92	0,05842	0,11217
129	B 19	ŞİŞLİ	0,35	1,97	0,05842	0,11510

Varlık Bilgileri			7	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği		
			Varlığın Saha Verisi	Varlığın Puanı		
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Yol İle Yükseklik Kot Farkı (m)	Referans Tablo Risk Puanı	Ağırlık Katsayısı	Ağırlıklı Puan
					0,05842	
130	B 20	ŞİŞLİ	0,00	2	0,05842	0,11685
131	B 21	ŞİŞLİ	0,35	1,97	0,05842	0,11510
132	B 23	BEŞİKTAŞ	0,18	2	0,05842	0,11685
133	B 24	BEYOĞLU	0,60	1,81	0,05842	0,10575
134	B 25	BEYOĞLU	0,12	2	0,05842	0,11685
135	B 26	ŞİŞLİ	0,40	1,97	0,05842	0,11510
136	B 34	ŞİŞLİ	0,20	2	0,05842	0,11685
137	B 57	ŞİŞLİ	0,35	1,97	0,05842	0,11510
138	B 59	BEŞİKTAŞ	0,15	2	0,05842	0,11685
139	B 61	BEYOĞLU	0,50	1,88	0,05842	0,10984
140	B 70	KAĞITHANE	-0,20	2	0,05842	0,11685
141	B 72	ŞİŞLİ	1,40	1	0,05842	0,05842
142	B 76	ŞİŞLİ	0,10	2	0,05842	0,11685
143	B 79	ŞİŞLİ	0,35	1,97	0,05842	0,11510
144	B 94	SARIYER	0,45	1,92	0,05842	0,11217
145	B 104	SARIYER	0,40	1,97	0,05842	0,11510
146	B 106	SARIYER	0,40	1,97	0,05842	0,11510
147	B 111	SARIYER	0,36	1,97	0,05842	0,11510
148	B 124	SARIYER	0,21	2	0,05842	0,11685
149	I 02	FATİH	0,65	1,62	0,05842	0,09465
150	I 09	FATİH	0,35	1,97	0,05842	0,11510
151	I 09/1	FATİH	0,35	1,97	0,05842	0,11510
152	I 10	FATİH	0,35	1,97	0,05842	0,11510
153	I 11	FATİH	0,35	1,97	0,05842	0,11510
154	I 14	BAKIRKÖY	0,40	1,97	0,05842	0,11510
155	I 18	BAKIRKÖY	0,50	1,88	0,05842	0,10984
156	I 22	BAKIRKÖY	0,20	2	0,05842	0,11685
157	I 66	BAKIRKÖY	0,25	1,98	0,05842	0,11568
158	I 76	BAĞCILAR	0,15	2	0,05842	0,11685
159	I 86	AVCILAR	0,45	1,92	0,05842	0,11217
160	I 89	EYÜP	-1,10	2	0,05842	0,11685
161	I 95	BAKIRKÖY	0,16	2	0,05842	0,11685
162	I 103	ESENLER	0,50	1,88	0,05842	0,10984
163	I 141	AVCILAR	-1,03	2	0,05842	0,11685
164	I 150	EYÜP	0,30	1,98	0,05842	0,11568
165	I 168	FATİH	0,85	1,18	0,05842	0,06894
166	I 231	BAKIRKÖY	0,20	2	0,05842	0,11685
167	I 251	BAĞCILAR	0,26	1,98	0,05842	0,11568
168	I 265	BAĞCILAR	0,23	1,98	0,05842	0,11568
169	I 288	ESENYURT	0,10	2	0,05842	0,11685
170	I 311	BAĞCILAR	0,30	1,98	0,05842	0,11568
171	I 322	ESENYURT	0,23	1,98	0,05842	0,11568
172	I 344	K.ÇEKMECE	0,30	1,98	0,05842	0,11568

Çizelge E.8 : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
1	A 09	KADIKÖY	0,50368	0,03937	0,10204	0,29970	0,14765	0,23036	0,11685	0,000002410289	31107333	75	C	Orta Riskli
2	A 17	PENDİK	0,50368	0,03860	0,14286	0,29970	0,13671	0,23036	0,11685	0,000003063185	31107333	95	C	Orta Riskli
3	A 27	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,11685	0,000004244699	31107333	132	B	Yüksek Riskli
4	A 31	ÜSKÜDAR	0,50368	0,05674	0,10204	0,29970	0,20917	0,23036	0,11685	0,000004921006	31107333	153	A	Çok Yüksek Riskli
5	A 53	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,27342	0,30080	0,11568	0,000005656946	31107333	176	A	Çok Yüksek Riskli
6	A 107	PENDİK	0,50368	0,03860	0,15306	0,29970	0,13671	0,20370	0,11685	0,000002902250	31107333	90	C	Orta Riskli
7	A 129	ÜMRANİYE	0,44828	0,03937	0,10204	0,29970	0,13945	0,30080	0,10984	0,000002486767	31107333	77	C	Orta Riskli
8	A 146	ATAŞEHİR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11568	0,000002166109	31107333	67	C	Orta Riskli
9	A 188	SANCAKTEPE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,10575	0,000001980130	31107333	62	C	Orta Riskli
10	A 208	TUZLA	0,25184	0,03860	0,10204	0,23976	0,24745	0,23036	0,11685	0,000001584104	31107333	49	D	Düşük Riskli
11	A 240	ŞİLE	0,25184	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,20370	0,11685	0,000000967417	31107333	30	D	Düşük Riskli
12	A 259	BEYKOZ	0,44828	0,04092	0,15306	0,29970	0,20917	0,20370	0,11685	0,000004189113	31107333	130	B	Yüksek Riskli
13	A 260	ÜSKÜDAR	0,44828	0,04092	0,10204	0,29970	0,26522	0,20370	0,11685	0,000003541124	31107333	110	B	Yüksek Riskli
14	B 28	BEYOĞLU	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,24745	0,30080	0,09465	0,000004188711	31107333	130	B	Yüksek Riskli
15	B 31	BEŞİKTAŞ	0,50368	0,03937	0,10204	0,44401	0,13808	0,30080	0,10575	0,000003946237	31107333	123	B	Yüksek Riskli
16	B 113	SARIYER	0,50368	0,03937	0,10204	0,44401	0,13671	0,38075	0,11510	0,000005382975	31107333	167	A	Çok Yüksek Riskli
17	I 18	BAKIRKÖY	0,50368	0,03860	0,14286	0,38851	0,20917	0,38075	0,11685	0,000010041845	31107333	312	A	Çok Yüksek Riskli
18	I 39	ZEYTİNBURNU	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,27342	0,23036	0,11510	0,000004310338	31107333	134	B	Yüksek Riskli
19	I 94	BAHÇELİEVLER	0,44828	0,04593	0,10204	0,29970	0,24745	0,23036	0,11568	0,000004152368	31107333	129	B	Yüksek Riskli
20	I 110	K.ÇEKMECE	0,44828	0,06871	0,10204	0,29970	0,24745	0,20370	0,11685	0,000005547945	31107333	173	A	Çok Yüksek Riskli
21	I 235	BAĞCILAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26932	0,23036	0,11568	0,000004267235	31107333	133	B	Yüksek Riskli
22	I 323	ESENYURT	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,27342	0,30080	0,11510	0,000007296042	31107333	227	A	Çok Yüksek Riskli
23	I 362	K.ÇEKMECE	0,50368	0,03937	0,10204	0,38851	0,13671	0,30080	0,11568	0,000003739870	31107333	116	B	Yüksek Riskli

Çizelge E.8 (devam) : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
24	A 01	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,30080	0,11568	0,000003479022	31107333	108	B	Yüksek Riskli
25	A 02	KADIKÖY	0,44828	0,06871	0,10204	0,23976	0,26522	0,20370	0,11568	0,000004709561	31107333	147	B	Yüksek Riskli
26	A 04	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,13671	0,23036	0,11217	0,000002722831	31107333	85	C	Orta Riskli
27	A 06	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,27342	0,23036	0,11510	0,000005587475	31107333	174	A	Çok Yüksek Riskli
28	A 08	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,20917	0,23036	0,11685	0,000004339511	31107333	135	B	Yüksek Riskli
29	A 10	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,13671	0,23036	0,11685	0,000002836282	31107333	88	C	Orta Riskli
30	A 11	MALTEPE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,14218	0,23036	0,09465	0,000001843162	31107333	57	C	Orta Riskli
31	A 14	KARTAL	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26932	0,23036	0,11685	0,000004310338	31107333	134	B	Yüksek Riskli
32	A 16	KARTAL	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,27069	0,23036	0,11510	0,000004267235	31107333	133	B	Yüksek Riskli
33	A 19	KARTAL	0,50368	0,03976	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11510	0,000002730384	31107333	85	C	Orta Riskli
34	A 21	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,20370	0,11568	0,000003307276	31107333	103	B	Yüksek Riskli
35	A 22	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,22200	0,13808	0,20370	0,11685	0,000001288312	31107333	40	D	Düşük Riskli
36	A 23	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13945	0,23036	0,10984	0,000002097844	31107333	65	C	Orta Riskli
37	A 24	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13945	0,23036	0,10984	0,000002097844	31107333	65	C	Orta Riskli
38	A 28	ÜSKÜDAR	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11685	0,000002395191	31107333	75	C	Orta Riskli
39	A 29	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,20370	0,09465	0,000002134077	31107333	66	C	Orta Riskli
40	A 32	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13808	0,30080	0,11685	0,000002885614	31107333	90	C	Orta Riskli
41	A 33	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,13945	0,23036	0,10984	0,000001678275	31107333	52	D	Düşük Riskli
42	A 35	KADIKÖY	0,50368	0,04092	0,10204	0,29970	0,24745	0,23036	0,11510	0,000004134907	31107333	129	B	Yüksek Riskli
43	A 36	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,11568	0,000004202252	31107333	131	B	Yüksek Riskli
44	A 37	ATAŞEHİR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,23036	0,11685	0,000003347623	31107333	104	B	Yüksek Riskli
45	A 38	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,20917	0,23036	0,11685	0,000002678098	31107333	83	C	Orta Riskli
46	A 39	KARTAL	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,20370	0,08004	0,000001450872	31107333	45	D	Düşük Riskli

Çizelge E.8 (devam) : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
47	A 42	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,23036	0,11685	0,000003347623	31107333	104	B	Yüksek Riskli
48	A 43	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,11685	0,000004244699	31107333	132	B	Yüksek Riskli
49	A 44	PENDİK	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,11568	0,000003740004	31107333	116	B	Yüksek Riskli
50	A 45	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11685	0,000002857043	31107333	89	C	Orta Riskli
51	A 46	ÜMRANİYE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,10984	0,000002056710	31107333	64	C	Orta Riskli
52	A 49	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,23036	0,11217	0,000003213718	31107333	100	C	Orta Riskli
53	A 50	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,26932	0,23036	0,11568	0,000003797839	31107333	118	B	Yüksek Riskli
54	A 51	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,09465	0,000002314205	31107333	72	C	Orta Riskli
55	A 52	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,27069	0,23036	0,09465	0,000002807277	31107333	87	C	Orta Riskli
56	A 54	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03976	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11685	0,000002771963	31107333	86	C	Orta Riskli
57	A 55	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,27069	0,23036	0,10984	0,000003624334	31107333	113	B	Yüksek Riskli
58	A 56	ÜMRANİYE	0,50368	0,03976	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11510	0,000002730384	31107333	85	C	Orta Riskli
59	A 57	ÜMRANİYE	0,44828	0,03976	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11568	0,000002442377	31107333	76	C	Orta Riskli
60	A 59	ÜSKÜDAR	0,50368	0,04593	0,10204	0,29970	0,20917	0,23036	0,11685	0,000003983671	31107333	124	B	Yüksek Riskli
61	A 60	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,10984	0,000002251480	31107333	70	C	Orta Riskli
62	A 61	KARTAL	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,27069	0,23036	0,11685	0,000004332218	31107333	135	B	Yüksek Riskli
63	A 70	KARTAL	0,50368	0,05674	0,10204	0,29970	0,13808	0,23036	0,11685	0,000003248507	31107333	101	C	Orta Riskli
64	A 72	MALTEPE	0,50368	0,03860	0,10204	0,22200	0,26522	0,23036	0,11510	0,000003097058	31107333	96	C	Orta Riskli
65	A 77	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,20917	0,23036	0,11685	0,000002678098	31107333	83	C	Orta Riskli
66	A 78	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,27342	0,20370	0,11568	0,000003409563	31107333	106	B	Yüksek Riskli
67	A 80	KADIKÖY	0,50368	0,03937	0,10204	0,23976	0,24745	0,23036	0,11568	0,000003199256	31107333	100	C	Orta Riskli
68	A 82	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11510	0,000002155169	31107333	67	C	Orta Riskli
69	A 83	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03937	0,10204	0,29970	0,27069	0,23036	0,10984	0,000004153731	31107333	129	B	Yüksek Riskli

Çizelge E.8 (devam) : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
70	A 84	ÜSKÜDAR	0,50368	0,04593	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,10984	0,000003010406	31107333	94	C	Orta Riskli
71	A 88	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,11510	0,000004181028	31107333	130	B	Yüksek Riskli
72	A 89	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,10984	0,000002529753	31107333	79	C	Orta Riskli
73	A 90	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,10984	0,000002529753	31107333	79	C	Orta Riskli
74	A 91	ATAŞEHİR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13945	0,23036	0,11685	0,000002231749	31107333	69	C	Orta Riskli
75	A 93	ÜMRANİYE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11568	0,000002664314	31107333	83	C	Orta Riskli
76	A 94	MALTEPE	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,08004	0,000002587780	31107333	80	C	Orta Riskli
77	A 100	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13808	0,23036	0,11510	0,000002176721	31107333	68	C	Orta Riskli
78	A 103	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,13945	0,20370	0,11685	0,000001578824	31107333	49	D	Düşük Riskli
79	A 115	MALTEPE	0,44828	0,03860	0,10204	0,22200	0,14218	0,23036	0,11685	0,000001500150	31107333	47	D	Düşük Riskli
80	A 119	PENDİK	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11510	0,000001918101	31107333	60	C	Orta Riskli
81	A 123	KADIKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,11510	0,000003721115	31107333	116	B	Yüksek Riskli
82	A 124	KADIKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,20917	0,23036	0,11685	0,000004339511	31107333	135	B	Yüksek Riskli
83	A 128	ÜMRANİYE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,38075	0,11510	0,000004381583	31107333	136	B	Yüksek Riskli
84	A 132	MALTEPE	0,50368	0,03976	0,10204	0,22200	0,13945	0,30080	0,11510	0,000002190063	31107333	68	C	Orta Riskli
85	A 135	MALTEPE	0,50368	0,03860	0,10204	0,22200	0,24745	0,23036	0,11685	0,000002933526	31107333	91	C	Orta Riskli
86	A 138	MALTEPE	0,50368	0,03937	0,10204	0,29970	0,13945	0,23036	0,11685	0,000002276384	31107333	71	C	Orta Riskli
87	A 139	ÜMRANİYE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,23036	0,11510	0,000003297409	31107333	103	B	Yüksek Riskli
88	A 148	ÜMRANİYE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26932	0,23036	0,11568	0,000004267235	31107333	133	B	Yüksek Riskli
89	A 153	ÇEKMEKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,27342	0,23036	0,11685	0,000004375978	31107333	136	B	Yüksek Riskli
90	A 155	PENDİK	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,24745	0,30080	0,11568	0,000005119536	31107333	159	A	Çok Yüksek Riskli
91	A 158	ÇEKMEKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11568	0,000002371240	31107333	74	C	Orta Riskli
92	A 160	BEYKOZ	0,44828	0,03860	0,10204	0,23976	0,13671	0,20370	0,11685	0,000001377601	31107333	43	D	Düşük Riskli

Çizelge E.8 (devam) : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
93	A 163	PENDİK	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,23036	0,09465	0,000003060003	31107333	95	C	Orta Riskli
94	A 166	PENDİK	0,50368	0,04593	0,10204	0,29970	0,13808	0,38075	0,11685	0,000004346684	31107333	135	B	Yüksek Riskli
95	A 167	ATAŞEHİR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,10575	0,000002585624	31107333	80	C	Orta Riskli
96	A 170	BEYKOZ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,26522	0,20370	0,11685	0,000003753576	31107333	117	B	Yüksek Riskli
97	A 172	ÜMRANİYE	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,27069	0,23036	0,11685	0,000003855674	31107333	120	B	Yüksek Riskli
98	A 173	ÇEKMEKÖY	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,13808	0,20370	0,11685	0,000001739222	31107333	54	D	Düşük Riskli
99	A 174	ÇEKMEKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,38075	0,11568	0,000005477929	31107333	170	A	Çok Yüksek Riskli
100	A 175	KARTAL	0,44828	0,05674	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11568	0,000003485722	31107333	108	B	Yüksek Riskli
101	A 177	PENDİK	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,13808	0,23036	0,06135	0,000001032561	31107333	32	D	Düşük Riskli
102	A 178	TUZLA	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,30080	0,11568	0,000004327564	31107333	135	B	Yüksek Riskli
103	A 184	ÜSKÜDAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,24745	0,30080	0,11510	0,000005093680	31107333	158	A	Çok Yüksek Riskli
104	A 186	ÜMRANİYE	0,50368	0,05674	0,10204	0,29970	0,13671	0,38075	0,06894	0,000003136600	31107333	98	C	Orta Riskli
105	A 189	PENDİK	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,27069	0,23036	0,11510	0,000003797839	31107333	118	B	Yüksek Riskli
106	A 190	PENDİK	0,50368	0,03860	0,15306	0,29970	0,24745	0,38075	0,11568	0,000009720638	31107333	302	A	Çok Yüksek Riskli
107	A 191	PENDİK	0,50368	0,03860	0,10204	0,22200	0,16816	0,38075	0,10575	0,000002982014	31107333	93	C	Orta Riskli
108	A 202	PENDİK	0,50368	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,23036	0,11568	0,000001604525	31107333	50	D	Düşük Riskli
109	A 205	PENDİK	0,50368	0,06871	0,10204	0,29970	0,14218	0,23036	0,06894	0,000002389739	31107333	74	C	Orta Riskli
110	A 207	BEYKOZ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11568	0,000002828473	31107333	88	C	Orta Riskli
111	A 216	TUZLA	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,38075	0,10984	0,000003399520	31107333	106	B	Yüksek Riskli
112	A 219	BEYKOZ	0,50368	0,04593	0,10204	0,29970	0,24745	0,30080	0,11685	0,000006153786	31107333	191	A	Çok Yüksek Riskli
113	A 226	MALTEPE	0,44828	0,04593	0,10204	0,29970	0,24745	0,23036	0,11568	0,000004152368	31107333	129	B	Yüksek Riskli
114	A 227	ADALAR	0,06296	0,03860	0,10204	0,23976	0,20917	0,19038	0,11685	0,000000276663	31107333	9	E	Çok Düşük Riskli
115	A 228	ADALAR	0,06296	0,03860	0,10204	0,23976	0,13671	0,19038	0,11685	0,000000180826	31107333	6	E	Çok Düşük Riskli

Çizelge E.8 (devam) : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
116	A 229	ADALAR	0,06296	0,03860	0,10204	0,23976	0,20917	0,19038	0,11685	0,000000276663	31107333	9	E	Çok Düşük Riskli
117	A 246	SULTANBEYLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,30080	0,10984	0,000001989349	31107333	62	C	Orta Riskli
118	A 252	ÜMRANİYE	0,50368	0,03976	0,10204	0,29970	0,16816	0,30080	0,11685	0,000003619588	31107333	113	B	Yüksek Riskli
119	A 254	BEYKOZ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,38075	0,11685	0,000003616511	31107333	113	B	Yüksek Riskli
120	A 261	ÜSKÜDAR	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,24745	0,23036	0,11510	0,000003471762	31107333	108	B	Yüksek Riskli
121	A 265	ATAŞEHİR	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11510	0,000001918101	31107333	60	C	Orta Riskli
122	B 01	SARIYER	0,50368	0,04593	0,10204	0,29970	0,13945	0,30080	0,11685	0,000003467879	31107333	108	B	Yüksek Riskli
123	B 02	SARIYER	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,14765	0,30080	0,11685	0,000002468486	31107333	77	C	Orta Riskli
124	B 03	SARIYER	0,50368	0,05674	0,10204	0,23976	0,13671	0,30080	0,11568	0,000003326284	31107333	103	B	Yüksek Riskli
125	B 05	SARIYER	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,16816	0,30080	0,10984	0,000004282073	31107333	133	B	Yüksek Riskli
126	B 06	SARIYER	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,20917	0,38075	0,11568	0,000007101019	31107333	221	A	Çok Yüksek Riskli
127	B 11	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,06018	0,000001126814	31107333	35	D	Düşük Riskli
128	B 12	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11217	0,000002100469	31107333	65	C	Orta Riskli
129	B 19	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,26932	0,23036	0,11510	0,000003396547	31107333	106	B	Yüksek Riskli
130	B 20	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11685	0,000002187989	31107333	68	C	Orta Riskli
131	B 21	ŞİŞLİ	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11510	0,000001918101	31107333	60	C	Orta Riskli
132	B 23	BEŞİKTAŞ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,24745	0,23036	0,11685	0,000003960260	31107333	123	B	Yüksek Riskli
133	B 24	BEYOĞLU	0,37021	0,03860	0,10204	0,23976	0,13671	0,20370	0,10575	0,000001029602	31107333	32	D	Düşük Riskli
134	B 25	BEYOĞLU	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11685	0,000002187989	31107333	68	C	Orta Riskli
135	B 26	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,20917	0,23036	0,11510	0,000002637927	31107333	82	C	Orta Riskli
136	B 34	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,30080	0,11685	0,000004371276	31107333	136	B	Yüksek Riskli
137	B 57	ŞİŞLİ	0,50368	0,05674	0,10204	0,29970	0,20917	0,30080	0,11510	0,000006329390	31107333	197	A	Çok Yüksek Riskli
138	B 59	BEŞİKTAŞ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13945	0,23036	0,11685	0,000002231749	31107333	69	C	Orta Riskli

Çizelge E.8 (devam) : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
139	B 61	BEYOĞLU	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,10984	0,000002685621	31107333	84	C	Orta Riskli
140	B 70	KAĞITHANE	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,24745	0,23036	0,11685	0,000003960260	31107333	123	B	Yüksek Riskli
141	B 72	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13945	0,30080	0,05842	0,000001457092	31107333	45	D	Düşük Riskli
142	B 76	ŞİŞLİ	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11685	0,000002187989	31107333	68	C	Orta Riskli
143	B 79	ŞİŞLİ	0,37021	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,20370	0,11510	0,000001037608	31107333	32	D	Düşük Riskli
144	B 94	SARIYER	0,50368	0,04092	0,10204	0,23976	0,13808	0,30080	0,11217	0,000002349121	31107333	73	C	Orta Riskli
145	B 104	SARIYER	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,13808	0,20370	0,11510	0,000001713133	31107333	53	D	Düşük Riskli
146	B 106	SARIYER	0,50368	0,05674	0,10204	0,22200	0,27342	0,23036	0,11510	0,000004693479	31107333	146	B	Yüksek Riskli
147	B 111	SARIYER	0,44828	0,04593	0,10204	0,23976	0,24745	0,20370	0,11510	0,000002922707	31107333	91	C	Orta Riskli
148	B 124	SARIYER	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,13671	0,38075	0,11685	0,000004688069	31107333	146	B	Yüksek Riskli
149	I 02	FATİH	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,09465	0,000002314205	31107333	72	C	Orta Riskli
150	I 09	FATİH	0,50368	0,04092	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11510	0,000002983039	31107333	93	C	Orta Riskli
151	I 09/1	FATİH	0,50368	0,04092	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11510	0,000002983039	31107333	93	C	Orta Riskli
152	I 10	FATİH	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11510	0,000002814188	31107333	88	C	Orta Riskli
153	I 11	FATİH	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11510	0,000002814188	31107333	88	C	Orta Riskli
154	I 14	BAKIRKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,14765	0,38075	0,11510	0,000004987168	31107333	155	A	Çok Yüksek Riskli
155	I 18	BAKIRKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,38851	0,13671	0,38075	0,10984	0,000004406785	31107333	137	B	Yüksek Riskli
156	I 22	BAKIRKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,16816	0,38075	0,11685	0,000003558646	31107333	111	B	Yüksek Riskli
157	I 66	BAKIRKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,13671	0,38075	0,11568	0,000002864276	31107333	89	C	Orta Riskli
158	I 76	BAĞCILAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,27069	0,38075	0,11685	0,000007160691	31107333	223	A	Çok Yüksek Riskli
159	I 86	AVCILAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,27069	0,38075	0,11217	0,000006874263	31107333	214	A	Çok Yüksek Riskli
160	I 89	EYÜP	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,13671	0,23036	0,11685	0,000001750391	31107333	54	D	Düşük Riskli
161	I 95	BAKIRKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,23976	0,13671	0,38075	0,11685	0,000002893209	31107333	90	C	Orta Riskli

Çizelge E.8 (devam) : Yer üstü varlıklarına ait ağırlıklı risk puanları ve risk grubu çizelgesi.

Varlık Bilgileri			1	2	3	4	5	6	7	AĞIRLIKLI TOPLAM RİSK PUANI (ATRP)	DÜZELTME KATSAYISI	VARLIĞIN RİSK PUANI (ATRP) x (31107333)	RİSK GRUBU	
			Taşıt Sayısı (YOGT)	Taşıt Yolunun Eğimi	Yatay Kurp	Taşıt Yolunun Hız Limiti	Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	Yoldan Geçen En Ağır Taşıt Sınıfı	Tesisin Yol Kırmızı Koduna Göre Yüksekliği					
Sıra No	BR Kodu	Bulunduğu İlçe	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan	Ağırlıklı Puan					
		(W)	0,25184	0,03860	0,10204	0,22200	0,13671	0,19038	0,05842					
162	I 103	ESENLER	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,10984	0,000002251480	31107333	70	C	Orta Riskli
163	I 141	AVCILAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,38075	0,11685	0,000003616511	31107333	113	B	Yüksek Riskli
164	I 150	EYÜP	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,38075	0,11568	0,000003580346	31107333	111	B	Yüksek Riskli
165	I 168	FATİH	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,06894	0,000001587824	31107333	49	D	Düşük Riskli
166	I 231	BAKIRKÖY	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,23036	0,11685	0,000002187989	31107333	68	C	Orta Riskli
167	I 251	BAĞCILAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,16816	0,23036	0,11568	0,000002664314	31107333	83	C	Orta Riskli
168	I 265	BAĞCILAR	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11568	0,000002828473	31107333	88	C	Orta Riskli
169	I 288	ESENYURT	0,50368	0,03860	0,10204	0,29970	0,13808	0,38075	0,11685	0,000003652676	31107333	114	B	Yüksek Riskli
170	I 311	BAĞCILAR	0,44828	0,03860	0,10204	0,29970	0,20917	0,30080	0,11568	0,000003851532	31107333	120	B	Yüksek Riskli
171	I 322	ESENYURT	0,50368	0,03976	0,10204	0,29970	0,13671	0,30080	0,11568	0,000002913327	31107333	91	C	Orta Riskli
172	I 344	K.ÇEKMECE	0,50368	0,03976	0,10204	0,29970	0,13671	0,38075	0,11568	0,000003687756	31107333	115	B	Yüksek Riskli

EK F : İBB Ulaşım Koordinasyon Merkezi Kararı

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

T.C
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI
ULAŞIM KOORDİNASYON MERKEZİ KARARI

UKOME KARARI	
TARİH	25.11.2015
SAYI	2015/8-1

UKOME, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Genel Sekreter Sn. Dr. Hayri BARAÇLI Başkanlığında 25.11.2015 gün ve saat 14:00'da gündemindeki konuları görüşmek üzere toplandı.

İLGİ: a) İstanbul Valiliği İl Emniyet Müdürlüğü'nün 22.12.2014 tarih ve 73016-P-1828(D-27) sayılı yazısı.
b) KGM 1. Bölge Müdürlüğü'nün 31.03.2015 tarih ve 1042-43270 sayılı yazısı.
c) KGM 1. Bölge Müdürlüğü'nün 13.05.2015 tarih ve 93181 sayılı yazısı.
d) İ.B.B.Trafik Müdürlüğü'nün 18.09.2015 tarih ve 49660458/313.06 BN:2179 sayılı yazısı. **e)**KGM 1. Bölge Müdürlüğü'nün 04.11.2015 tarih ve 215244 sayılı yazısı.
f) KGM 1. Bölge Müdürlüğü'nün 04.11.2015 tarih ve 215202 sayılı yazısı.
g) UKOME'nin 22.10.2014 tarih ve 2014/9-1 sayılı kararı
h) Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü'nün 24.11.2015 tarihli raporu.

TEKLİF: İstanbul Geneli çeşitli yol kesimlerinde hız limitlerinin revize teklifi

ULAŞIM KOORDİNASYON MÜDÜRLÜĞÜ RAPORU:

İlgi (g) Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü raporunda;

"İlgi yazılar ile; yazı eklerinde bulunan listelerde güzergahları belirtilen yol kesimleri için gerekli hal ve yerlerde bazı araç sınıfları için azami hız limitleri hususunda görüş bildirilmiş, azami hız limitlerinin gelişen ve değişen şartlar doğrultusunda yeniden belirlenmesi ve UKOME kararı alınması talep edilmiştir.

13.10.1983 tarihli ve 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu'na bağlı olarak hazırlanan **18.07.1997-23053 Mükerrer** tarihli **Karayolları Trafik Yönetmeliği**'nin 18f.maddesinde belirtilen "Karayollarında gerekli hal ve yerlerde en çok ve en az hız limitine göre yeniden hız sınırlarını belirlemek." açıklaması ile yol kesimleri için gerekli hal ve yerlerde en çok ve en az hız limitlerinin belirlenmesi görevi **İl ve İlçe Trafik Komisyonuna** verilmiştir.

10.07.2004 tarihli ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu'nun 9. maddesi esas alınarak kurulan Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezlerinden **Ulaşım Koordinasyon Merkezi (UKOME)**'nin, İçişleri Bakanlığı tarafından hazırlanarak 15.06.2006 tarih ve 26199 sayılı Resmi Gazete de yayımlanan "Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği"nin 18.ğ. maddesinde belirtilen **"Büyükşehir belediyesi sınırları içerisinde; 13/10/1983 tarihli ve 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunun belirlediği sınırlar içinde, araçların kullanacağı şeritleri ve yol kullanım esaslarını tespit etmek ve gerekli yasakları koymak, gerekli hal ve yerlerde en çok ve en az hız limitlerini belirlemekle, görevli ve yetkilidir."** ifadesi ile **Ulaşım Koordinasyon Merkezi**'ne yetki verilmiştir. Ayrıca; Yönetmeliğin 6.maddesinde belirtilen **"AYKOME ile UKOME tarafından alınan ortak yatırım ve toplu taşımayla ilgili kararlar; Büyükşehir Belediyesi, büyükşehir dâhilindeki diğer belediyeler ve büyükşehir sınırları içindeki kamu kurum ve kuruluşları ile diğer gerçek ve tüzel kişileri bağlar."** ifadesi ile UKOME tarafından alınan ve yürürlüğe konan kararların bütün kurum ve kuruluşları bağladığı açık bir şekilde belirtilmiştir.

Bu bağlamda; 2918 sayılı Trafik Kanunu'na bağlı çıkarılan Trafik Yönetmeliği'nin hız kurallarını belirleyen ve aşağıda açıklanan 100.maddesi ile; kentteki yollarda uygulanabilecek en çok ve en az hız limitleri açıklanmakta, buna bağlı olarak yapılabilecek düzenlemeler ile ilgili sınırlar ve kurallar ortaya konulmaktadır.

(MADDE 100 –Karayolları Trafik Kanununda ve bu Yönetmelikte yazılı kayıt ve şartlar dışında ve aksine bir işaret bulunmadıkça yol durumlarına göre römorksuz araç cinsleri için saatteki asgari ve azami hız sınırları aşağıda gösterilmiştir.

ARAÇ CİNSİ	YERLEŞİM İÇİNDE	YERLEŞİM YERİ DIŞINDA		OTOYOLLARDA
	YERİ	ŞEHİRLERARASI ÇİFT YÖNLÜ KARAYOLLARINDA	BÖLÜNMÜŞ YOLLARDA	
Otomobil (M1), (M1G),	50	90	110	120
Minibüs (M2),	50	80	90	100
Otobüs (M2-M3),	50	80	90	100
Kamyonet (N1), N1G)	50	80	85	95
Kamyon (N2-N3), Çekici (N2-N3)	50	80	85	90

Şekil F.1 : İstanbul geneli bazı yol kesimlerindeki hız limitleri değişikliğine ait UKOME kararı (2015/8-1).

kilometredir.

İl ve ilçe trafik komisyonları belediye sınırları içindeki karayollarında otomobiller için hız sınırını 20 km/s'e kadar artırmaya yetkilidir. Ancak belediye sınırları içinden geçen ve Karayolları Genel Müdürlüğünün sorumluluğunda bulunan devlet ve il yolları için Karayolları Genel Müdürlüğünün uygun görüşünün alınması zorunludur.)

Bununla beraber; 19 Şubat 2014 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren değişiklik neticesinde,

("KARAYOLLARI TRAFİK YÖNETMELİĞİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR YÖNETMELİK:
MADDE 15 – Aynı Yönetmeliğin 100 üncü maddesinin ikinci, beşinci ve sekizinci fıkraları aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

"İl ve ilçe trafik komisyonları ile ulaşım koordinasyon merkezleri, yerleşim yeri içinden geçen bölünmüş devlet ve il yolları ile belediyelerin yapım ve bakımından sorumlu olduğu taşıma kapasitesi yüksek, can ve mal güvenliği açısından gerekli tedbirlerin alındığı, yaya geçişlerinin alt ve üst geçişlerle sağlandığı bölünmüş karayollarında araç cinsleri için ayrı ayrı olmak üzere hız sınırlarını 32 km/s'e, yerleşim yeri içinde bulunan diğer bölünmüş karayollarında ise 20 km/s'e kadar artırmaya yetkilidir. Yerleşim yeri içinden geçen ve Karayolları Genel Müdürlüğünün sorumluluğunda bulunan devlet ve il yollarında yapılacak hız artırımlarında, Karayolları Genel Müdürlüğünden yola ilişkin alınması gerekli tedbirler ile yolun işletim hızına ilişkin bilgiler alınarak göz önünde bulundurulur.")

20 km/s olan değerin 32 km/s olarak düzenlenebileceği kararı verilmiştir.

Yukarıda açıklanan yasal mevzuat çerçevesinde; ekli listede belirtilen söz konusu yol kesimlerinin fiziki şartları, geometrik standartları, yol üst yapısı kullanım özellikleri ve çevre şartları dikkate alınarak uygulanan azami hız değerlerinin değiştirilmesi tarafımızdan değerlendirilmiştir.

Taleple ilgili konunun UKOME gündeminde görüşülmesi" teklif edilmektedir.

UKOME'NİN KARARI: İlgi (h) Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü raporu doğrultusunda teklifin kabulüne karar verilmiştir.

Başkan
Dr. Hayri BARAÇLI
Genel Sekreter

Üye
Muzaffer HACIMUSTAFAOĞLU
Genel Sekreter Yrd.

Üye
Adil KARAİSMAİLOĞLU
Ulaşım Daire Başkanı

Üye
Bülent AY
İst. Emn. Müd. Tem.

Üye
Süleyman ATÇI
Milli Savunma Bakanlığı
1. Ordu Kom. Tem.
(KATILMADI)

Üye
Ramazan SARIGÖL
İl Jan. Kom. Tem.

Üye
İmran TEPE
Sahil Güv. Kom. Tem.

Üye
Hüseyin YAĞCIOĞLU
1.Hukuk Müşaviri Tem.

Mustafa Özkan DEMİREZ
Fen İşl. Dai. Bşk.

Nurdan APAYDIN
Ulş. Dnz. Hbr. Bakanlığı
Karayolları 1. Bölge Müd. Tem.

Üye
Muhammed ERDOĞAN
Ulş. Dnz. Hbr. Bakanlığı
İst. Liman Bşk. Lığı Tem.

Üye
Kenan BİDAN
Ulş. Dnz. Hbr. Bakanlığı
DHMİ Gen. Müd. Tem.

Üye
İsmail ÖZDEMİR
Ulş. Dnz. Hbr. Bakanlığı
TCDD 1.Bölge. Müd. Tem.

Üye
Veli ATIDOĞAN
Ulş. Dnz. Hbr. Bakanlığı
Karayolu Düzenleme
Gen.Müd.Tem.

Üye
M. Levent ACET
Ulş. Dnz. Hbr. Bakanlığı
Alt. Yapı Gen. Müd. Tem.
(KATILMADI)

Üye
Dr. Ahmet BAĞIŞ
İETT Gen. Müd. Tem.

Üye
Yakup GÜLER
İst. Şehir Hatları Tur. A.Ş. Tem.

Üye
Mustafa Metin YAZAR
İst. Ulş. A.Ş. Gn. Müd. Tem.

Üye
Mükerrem KARA
Ulaşım Koord. Md.

Üye
Top. Ulş. Hiz. Bşk.

Üye
Halit YILMAZ
Türkiye Şoförler ve Otomobilciler
Federasyonu Tem.

Şekil F.1 (devam) : İstanbul geneli bazı yol kesimlerindeki hız limitleri değişikliğine ait UKOME kararı (2015/8-1).

EK : "TABLODA TARİFLİ TÜR ARAÇ SINIFLARI İÇİN" AZAMİ HIZ DEĞERLERİ BELİRLENECEK OLAN YOL KESİMLERİ ÖNERİ AZAMİ HIZ DEĞERLERİ LİSTESİ

S.NO	YOLUN ADI	ŞERİT SAYISI	MEVCUT HIZ (KM/SAAT)		ÖNERİ AZAMİ HIZ (KM/SAAT)	
			otomobiller için	diğer araçlar (kamyon, kamyonet, otobüs, minibüs)	otomobiller için	diğer araçlar (kamyon, kamyonet, otobüs, minibüs)
1	Söğütlüçeşme Köprülü Kavşağı - Uzunçayır Köprülü Kavşağı Arası (O-1 Yolu)*	2*2 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
2	Uzunçayır Köprülü Kavşağı - Altunizade Köprülü Kavşağı Arası (O-1 Bağlantı Yolu)*	2*3 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
3	Altunizade Köprülü Kavşağı - Ümraniye Köprülü Kavşağı Arası Üsküdar-Ümraniye TEM Bağlantı Yolu)*	2*2 / 2*3 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
4	Çamlıca Köprülü Kavşağı - Anadolu Otoyolu Köprülü Kavşağı Arası (O-4 Yolu)*	2*2 / 2*3 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
5	Harmandere Kavşağı - Orhanlı Bağlantı Yolu *	2*2 Bölünmüş Yol	70	50	70	60
6	Samandıra Köprülü Kavşağı Gişeler Çıkışı (O-4) - Kartal Köprülü Kavşağı Arası Bağlantı Yolu*	2*2 Bölünmüş Yol	80	50	90	70
7	Anadolu Otoyolu Köprülü Kavşağı Çıkışı (O2) - Kozyatağı Köprülü Kavşağı (dahil) Arası Otoyolu (O-2 Yolu)*	2*2 / 2*3 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
8	Ümraniye Köprülü Kavşağı Çıkışı (O2) - Sarıgazi Köprülü Kavşağı Arası*	2*2 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
9	Kavacık Köprülü Kavşağı Çıkışı - Beykoz (Akbaba Yolu) Arası Bağlantı Yolu(Anadolu Hisarı E-80 Bağlantı Yolu-Fatmasultan Bağlantı Yolu)*	2*2 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
10	D-100 Yolu (Harem-Kocaeli İl Sınırı)	2*2 / 2*3 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
11	Çetin Emeç Bulvarı (Kartalköy Sahil Yolu)	1*4 Tek Yön	50	50	70	60
12	Bağdat Caddesi (Bostancı İDO-Fenerbahçe Kavşağı Arası(Kavşak Dahil Değil))	1*3 Tek Yön	50	50	70	50
13	Fenerbahçe Kavşağı Arası(Kavşak Dahil Değil)-Ahmet Mithat Efendi Caddesi-Operatör Cemil Topuzlu Caddesi-Caddesi	1*3 Bölünmüş Yol	70	50	70	50
14	Büyükyalı Caddesi(Turgut Özal Bulvarı-D-100 Arası)(Maltepe)	2*2 Bölünmüş Yol	70	50	70	60
15	D-100 Büyükbakkalköy - Samandıra Yolu(Maltepe)	2*2 Bölünmüş Yol	70	50	70	60
16	Büyükyalı Kavşağı-Süreyyapaşa Başbüyük Yolu(Bağlantı Yolu)	2*2 Bölünmüş Yol	70	50	70	60
17	Tuzla İstanbulpark Bulvarı (FORMULA BAĞLANTI YOLU)	2*2 / 2*3 Bölünmüş Yol	80	50	80	70
18	E-80 Kuzey Yanyol Alpnekin Caddesi-Ümraniye	1*2 Bölünmüş Yol	70	50	70	60
19	E-80 Kurtköy Bağlantı Yolu(Kurtköy-Pendik Bağlantı Yolu)	2*2 / 2*3 Bölünmüş Yol	90	80	90	70



Şekil F.1 (devam) : İstanbul geneli bazı yol kesimlerindeki hız limitleri değişikliğine ait UKOME kararı (2015/8-1).

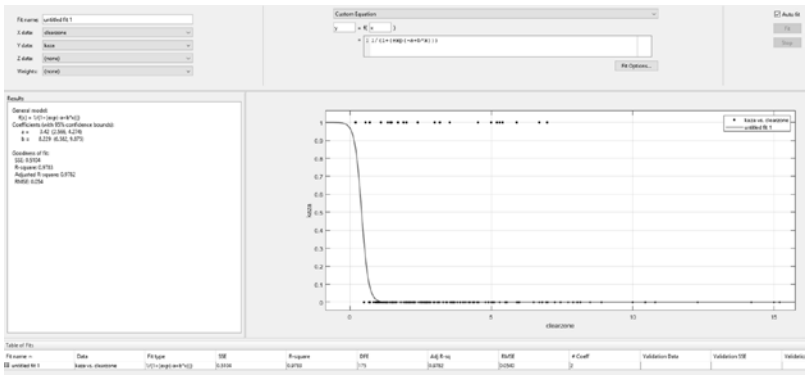
S.NO	YOLUN ADI	ŞERİT SAYISI	MEVCUT HIZ (KM/SAAT)		ÖNERİ AZAMİ HIZ (KM/SAAT)	
			otomobiller için	diğer araçlar (kamyon, kamyonet, otobüs, minibüs)	otomobiller için	diğer araçlar (kamyon, kamyonet, otobüs, minibüs)
20	Anadolu Yakası Sahil Yolu (Bostancı-Tuzla Arası)(Turgut Özal Bulvarı-Çeltik Emeç Bulvarı-Pendik Sahil Yolu-Sahil Bulvarı))*	2*2 / 2*3 Bölünmüş Yol	70	50	70	60
21	Polenezköy Köprülü Kavşağı - Riva Bağlantı Yolu(Polonez Caddesi-Elmalı Yolu-Riva Yolu)*	2*1 Bölünmemiş Yol	70	50	70	60
22	E-80 Güney Yanyol Turgut Özal Bulvarı-Ataşehir	1*2 Bölünmüş Yol	70	50	70	60
23	E-80 Polenezköy Bağlantı Yolu-Elmalı Yolu(1,5 km)	2 x 2 Bölünmüş yol	60	40	80	70
24	Kavacık Köprülü Kavşağı-Göksu Yolu(1,6 km)	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	60
25	D-100 Tuzla İçmeler Köprülü Kavşağı Aydınlı Yolu Cad - Demokrasi Cad (8,7 km)	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	60
26	O-3 Bağlantı Yolu (Vatan Caddesi Mahmutbey doğu kavşağı arası)	2 x 3 Bölünmüş yol	80	50	80	70
27	D-100 Yolu (Barbaros Köprülü Kavşağı- Tekirdağ İl sınırı)	2 x 2 / 2 x 3 Bölünmüş yol	80	50	80	70
28	D-100 Yolu:31+500 km-42+000 km ler Arası (Selimiye Otoyol Kavşağı- Kumburgaz Otoyol Kavşağı)	2 x 2 Bölünmüş yol	80	50	70	50
29	020-06 K.K. Nolu Saray-Çatalca Yolu	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	90	70
30	Hasdal Kavşağı-Kemerburgaz Yolu-Hasdal Yaseören Otoyolu	2 x 2 / 2 x 3 Bölünmüş yol	50	50	90	70
31	Selimiı Bulvarı-Cendere Yolu-Kemerburgaz Cad.	2 x 2 / 2 x 3 Bölünmüş yol	50	50	80	70
32	Cendere Cad.-Irmahor cad.-Kumbarhane cad. Boyu	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	60
33	020-06 K.K. Nolu Saray-Çatalca Yolu	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	90	70
34	O-3 TEM Ayrımı-Basın Ekspress Yolu(Mahmutbey Batı Kavşağı-Atatürk Havaalanı Kavşağı arası)	2 x 2 / 2 x 3 Bölünmüş yol	90	50	90	70
35	Kuraş TEM Bağlantı yolu	2 x 2 Bölünmüş yol	70	50	70	60
36	Otogar Bağlantı Yolu (Metris kavşağı - eserler köprülü kavşağı arası)	2 x 2 Bölünmüş yol	80	50	80	70
37	U-2 Bağlantı yolu (Hasdal- Otoyol Bağlantı yolu)	2 x 2 Bölünmüş yol	80	50	80	70
38	Avcılar - Haramidere (E5 TEM bağlantı yolu)	2 x 2 /2 x 3 Bölünmüş yol	80	50	80	70
39	Avrupa yakası Sahil yolu (Yeşilköy cd. (Bakırköy)- Kazımdirik Cd. Eski Havalimanı cd- Rauf Orbay cd. -Kennedy cd.)	2 x 2 Bölünmüş yol	70	50	70	60
40	Avrupa yakası sahil yolu (Sefaköy Cd.-Rıdgıp Gümüşpala Cd.-Silahtarağa Cd. Boyu koridor)	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	60
41	Askeri Havalimanı - Sivil Havalimanı Arası (Atatürk Havalimanı cd.)	2 x 3 Bölünmüş yol	70	50	80	70
42	D-100 Zeytinburnu ile Güngören Bağlantı Yolu - Ekrem Kurt Bulvarı Arası (Ekrem Kurt Bulvarı)	2 x 3 Bölünmüş yol	70	50	70	60
43	Topkapı - Yedikule Arası (15. yıl caddesi)	2 x 2 Bölünmüş yol	70	50	70	60

Şekil F.1 (devam) : İstanbul geneli bazı yol kesimlerindeki hız limitleri değişikliğine ait UKOME kararı (2015/8-1).

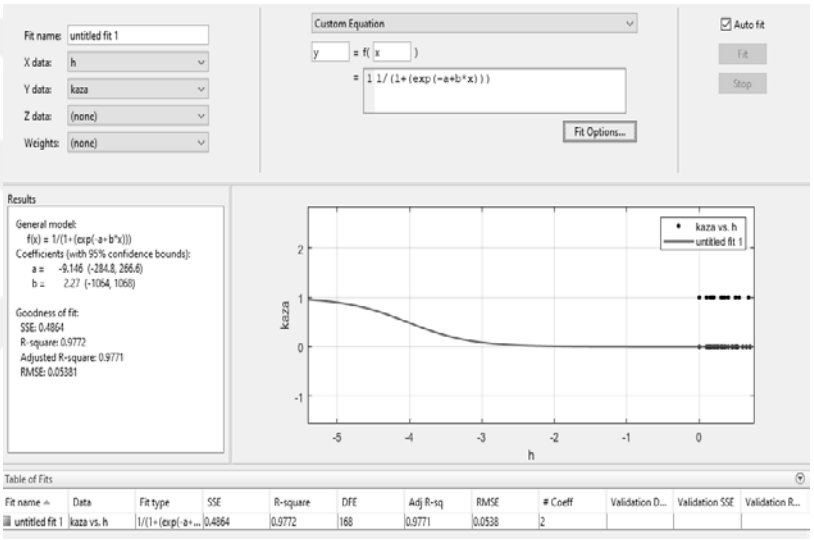
S.NO	YOLUN ADI	ŞERİT SAYISI	MEVCUT HIZ (KM/SAAT)		ÖNERİ AZAMİ HIZ (KM/SAAT)	
			otomobiller için	diğer araçlar (kamyon, kamyonet, otobüs, minibüs)	otomobiller için	diğer araçlar (kamyon, kamyonet, otobüs, minibüs)
44	Bağcılar - Taşocağı Arası (Halkalı caddesi- Taşocağı yolu)	2 x 2 Bölünmüş yol	70	50	70	60
45	Bomonti- Dolmabahçe Tüneli	2 x 2 tünel	70	50	70	60
46	Kağıthane -Bomonti tüneli	2 x 2 tünel	70	50	70	60
47	Sarıyer-Çayırbaşı Karayolu Tüneli	2 x 2 tünel	70	50	70	60
48	Mahmutbey Kavşağı (İSTOÇ) Sultangazi ilçesi Bağlantı Yolu Mahmutbey yolu	2 x 2 Bölünmüş yol	80	50	80	70
49	Arnavutköy - Habibler yolu	2 x 3 Bölünmüş yol	80	50	80	70
50	Büyükdere Caddesi (Darüşşafaka-hacıosman kavşağı arası)	2 x 2 /2 x 3 Bölünmüş yol	70	50	70	60
51	Hacıosman bayırı caddesi (geçiş-sürüyeri)	2 x 2 Bölünmüş yol	70	50	70	60
52	Çayırbaşı caddesi-demokrasi şehitleri Caddesi (İstinye-Sarıyer)	2 x 2 Bölünmüş yol	70	50	70	60
53	İpek yolu caddesi (Eşrefler)	2 x 2 Bölünmüş yol	80	50	80	70
54	Olimpiyat Bulvarı(Başakşehir)	2 x 2 Bölünmüş yol	70	50	70	60
55	Harmandere Arıburnu Yolu	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	80	70
56	Tekstilkent- batışehir istoç duble yol	3 x 3 Bölünmüş yol	50	50	80	70
57	Bolluca- İhsaniye yolu	3 x 3 Bölünmüş yol	50	50	80	70
58	Başakşehir Hürriyet Bulvarı (Göçmen konutları- Fatih Terim Stadı- Arnavutköy duble yol Arası)	2 x 2 /2 x 3 Bölünmüş yol	50	50	80	70
59	Yenitoren-Hadımköy- Büyükçekmece Yolu	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	80	70
60	Büyükdere cd. (Darüşşafaka cd. - Barboros Bulvarı Arası)	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	60
61	İstinye bayırı caddesi	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	60
62	4. Levent- TEM Bağlantı yolu	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	80	70
63	Barboros bulvarı	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	80	70
64	Metris- sultançiftliği mahallesi arası duble yol	2 x 2 Bölünmüş yol	80	50	80	70
65	Bunlupınar caddesi- Sevitlihöğ ik. Arası	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	60
66	Tarabya Tüneli	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	50
67	Yavuz Diker Tüneli	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	50
68	Halid Ulukurt Tüneli	2 x 2 Bölünmüş yol	50	50	70	50

Şekil F.1 (devam) : İstanbul geneli bazı yol kesimlerindeki hız limitleri değişikliğine ait UKOME kararı (2015/8-1).

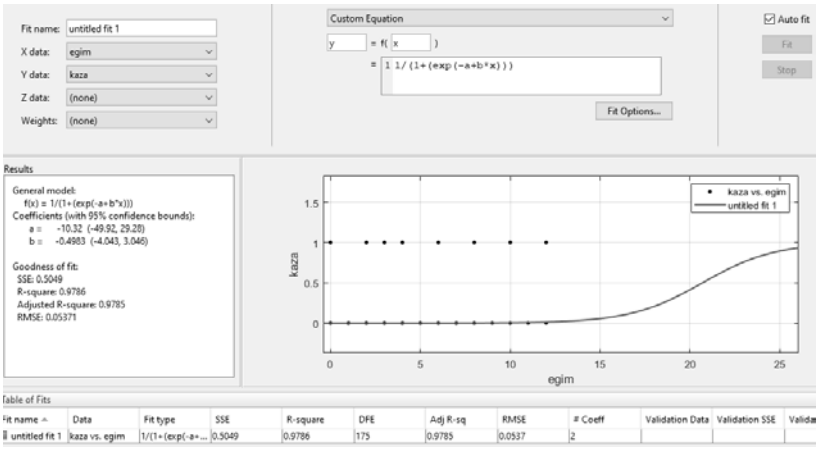
EK G : MATLAB (2017b), Risk Parametreleriyle Yaşanan Kazalar Arasındaki İlişkiye Ait Lojistik Regresyon Risk Eğrileri



Şekil G.1 : MATLAB (2017b), yol kenarı engelsiz bölge genişliği ile yaşanan kazalar arasındaki ilişkiye ait lojistik regresyon risk eğrisi.



Şekil G.2 : MATLAB (2017b), tesisin yol kırmızı kotuna göre yüksekliği ile yaşanan kazalar arasındaki ilişkiye ait lojistik regresyon risk eğrisi.



Şekil G.3 : MATLAB (2017b), taşı yolunun eğimi ile yaşanan kazalar arasındaki ilişkiye ait lojistik regresyon risk eğrisi.

EK H : Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 Çelik Numune, ISO 6892-1:2016 Deney Raporu



Rapor no: C01-1805-001 Rapor Tarihi: 21.05.2018 Sayfa No: 1 / 6

SU|IMC **SABANCI ÜNİVERSİTESİ TÜMLEŞTİRİLMİŞ ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ**

İstanbul Teknoloji Geliştirme Bölgesi, Teknopark Bulvarı, No:1
34906 Pendik /İSTANBUL

Deney Raporu
Test Report

Müşterinin adı /adresi *Customer name / address*	İGDAŞ / Mustafa YURDABAL Kazım Karabekir Cad. No :4 Alibeyköy EYÜP/İSTANBUL
İstek numarası *Order no*	No
Numunenin adı ve tarifi *Name and identity of test item*	ST 44/Çelik Numune/Köpek Kemiği Numuneleri
Numunenin kabul tarihi *The date of receipt of test item*	08/05/2018
Açıklamalar *Remarks*	xxxxxxxxx
Deneyin yapıldığı tarih *Date of Test*	11/05/2018
Raporun sayfa sayısı *Number of pages of the report*	Altı (6)

Mühür/Kaşe Seal	**Tarih** Date	**Deney Sorumlusu** *Person in charge of test*	**Laboratuvar Sorumlusu** *Laboratory Responsible*	**Onaylayan** *Approval*
Mühür	**21/05/2019**	imza	imza	imza
		Gökhan İNAN **Deney Personeli**	**Gökhan İNAN** **Laboratuvar Lideri**	**Murat BÜYÜK** **Laboratuvar Koordinatörü**

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
***This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory.* Testing reports without signature are not valid.**

TR-M02PR08FR02-2 Yürürlülük Tarihi:09.02.2018 Rev. No:2 Rev. Tarihi:28.03.2018

Şekil H.1 : Otokorkuluk Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 numune, ISO 6892-1:2016 deney sonuç raporu.

SU|IMC

1. **DENEY ADI**
   ISO 6892-1:2016 **Metallic materials — Tensile testing** Part 1: Method of test at room temperature
2. **NUMUNE BİLGİSİ**
   ST 44 Çelik Malzeme
3. **DENEYDE KULLANILAN CİHAZLAR**
   Devices used in test

   Cihaz-1 Adı: 250 KN Servo Hidrolik Test Cihazı /8803MTB11738
   Üretici: INSTRON
   Model:8803
   Son kalibrasyon tarihi/ kurum: 01/18 INSTRON
   Cihaz-2 Adı: Video Ekstansometre/AVE16062801
   Model: 3663-901
   Son kalibrasyon tarihi/kurum:09/2017 INSTRON

4. **DENEY YÖNTEMİ ve PROSEDÜRÜ**
   Test Method and Procedure

   ISO 6892-1:2016 **Metallic materials — Tensile testing** Part 1: Method of test at room temperature

5. **ORTAM ŞARTLARI**
   Environmental Conditions

   23 ° C ± 5 ° C derecede test gerçekleştirilmiştir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. **Testing reports without signature are not valid**

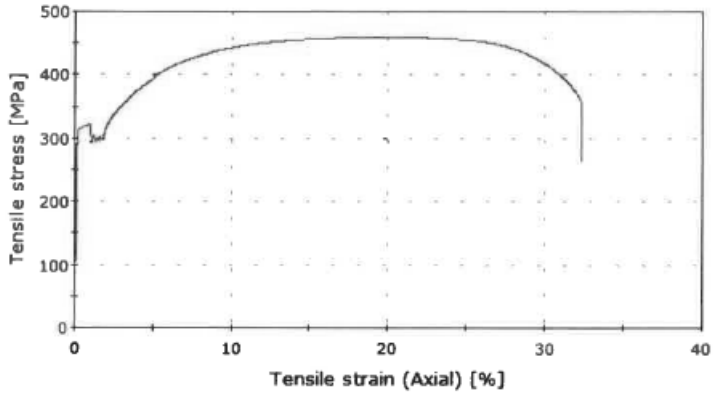
Şekil H.1 (devam) : Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 numune, ISO 6892-1:2016 deney sonuç raporu**.**

SU|IMC

Rapor no: C01-1805-001 Rapor Tarihi: 21.05.2018 Sayfa No: 3 / 6

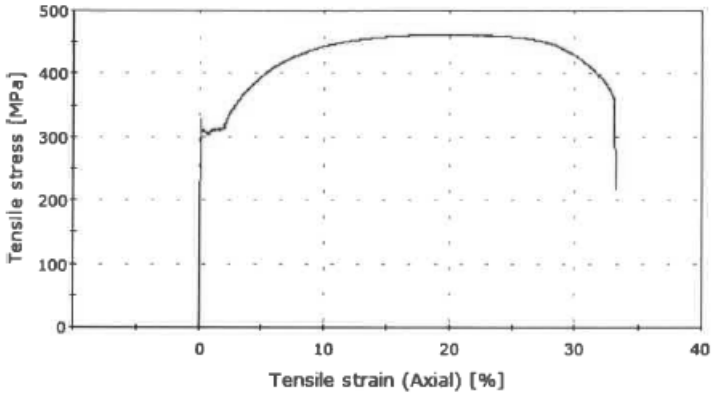
6. DENEY SONUÇLARI
Test Results

1 Numaralı Numune



Grafik 1

2 Numaralı Numune



Grafik 2

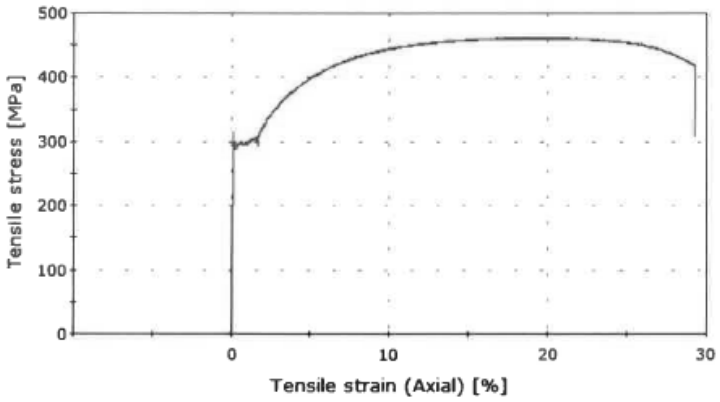
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. **Testing reports without signature are not valid**

Şekil H.1 (devam) : Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 numune, ISO 6892-1:2016 deney sonuç raporu.

SU|IMC

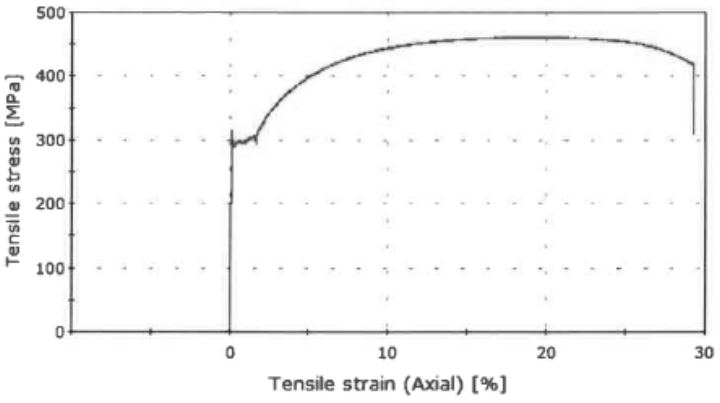
Rapor no: C01-1805-001 Rapor Tarihi: 21.05.2018 Sayfa No: 4 / 6

3 Numaralı Numune



Grafik 3

4 Numaralı Numune



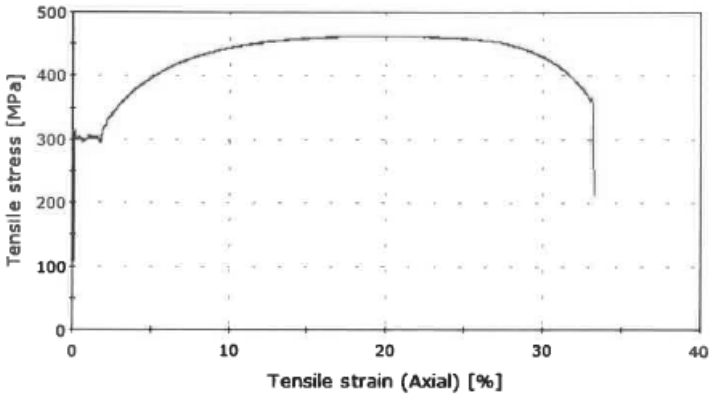
Grafik 4

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Testing reports without signature are not valid

Şekil H.1 (devam) : Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 numune, ISO 6892-1:2016 deney sonuç raporu.

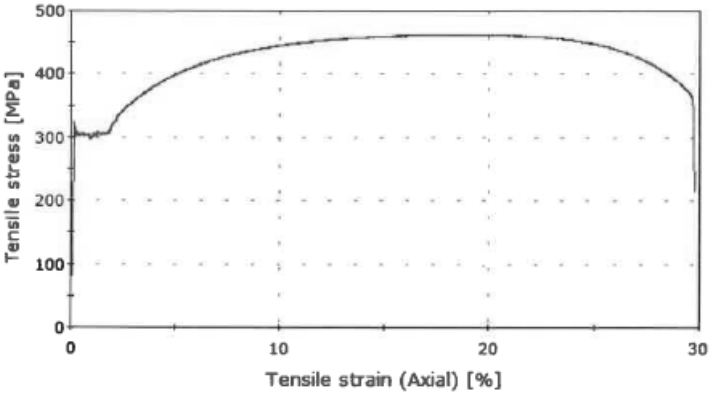
SU|IMC

5 Numaralı Numune



Grafik 5

6 Numaralı Numune



Grafik 6

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
***This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory.* Testing reports without signature are not valid**

Şekil H.1 (devam) : Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 numune, ISO 6892-1:2016 deney sonuç raporu.

SU|IMC

Sonuç Tablosu

Numune Adı	Kalınlık	Genişlik	İlk Boy Axial	İlk Boy Transverse	E (Gpa)	Reh (Mpa)	Rm (Mpa)	Agt (%)	A (%)	Poisson Ratio
ST 44 -1	4,00	12,50	49,800	9,327	222	321	459	19,7	32,4	-
ST 44 -2	3,99	12,60	49,960	9,570	215	329	462	21,1	33,2	0,3
ST 44 -3	3,99	12,62	50,060	9,555	222	314	461	19,2	31,7	0,4
ST 44 -4	3,99	12,54	49,983	9,446	216	314	462	19,7	29,3	0,2
ST 44 -5	3,99	12,60	49,855	9,384	223	315	462	19,5	33,3	0,3
ST 44 -6	3,98	12,62	49,929	9,337	212	325	462	19,2	29,8	0,4
Ortalama	3,99	12,58	49,931	9,437	218	320	461	19,7	31,6	0,3
Standart Sapma	0,01	0,05	0,09	0,11	4,59	6,38	1,21	0,71	1,71	0,08

7. GÖRÜŞLER VE AÇIKLAMALAR

Comments and Remarks

Deney sonuçları sadece deneyi yapılan İGDAŞ ST-44 numunelerine aittir.

1. Test Hızları Reh değeri alınıncaya kadar 6 Mpa/sn, Reh değeri alındıktan sonra ve akma bölgesi bitimine kadar 0,0002 1/ sn, akma bölgesinin bitiminden testin sonuna kadar 0,001 1/sn olarak kullanılmıştır.
2. 1. numuneye ait poisson ratio transverse gerinim değeri düzgün okunamadığı için hesaplanamamıştır, ortalama değer ve standart sapma değerlerinin içerisine de dahil edilememiştir. Poisson ratio hesaplanırken Reh değerinin 0,8 ve 0,2 katları kullanılmış ve grafik üzerindeki lineer bölge üzerinde hesaplama yapılmıştır.
3. Modulus değerleri % 0,01 ve % 0,1 gerinim değerlerine karşılık gelen gerilim değerleri kullanılarak hesaplanmış ve grafik üzerindeki lineer bölge kullanılmıştır.

***

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. **Testing reports without signature are not valid**

Şekil H.1 (devam) : Sabancı Üniversitesi Tümleştirilmiş Üretim Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi, ST44 numune, ISO 6892-1:2016 deney sonuç raporu.

EK I : KOSGEB Çelik Numune Kimyasal Analiz Raporu

KOSGEB

İSTANBUL ANADOLU YAKASI MÜDÜRLÜĞÜ

METAL LABORATUARI

KİMYASAL ANALİZ RAPORU

İSTEM TARİHİ	İSTEM NO	RAPOR TARİHİ	RAPOR NO
01.06.2018	1114	07.06.2018	1264

İŞLETME BİLGİLERİ	İGDAŞ-İST. GAZ DAĞ.SAN. VE TİC.A.Ş. Kazım Karabekir Cd. No:4 Alibeyköy EYÜP / İSTANBUL

NUMUNE (İşletme Beyanı)	No: 1	Ad: BARİYER NUMUNESİ

ANALİZ SONUÇLARI

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
Karbon (C)	0,21000	Silisyum (Si)	0,26750	Mangan (Mn)	0,44620
Fosfor (P)	0,01400	Kükürt (S)	0,02500	Krom (Cr)	0,02320
Molibden (Mo)	0,00170	Nikel (Ni)	0,04090	Alüminyum (Al)	0,05200
Kobalt (Co)	0,03040	Bakır (Cu)	0,01050	Niobyum (Nb)	0,00180
Titanyum (Ti)	0,00140	Vanadyum (V)	0,00730	Tungsten (W)	0,00010
Kurşun (Pb)	0,00130	Kalay (Sn)	0,00080	Antimon (Sb)	0,00010
		Demir (Fe)	Kalan		

ANALİZ TARİHİ	ANALİZİ YAPAN	ONAY
07.06.2018		Seçkin KALENDER Lab. Sorumlusu Kimya Mühendisi

AÇIKLAMALAR:

1- ANALİZ, ARL 3460 OPTİK EMİSYON SPEKTROMETRE CİHAZINDA YAPILMIŞTIR.

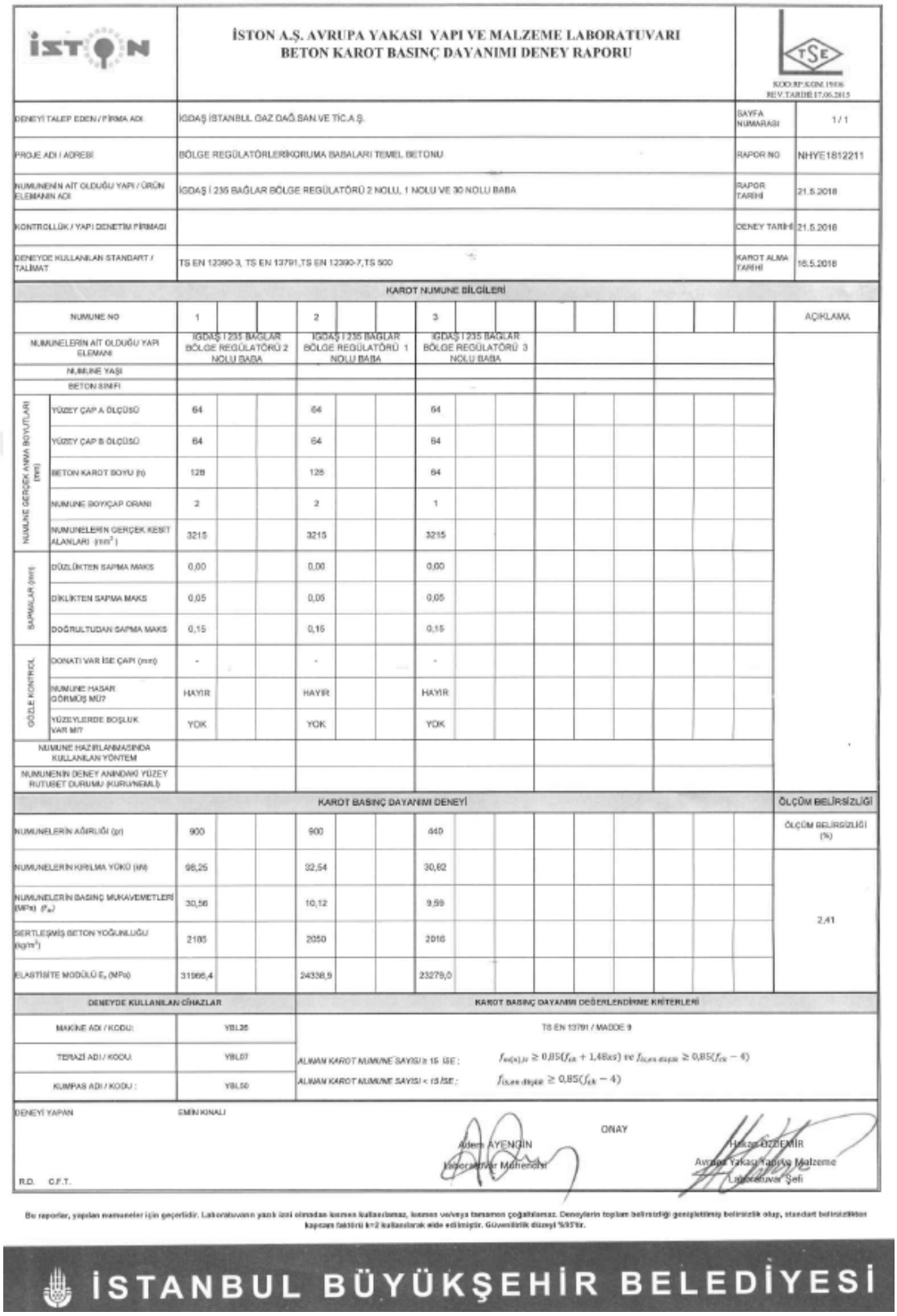
2- DENEY SONUÇLARI NUMUNE ALMA İŞLEMİ MÜŞTERİ TARAFINDAN GERÇEKLEŞTİRİLEN YUKARIDA TANIMLANAN NUMUNEYE AİTTİR.

3- BİR SAYFA OLARAK DÜZENLENEN BU RAPOR BİR BÜTÜN OLARAK ÇOĞALTILABİLİR, ANCAK KISMEN KOPYA EDİLEMEZ.

İMES SANAYİ SİTESİ C BLOK 308. SOKAK NO:46 Y.DUDULLU/İSTANBUL
Tel:216 528 21 00,Faks:216 528 21 22, istanbulanadolu@kosgeb.gov.tr

Şekil I.1 : KOSGEB çelik numune kimyasal analiz raporu.

EK J : İSTON Beton Karot Numunesi Basınç Deney Raporu



İSTON A.Ş. AVRUPA YAKASI YAPI VE MALZEME LABORATUVARI
BETON KAROT BASINÇ DAYANIMI DENEY RAPORU

KOD:RP.KGNL.19/06 REV.TARİHİ:17.06.2015

DENEYİ TALEP EDEN / FİRMA ADI	İGDAŞ İSTANBUL GAZ DAĞ.SAN.VE TİC.A.Ş.	SAYFA NUMARASI	1 / 1
PROJE ADI / ADRESİ	BÖLGE REGÜLATÖRLERİKORUMA BABALARI TEMEL BETONU	RAPOR NO	NHYE1812211
NUMUNENİN AİT OLDUĞU YAPI / ÜRÜN ELEMANIN ADI	İGDAŞ İ 235 BAĞLAR BÖLGE REGÜLATÖRÜ 2 NOLU, 1 NOLU VE 30 NOLU BABA	RAPOR TARİHİ	21.5.2018
KONTROLLÜK / YAPI DENETİM FİRMASI		DENEY TARİHİ	21.5.2018
DENEYDE KULLANILAN STANDART / TALİMAT	TS EN 12390-3, TS EN 13791,TS EN 12390-7,TS 500	KAROT ALMA TARİHİ	16.5.2018

KAROT NUMUNE BİLGİLERİ

		NUMUNE NO	1	2	3	AÇIKLAMA
		NUMUNELERİN AİT OLDUĞU YAPI ELEMANI	İGDAŞ İ 235 BAĞLAR BÖLGE REGÜLATÖRÜ 2 NOLU BABA	İGDAŞ İ 235 BAĞLAR BÖLGE REGÜLATÖRÜ 1 NOLU BABA	İGDAŞ İ 235 BAĞLAR BÖLGE REGÜLATÖRÜ 3 NOLU BABA	
		NUMUNE YAŞI				
		BETON SINIFI				
NUMUNE GERÇEK ANMA BOYUTLARI (mm)		YÜZEY ÇAP A ÖLÇÜSÜ	64	64	64	
		YÜZEY ÇAP B ÖLÇÜSÜ	64	64	64	
		BETON KAROT BOYU (h)	128	128	64	
		NUMUNE BOY/ÇAP ORANI	2	2	1	
		NUMUNELERİN GERÇEK KESİT ALANLARI (mm^2)	3215	3215	3215	
BAPMALAR (mm)		DÜZLÜKTEN SAPMA MAKS	0,00	0,00	0,00	
		DİKLİKTEN SAPMA MAKS	0,05	0,05	0,05	
		DOĞRULTUDAN SAPMA MAKS	0,15	0,15	0,15	
GÖZLE KONTROL		DONATI VAR İSE ÇAPI (mm)	-	-	-	
		NUMUNE HASAR GÖRMÜŞ MÜ?	HAYIR	HAYIR	HAYIR	
		YÜZEYLERDE BOŞLUK VAR MI?	YOK	YOK	YOK	
		NUMUNE HAZIRLANMASINDA KULLANILAN YÖNTEM				
		NUMUNENİN DENEY ANINDAKİ YÜZEY RUTUBET DURUMU (KURU/NEMLİ)				

KAROT BASINÇ DAYANIMI DENEYİ

				ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ
NUMUNELERİN AĞIRLIĞI (gr)	900	900	440	ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ (%)
NUMUNELERİN KIRILMA YÜKÜ (kN)	98,25	32,54	30,62	
NUMUNELERİN BASINÇ MUKAVEMETLERİ (MPa) (f_{ck})	30,56	10,12	9,59	2,41
SERTLEŞMİŞ BETON YOĞUNLUĞU (kg/m^3)	2185	2050	2016	
ELASTİSİTE MODÜLÜ E_c (MPa)	31966,4	24338,9	23279,0	

DENEYDE KULLANILAN CİHAZLAR		KAROT BASINÇ DAYANIMI DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ
MAKİNE ADI / KODU:	YBL35	TS EN 13791 / MADDE 9
TERAZİ ADI / KODU:	YBL07	ALINAN KAROT NUMUNE SAYISI ≥ 15 İSE : $f_{ck(min)} \geq 0{,}85(f_{ck} + 1{,}48\sigma s)$ ve $f_{1,en\ düşük} \geq 0{,}85(f_{ck} - 4)$
KUMPAS ADI / KODU :	YBL50	ALINAN KAROT NUMUNE SAYISI < 15 İSE : $f_{1,en\ düşük} \geq 0{,}85(f_{ck} - 4)$

DENEYİ YAPAN: EMİN KINALI

Adem AYENGİN
İnşaat Yüksek Mühendisi

ONAY

Hakan ÖZDEMİR
Avrupa Yakası Yapı ve Malzeme Laboratuvar Şefi

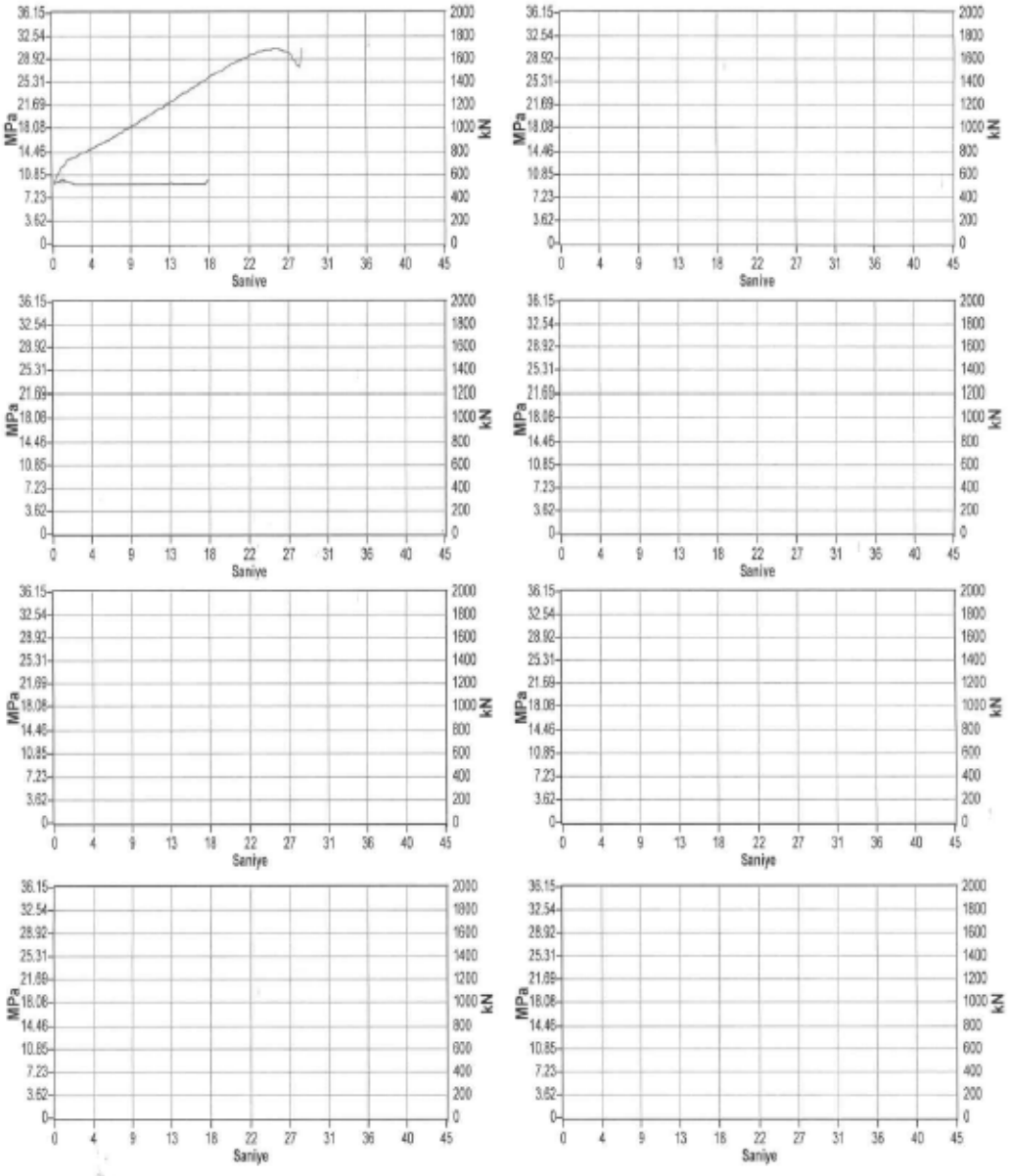
R.D. Ç.F.T.

Bu raporlar, yapılan numuneler için geçerlidir. Laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kullanılamaz, kısmen ve/veya tamamen çoğaltılamaz. Deneylerin toplam belirsizliği genişletilmiş belirsizlik olup, standart belirsizlikten kapsam faktörü k=2 kullanılarak elde edilmiştir. Güvenilirlik düzeyi %95'tir.

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

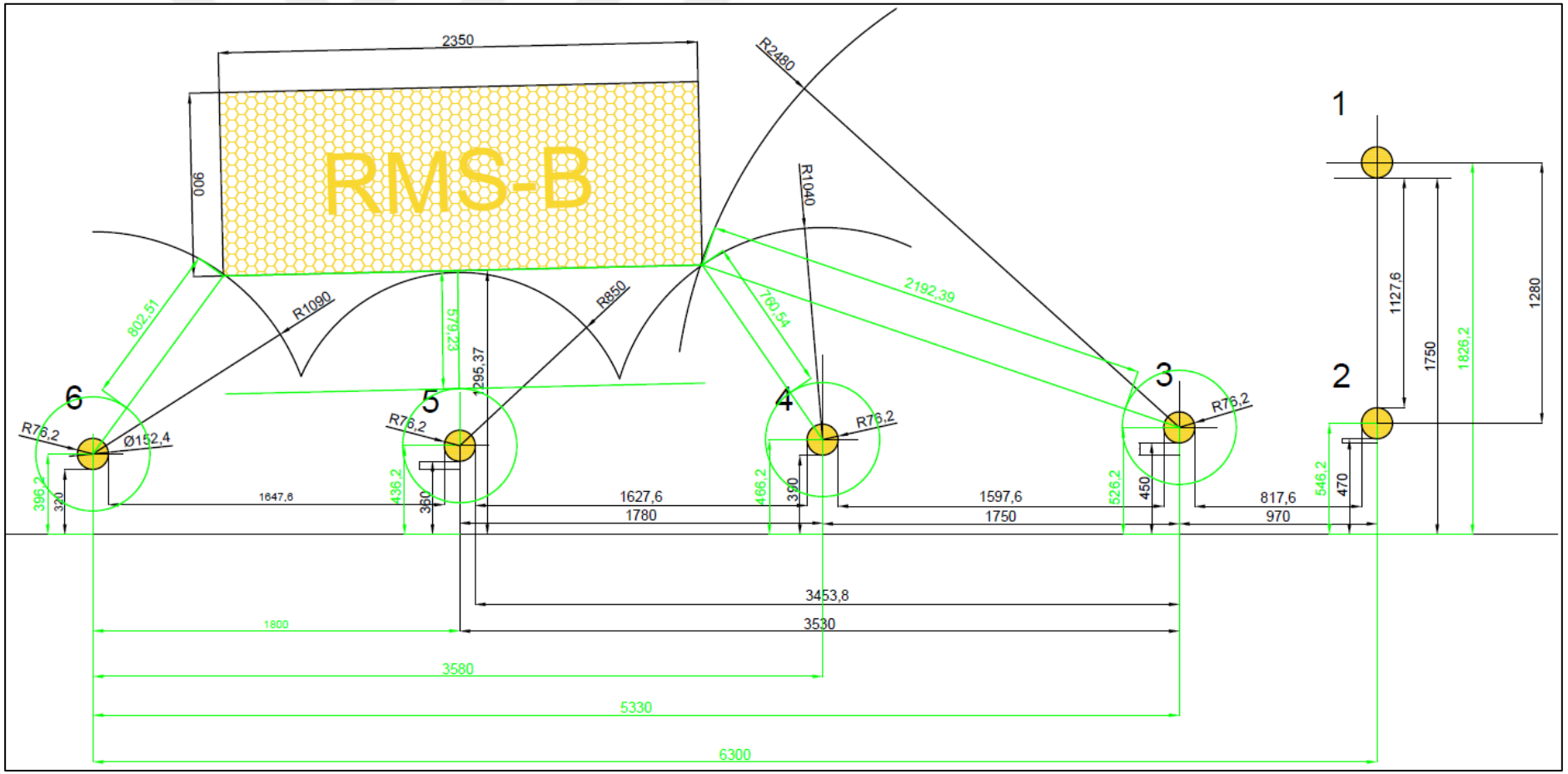
Şekil J.1 : İSTON beton karot numunesi basınç deney raporu.

	BETON BASINÇ DAYANIM TEST RAPORU (EN 12390-3)	Bölüm No DökümanNo Yür. Tarihi Revizyon No Revizyon Tarihi Sayfa No
Yapı Sahibi / Proje Adı		
Müteahhit Firma	İĞDAŞ	
Yapı Adresi	BÖLGE REGÜLETÖRLERİ KORUMA BABALARI TEMEL BETON	
Parsel / Ada / Pafta		
Numuneyi Alan Tek.		
Deneyi Yapan Tek.		



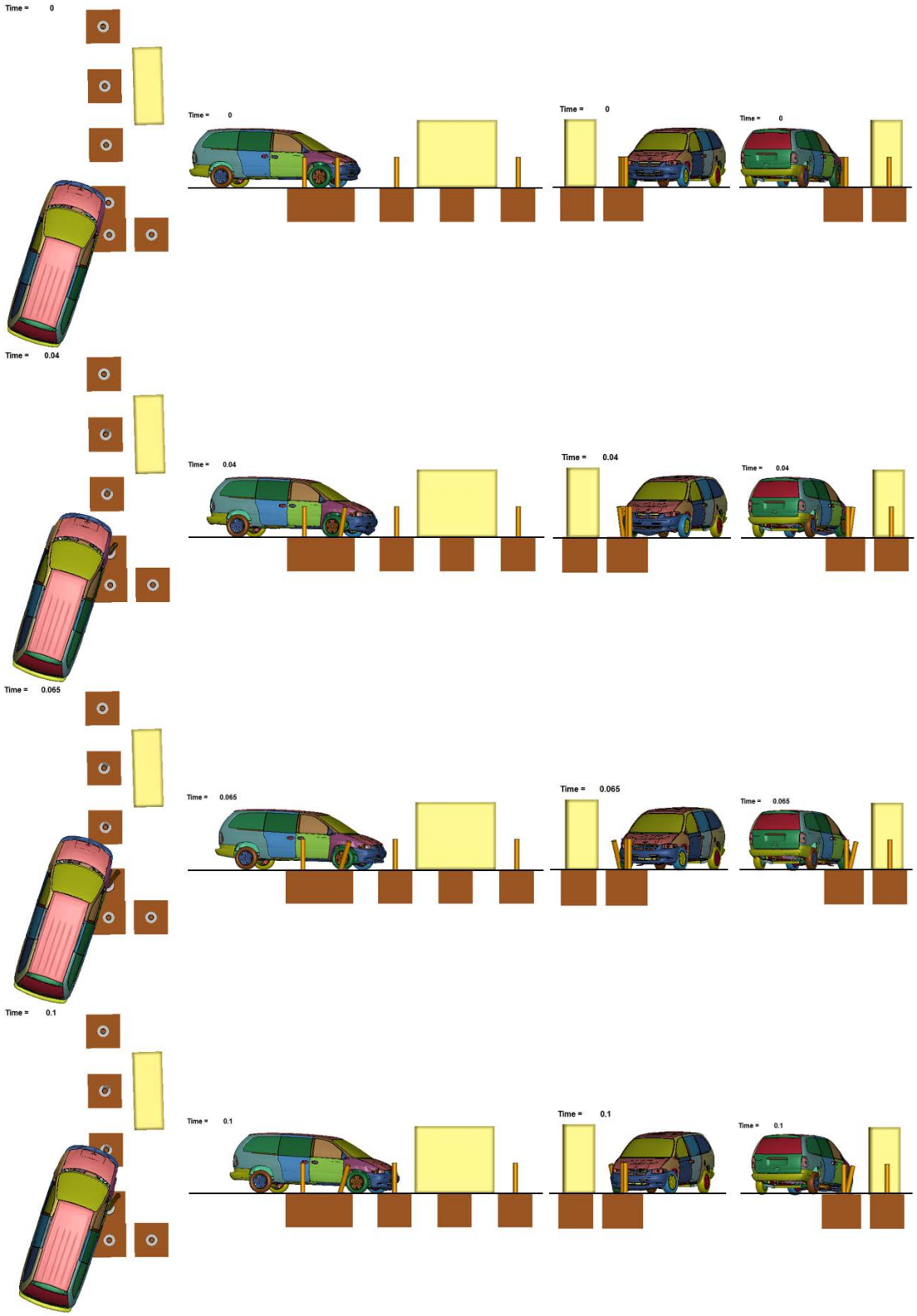
Şekil J.1 (devam) : İSTON beton karot numunesi basınç deney raporu.

EK K : Bölge Reglaj İstasyonu (İ 235) Kaza Mahallinin Ayrıntılı Ölçülendirilmesi

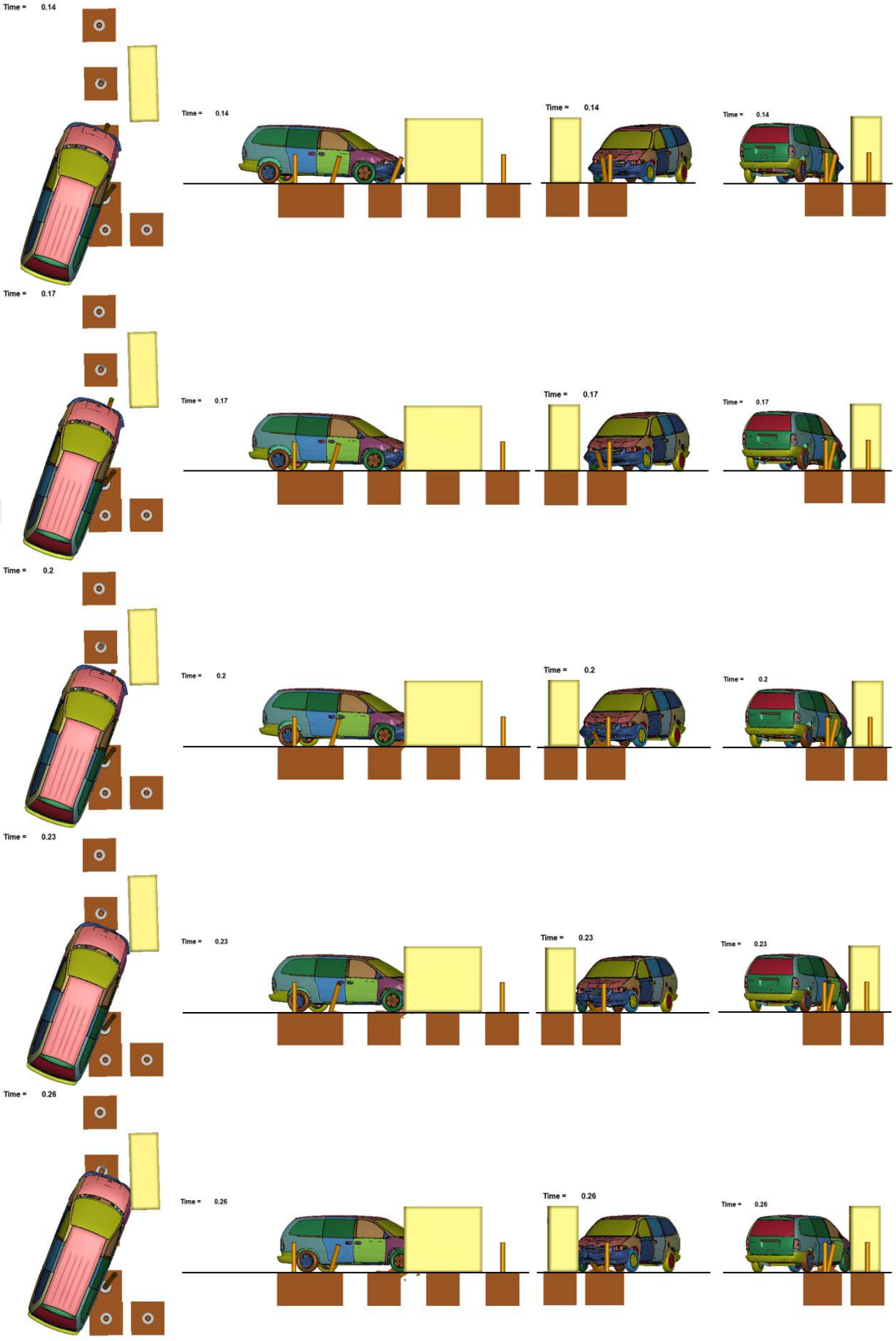


Şekil K.1 : İ 235 bölge reglaj istasyonu kaza mahallinin ayrıntılı ölçülendirilmesi.

EK L : İ 235 Kaza Doğrulaması SEM Çarpma Simülasyonu

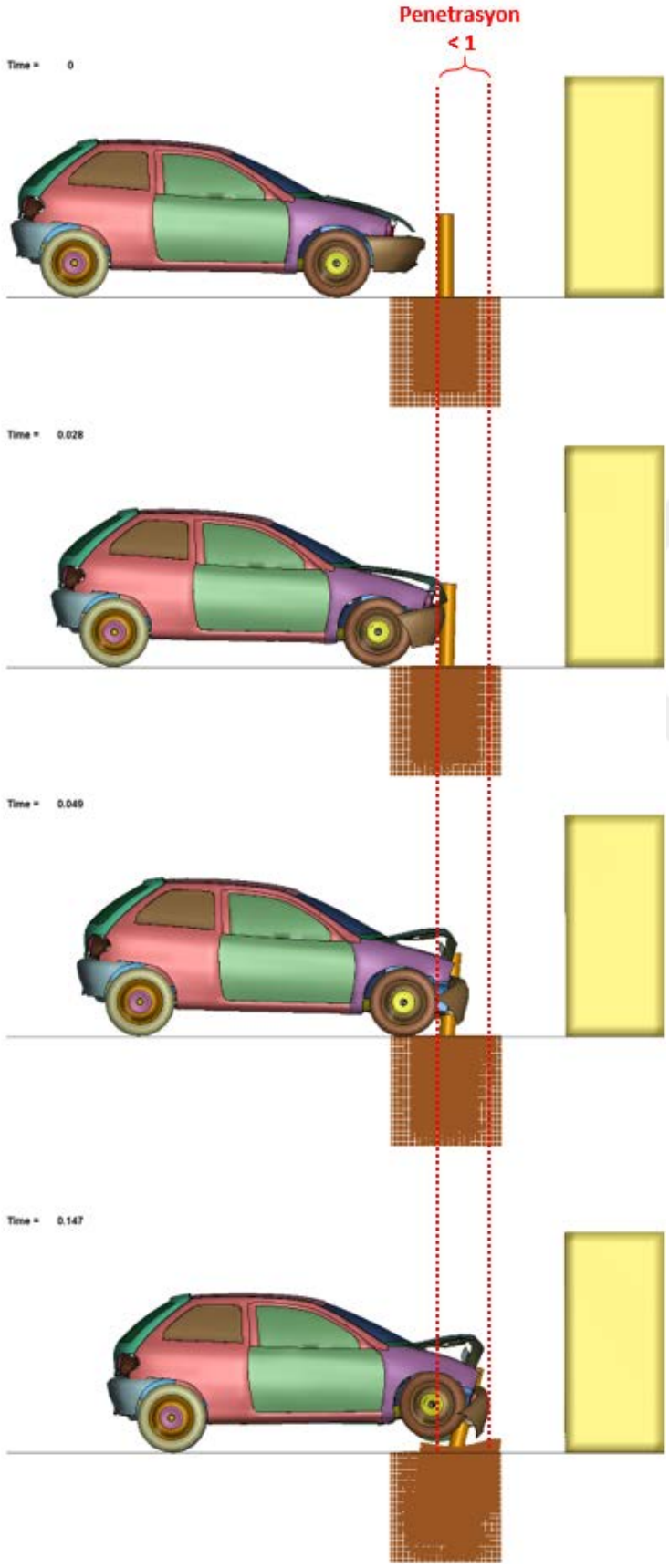


Şekil L.1 : İ 235 kaza doğrulaması SE modeli araç çarpma simülasyonu.

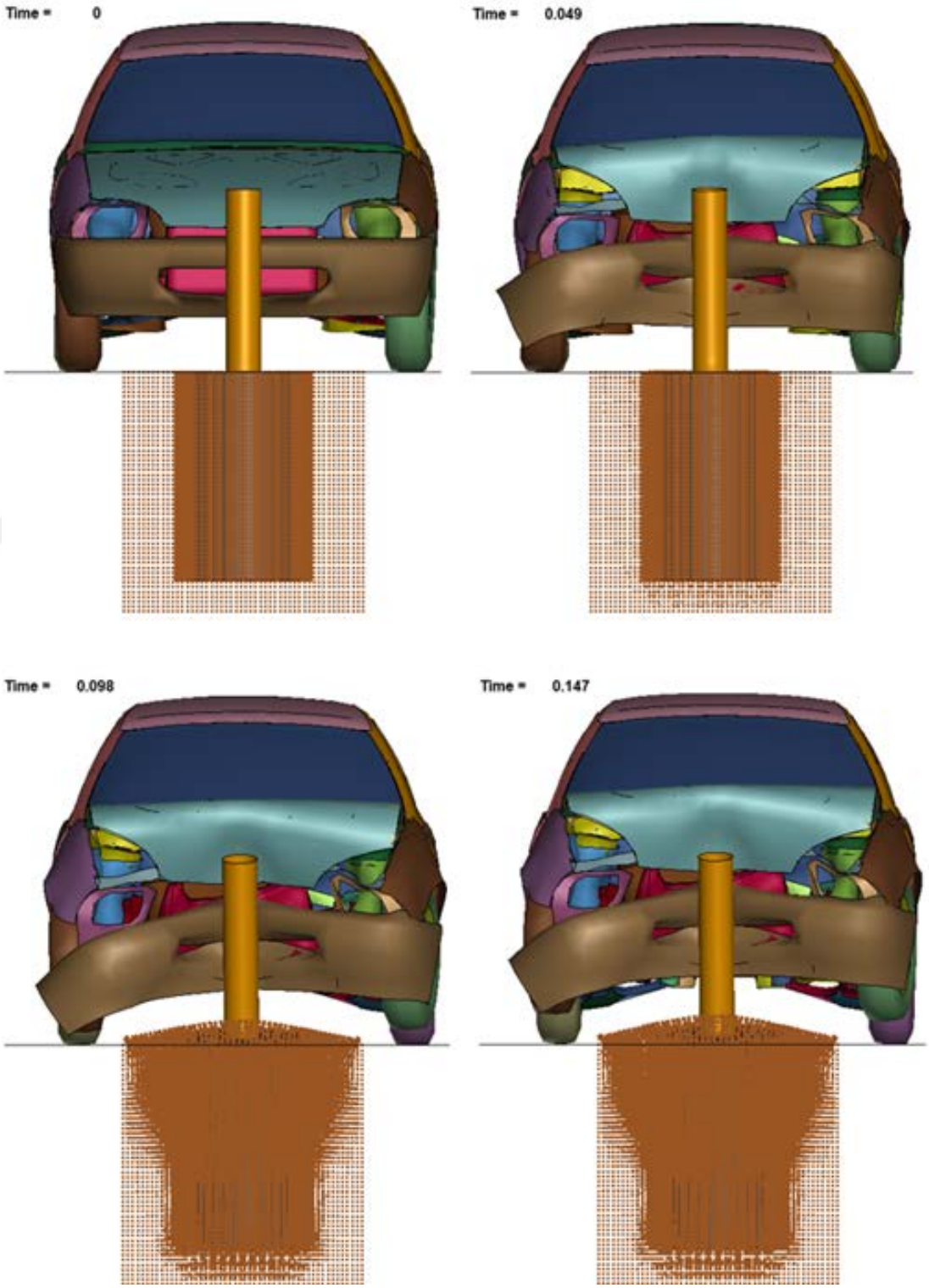


Şekil L.1 (devam) : İ 235 kaza doğrulaması SE modeli araç çarpma simülasyonu.

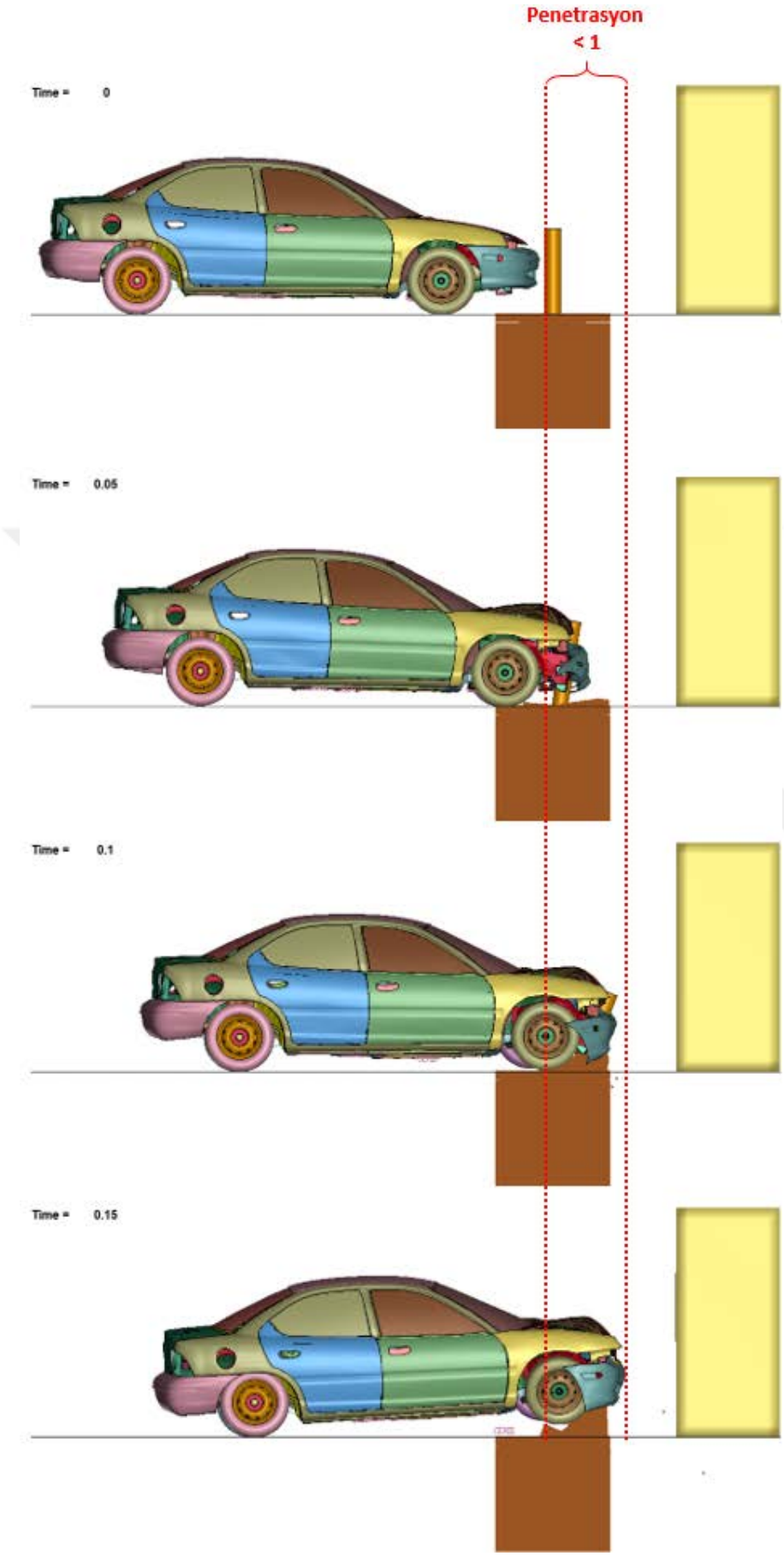
EK M: Mevcut Otokorkuluk Sisteminin Performans Değerlendirmesi İçin Farklı Kütle ve Hıza Sahip Araçların Çarpma Simülasyonları



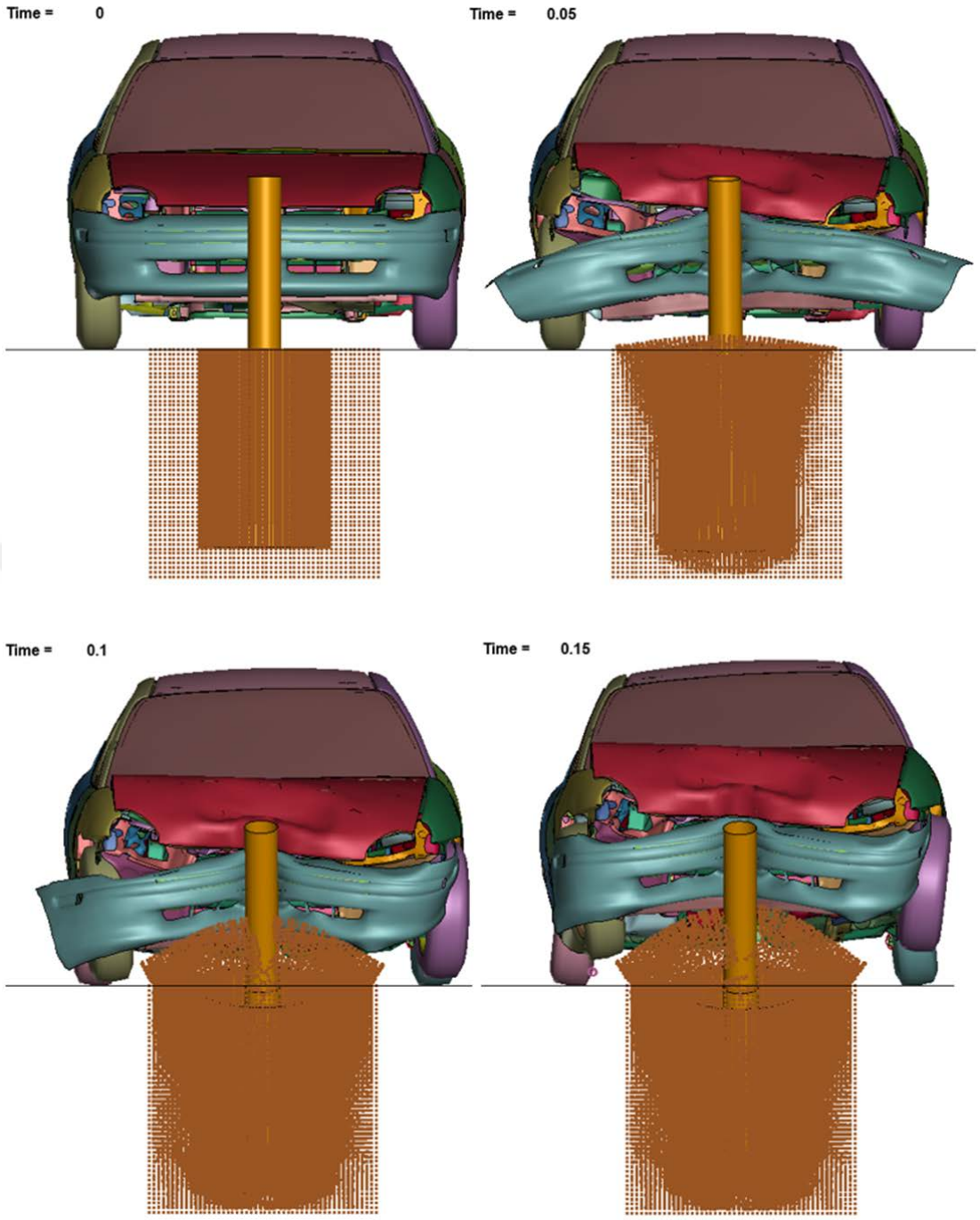
Şekil M.11: 900 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



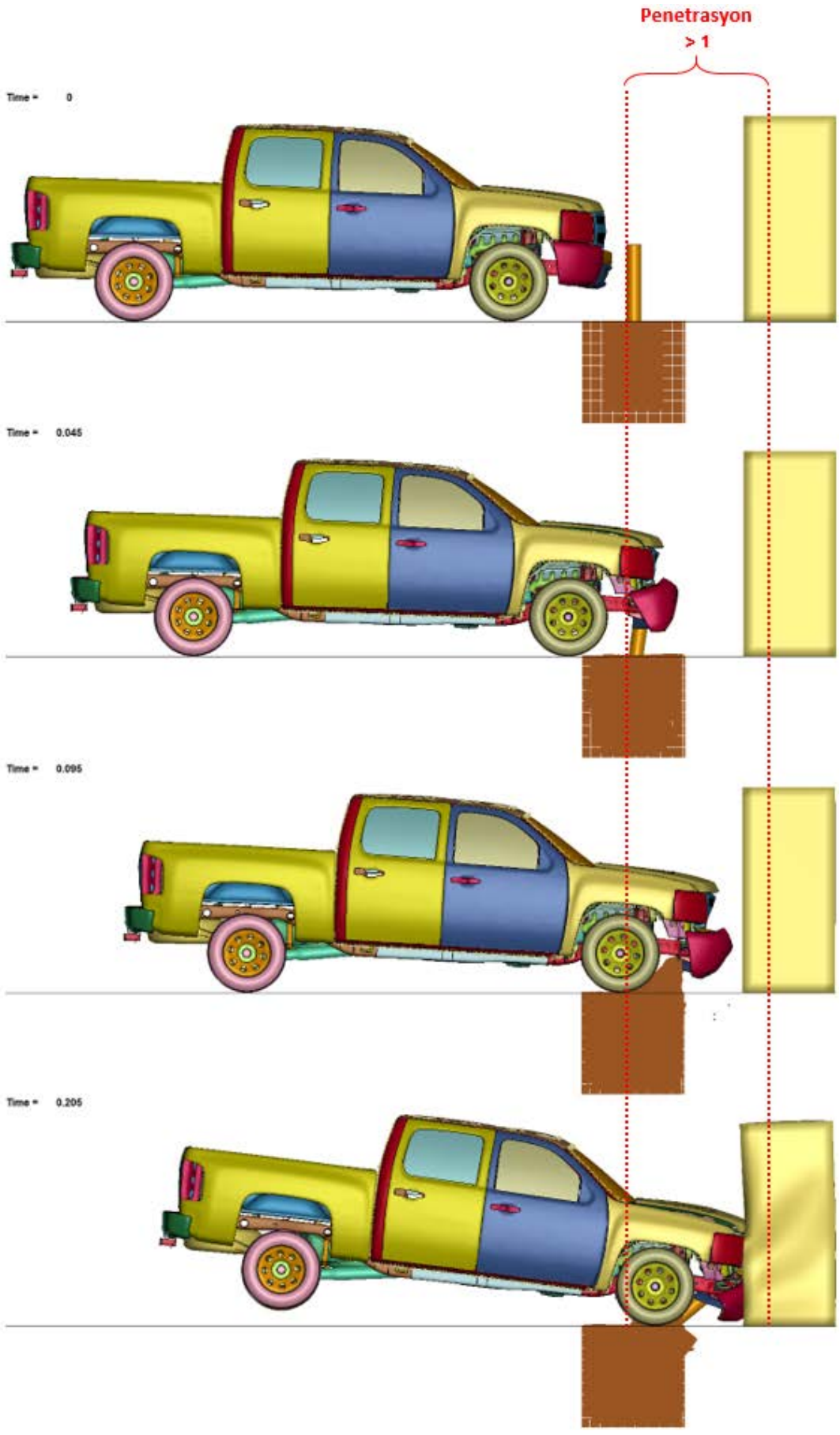
Şekil M.12 : 900 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



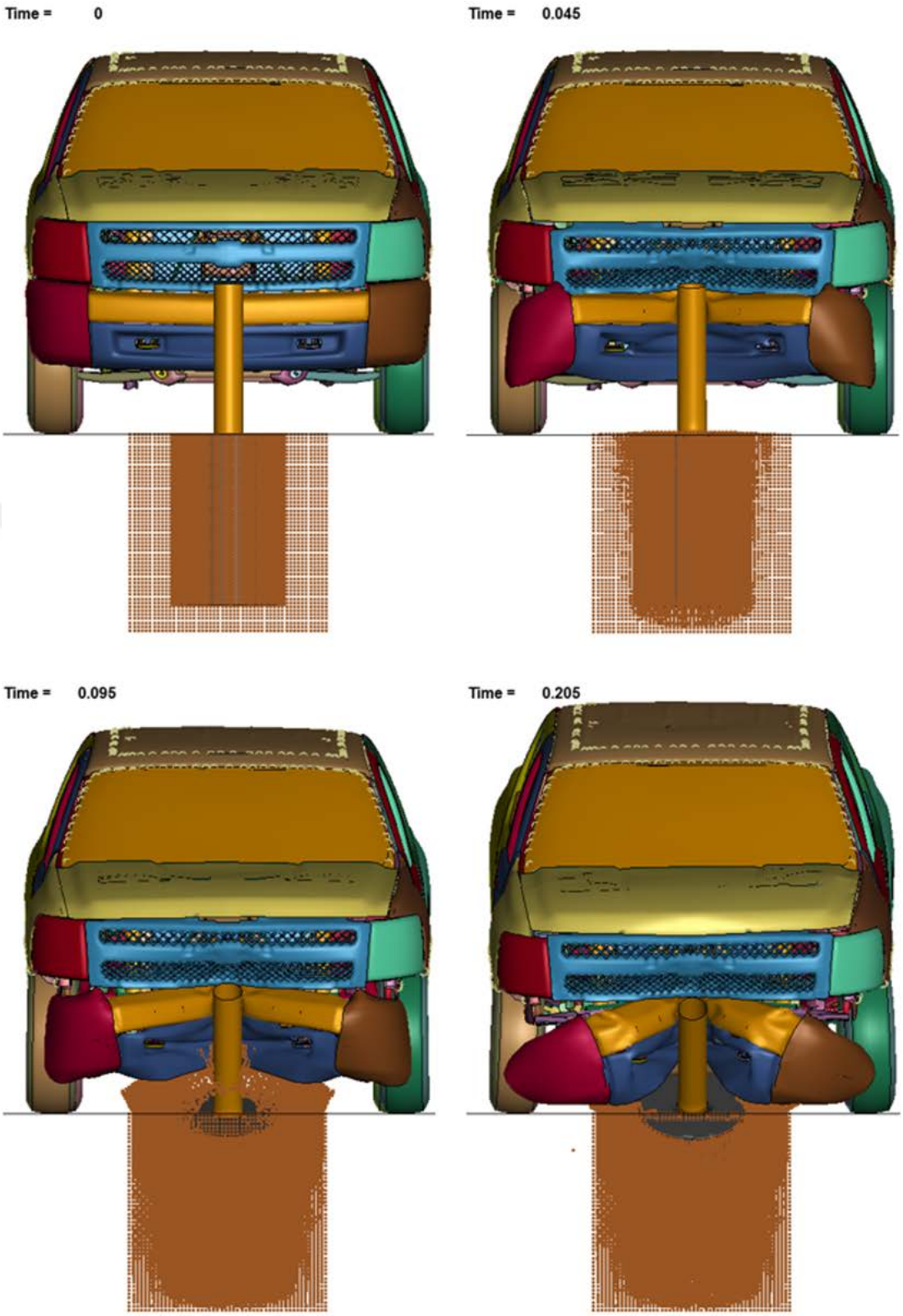
Şekil M.13 : 1.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



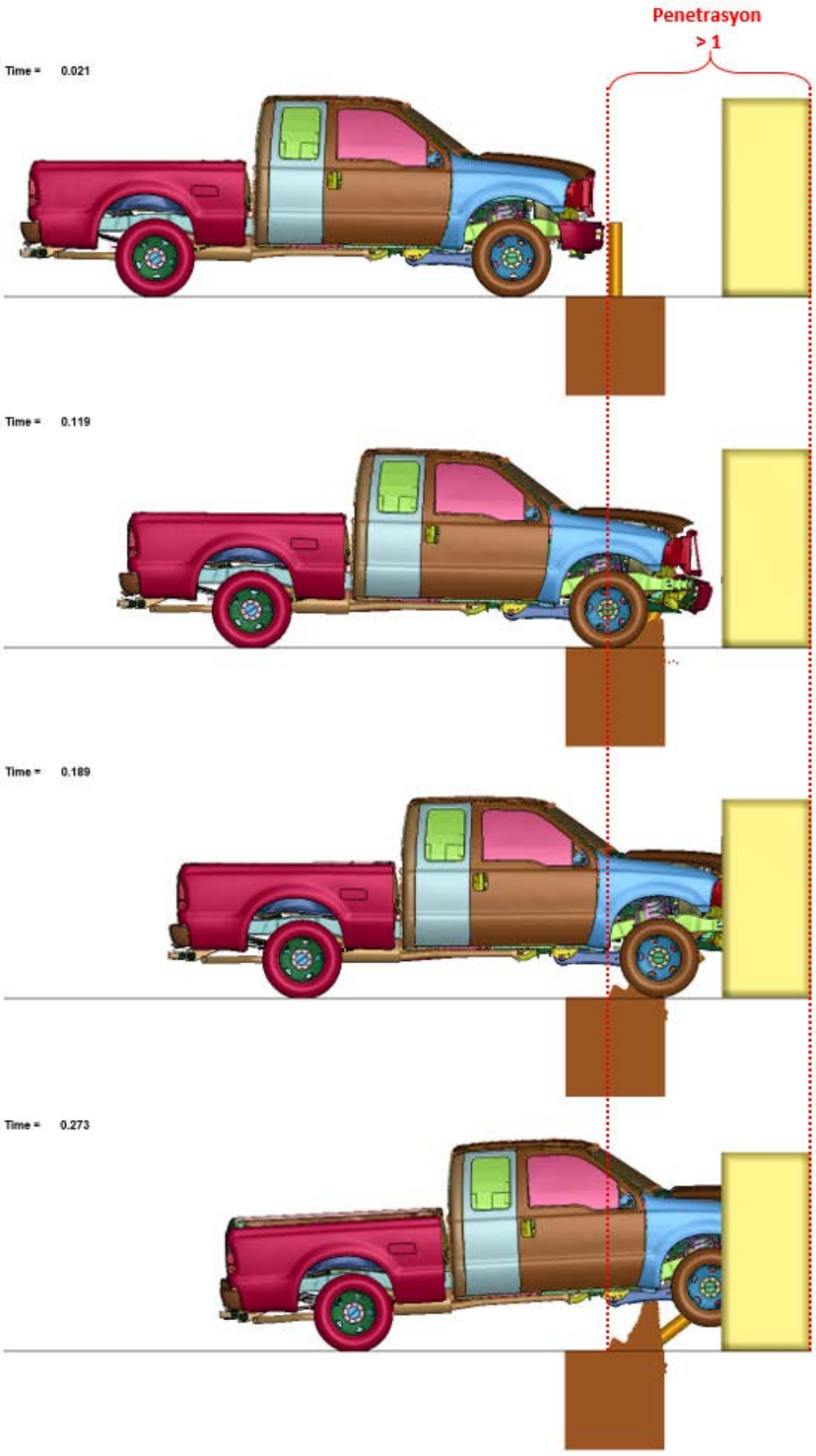
Şekil M.14 : 1.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



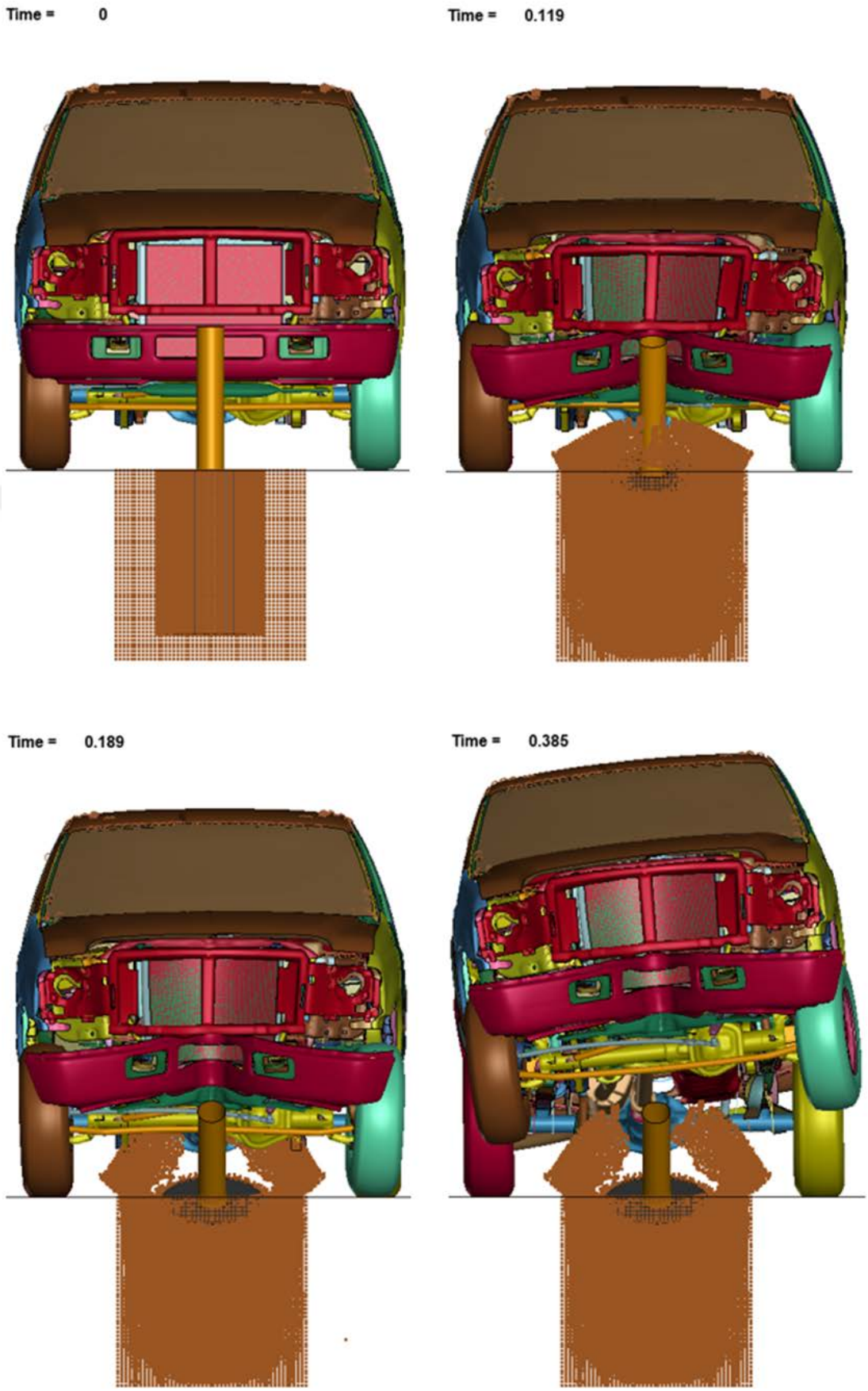
Şekil M.15 : 2.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



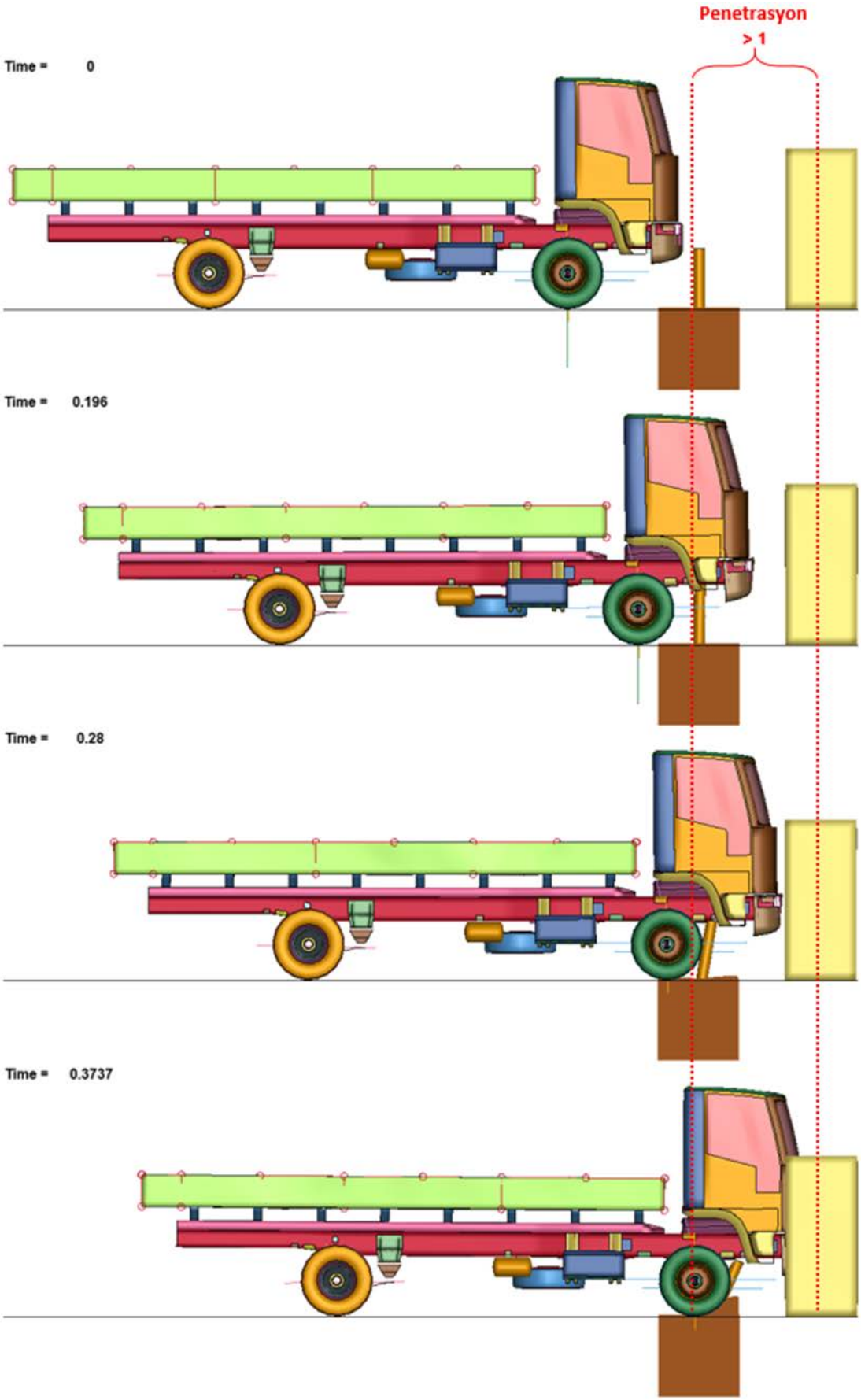
Şekil M.16 : 2.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



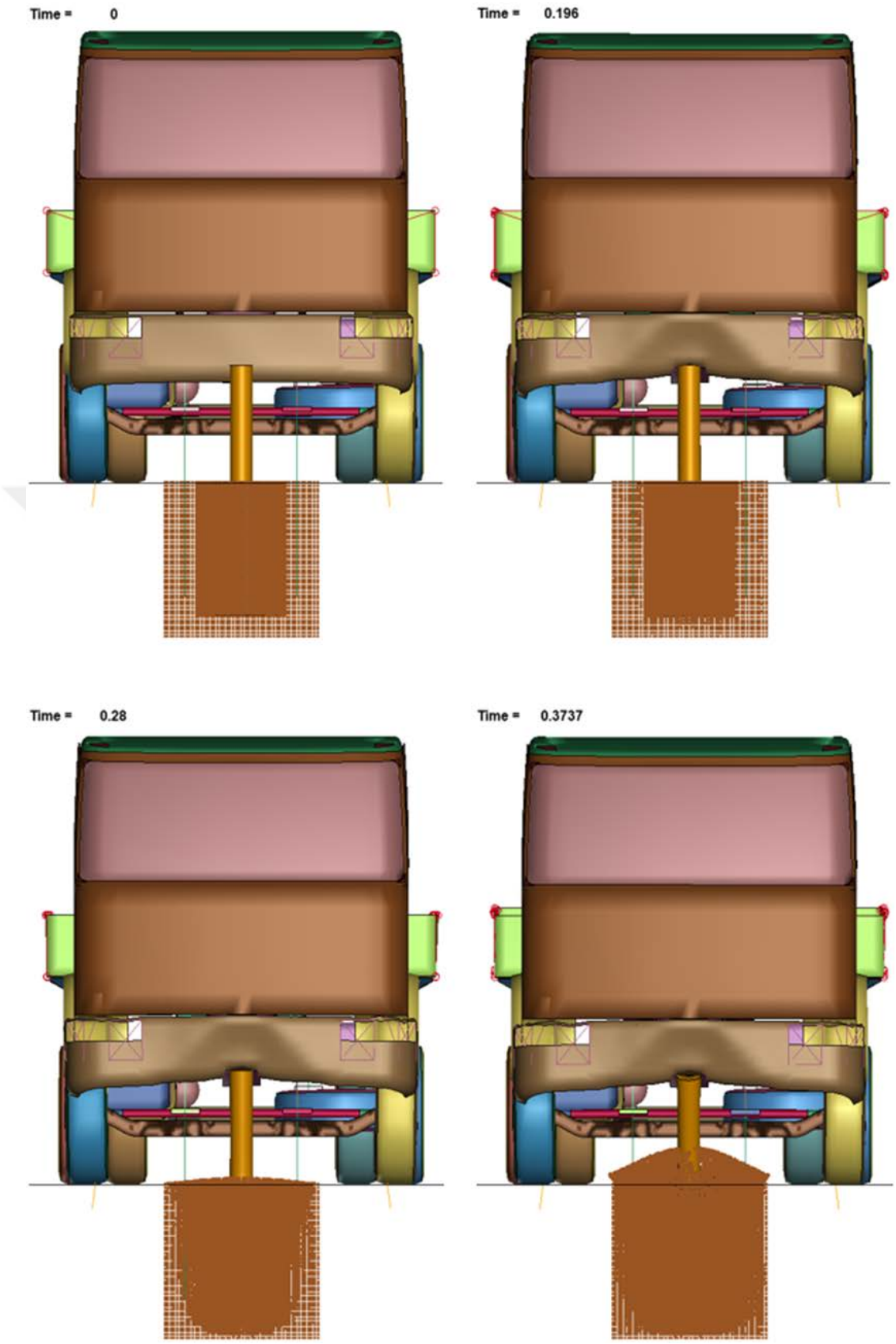
Şekil M.17 : 3.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



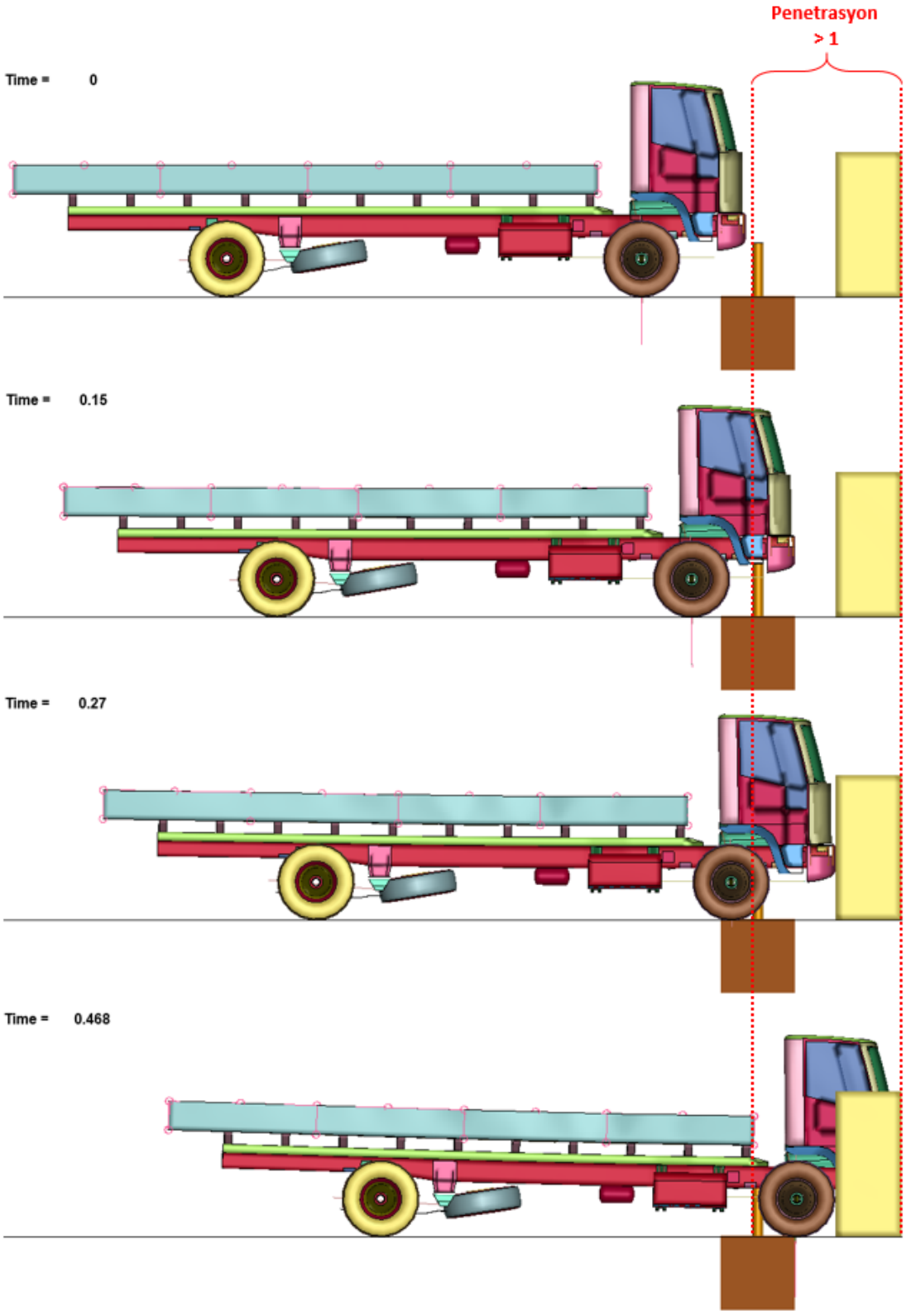
Şekil M.18 : 3.500 kg - 48 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



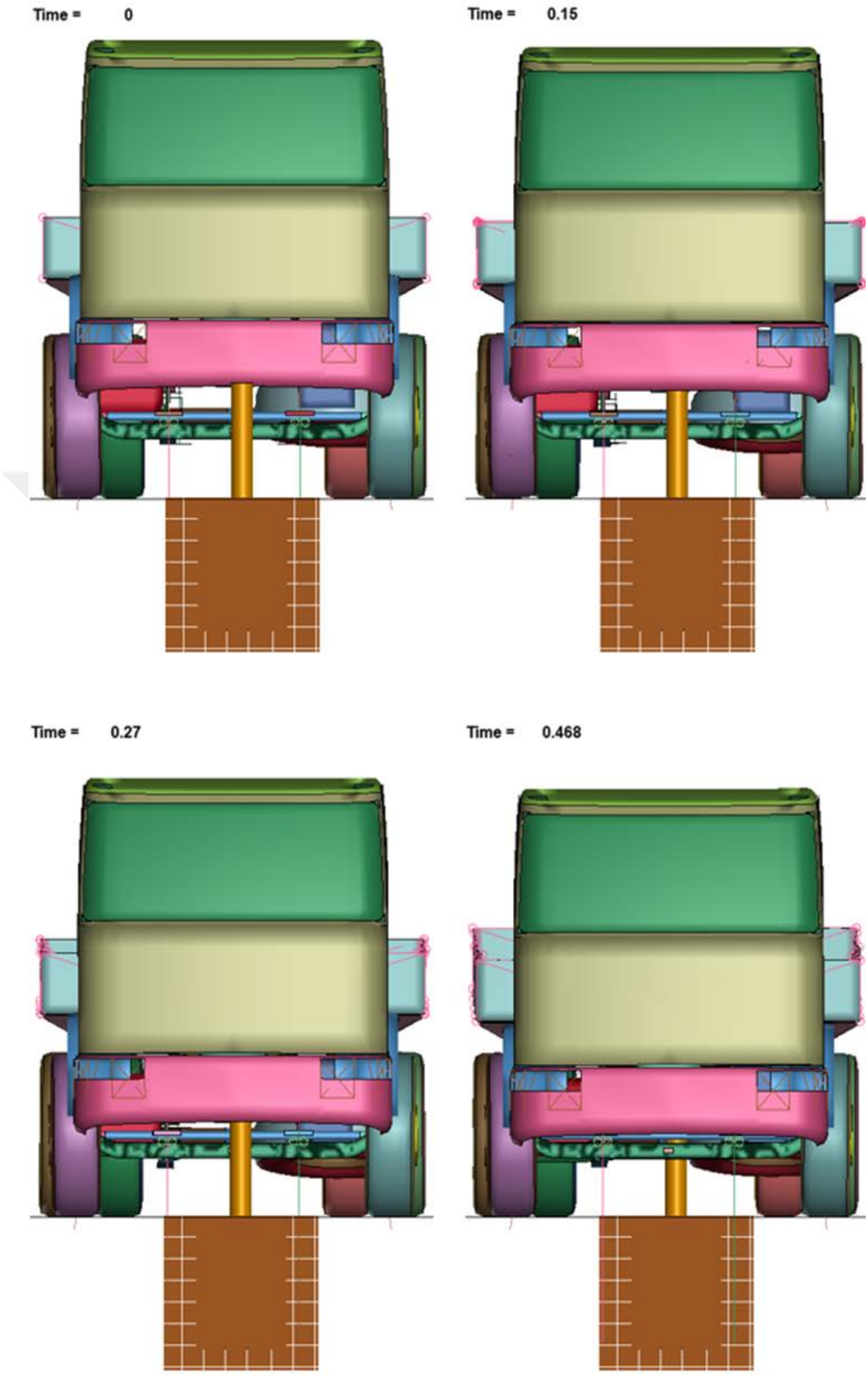
Şekil M.19 : 7.500 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



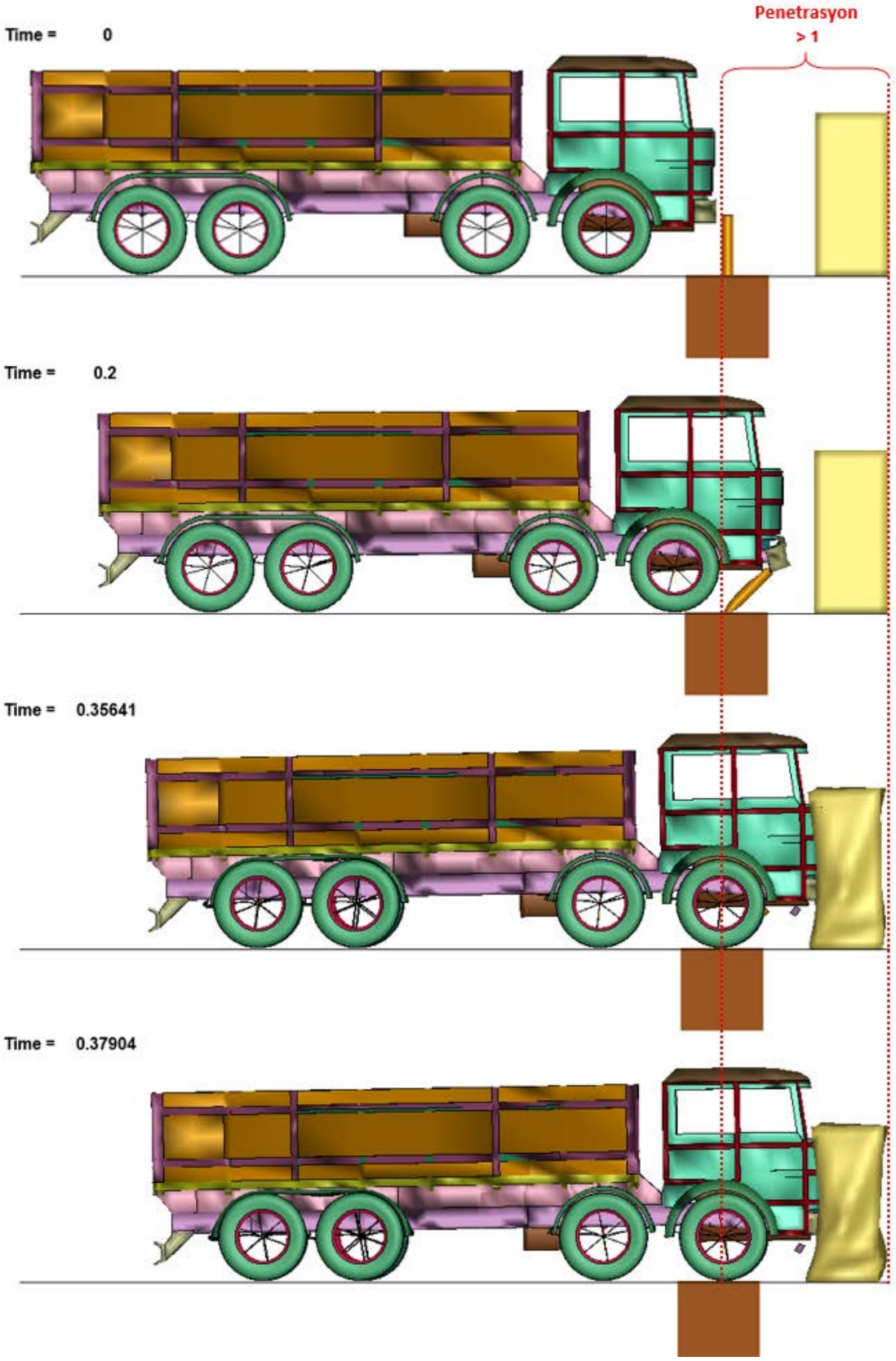
Şekil M.10 : 7.500 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



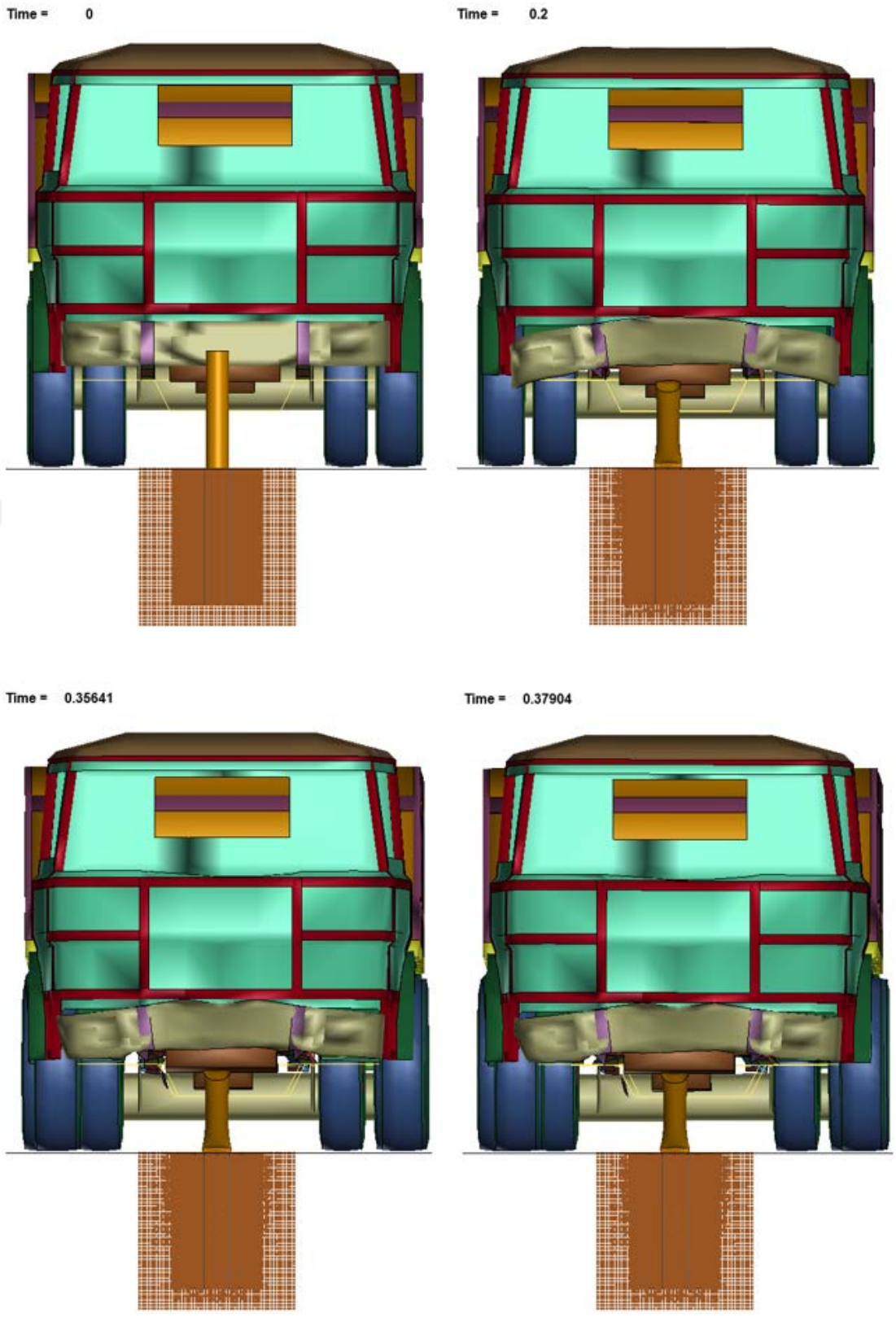
Şekil M.11 : 18.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



Şekil M.12 : 18.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).

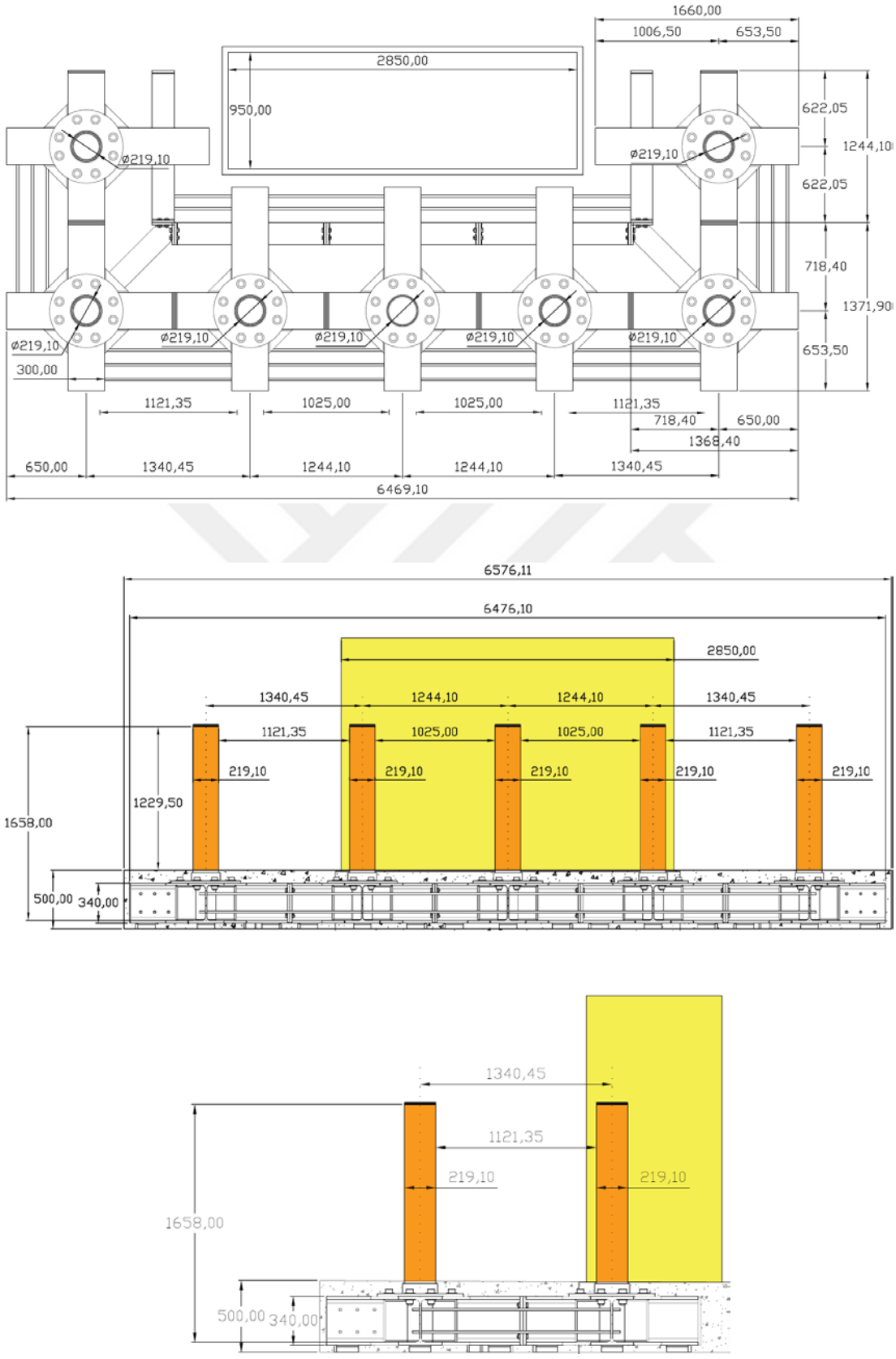


Şekil M.13 : 30.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).

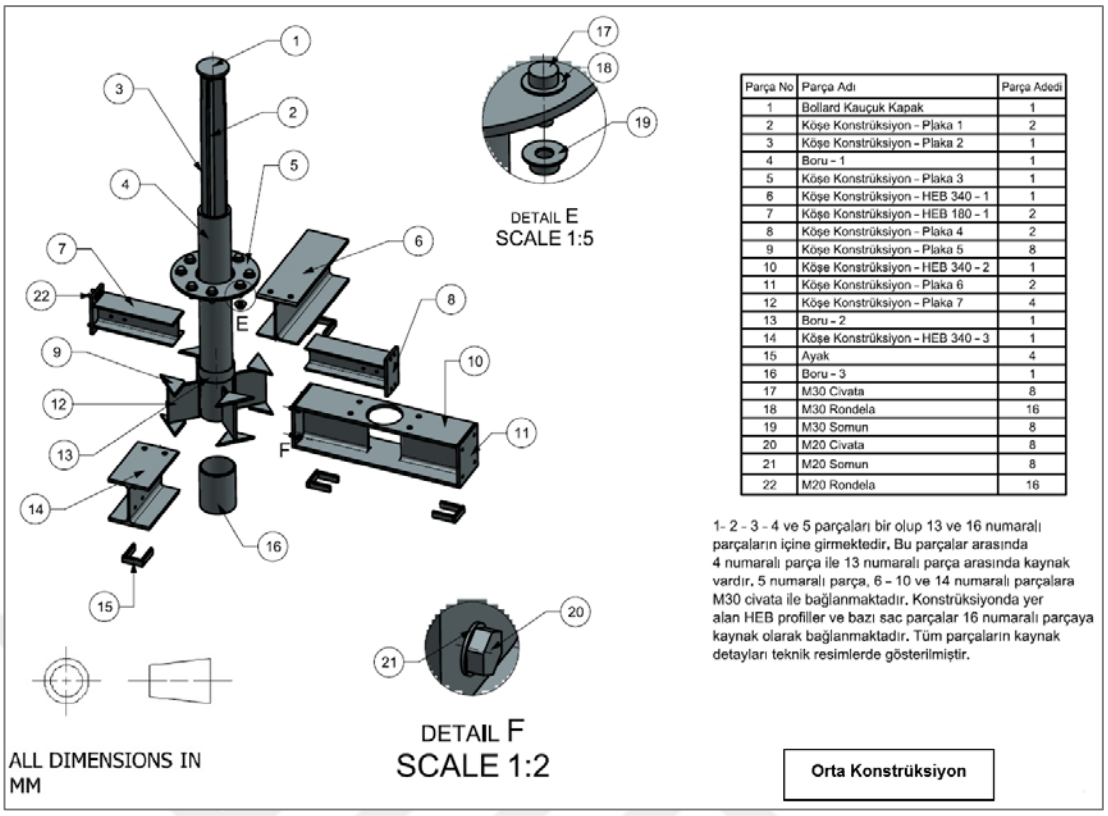


Şekil M.14 : 30.000 kg - 16 km/sa, araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).

EK N : Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluğun Geometrik Tasarımı



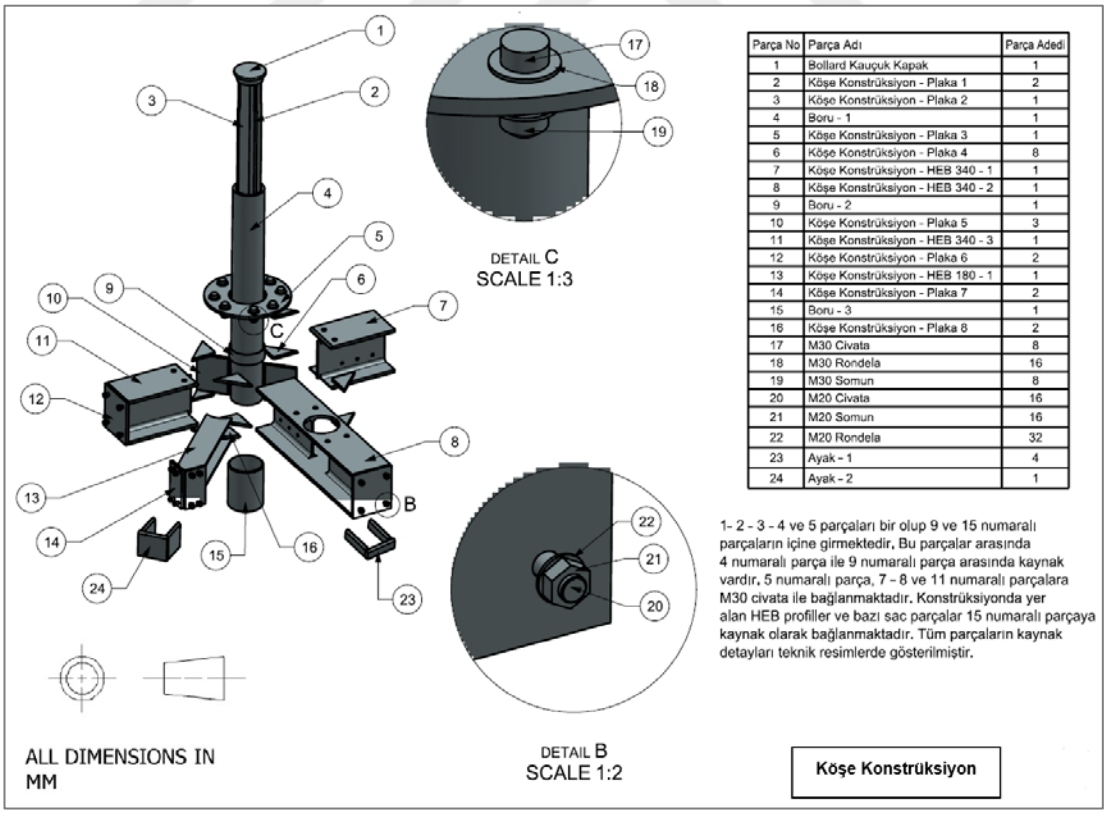
Şekil N.1 : Yüzeysel mütemadi temelli modüler sabit mantar otokorkuluğun geometrik tasarımı.



Parça No	Parça Adı	Parça Adedi
1	Bollard Kauçuk Kapak	1
2	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 1	2
3	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 2	1
4	Boru - 1	1
5	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 3	1
6	Köşe Konstrüksiyon - HEB 340 - 1	1
7	Köşe Konstrüksiyon - HEB 180 - 1	2
8	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 4	2
9	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 5	8
10	Köşe Konstrüksiyon - HEB 340 - 2	1
11	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 6	2
12	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 7	4
13	Boru - 2	1
14	Köşe Konstrüksiyon - HEB 340 - 3	1
15	Ayak	4
16	Boru - 3	1
17	M30 Civata	8
18	M30 Rondela	16
19	M30 Somun	8
20	M20 Civata	8
21	M20 Somun	8
22	M20 Rondela	16

1- 2 - 3 - 4 ve 5 parçaları bir olup 13 ve 16 numaralı parçaların içine girmektedir. Bu parçalar arasında 4 numaralı parça ile 13 numaralı parça arasında kaynak vardır. 5 numaralı parça, 6 – 10 ve 14 numaralı parçalara M30 civata ile bağlanmaktadır. Konstrüksiyonda yer alan HEB profiller ve bazı sac parçalar 16 numaralı parçaya kaynak olarak bağlanmaktadır. Tüm parçaların kaynak detayları teknik resimlerde gösterilmiştir.

(a)



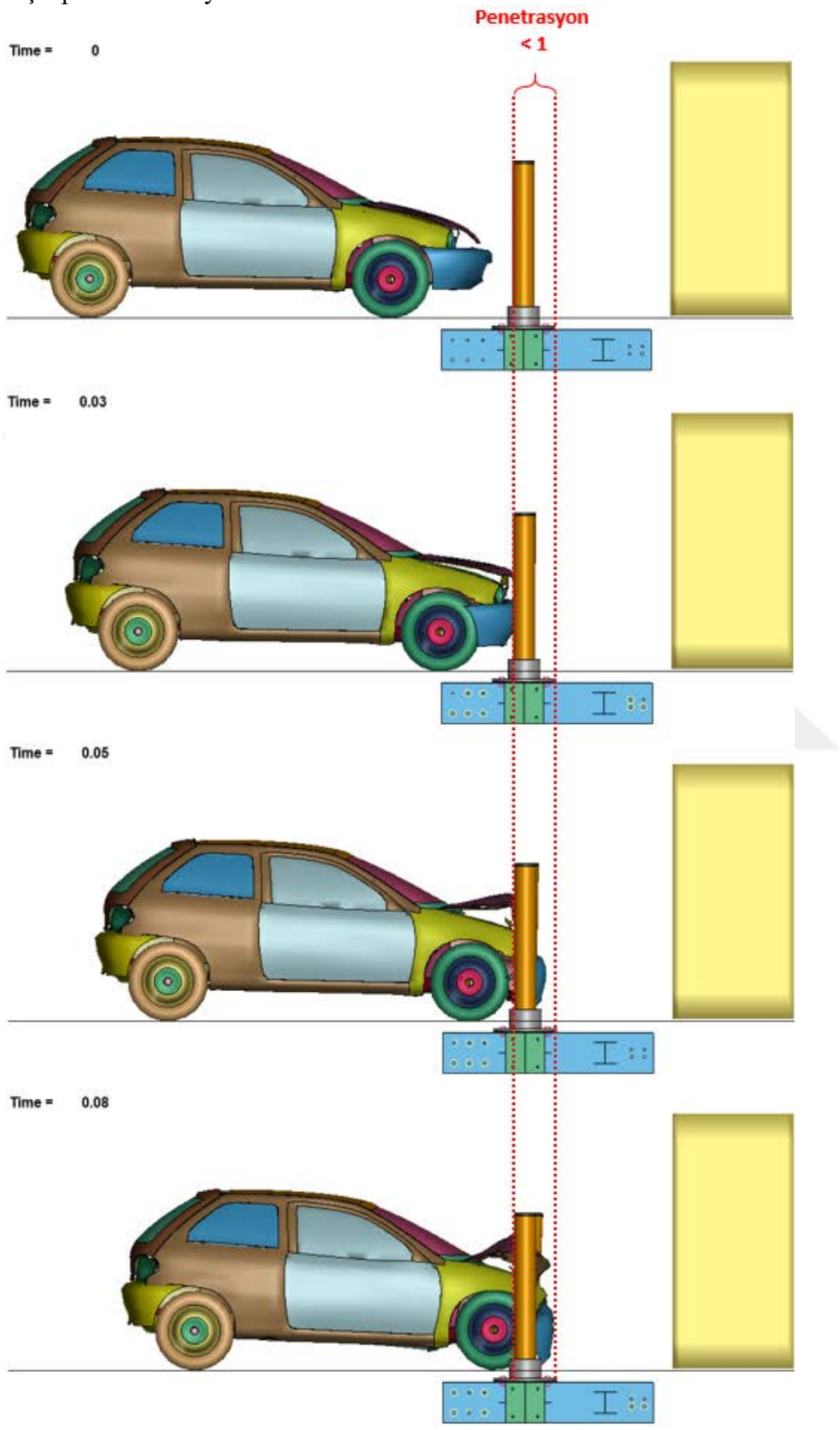
Parça No	Parça Adı	Parça Adedi
1	Bollard Kauçuk Kapak	1
2	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 1	2
3	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 2	1
4	Boru - 1	1
5	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 3	1
6	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 4	8
7	Köşe Konstrüksiyon - HEB 340 - 1	1
8	Köşe Konstrüksiyon - HEB 340 - 2	1
9	Boru - 2	1
10	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 5	3
11	Köşe Konstrüksiyon - HEB 340 - 3	1
12	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 6	2
13	Köşe Konstrüksiyon - HEB 180 - 1	1
14	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 7	2
15	Boru - 3	1
16	Köşe Konstrüksiyon - Plaka 8	2
17	M30 Civata	8
18	M30 Rondela	16
19	M30 Somun	8
20	M20 Civata	16
21	M20 Somun	16
22	M20 Rondela	32
23	Ayak - 1	4
24	Ayak - 2	1

1- 2 - 3 - 4 ve 5 parçaları bir olup 9 ve 15 numaralı parçaların içine girmektedir. Bu parçalar arasında 4 numaralı parça ile 9 numaralı parça arasında kaynak vardır. 5 numaralı parça, 7 – 8 ve 11 numaralı parçalara M30 civata ile bağlanmaktadır. Konstrüksiyonda yer alan HEB profiller ve bazı sac parçalar 15 numaralı parçaya kaynak olarak bağlanmaktadır. Tüm parçaların kaynak detayları teknik resimlerde gösterilmiştir.

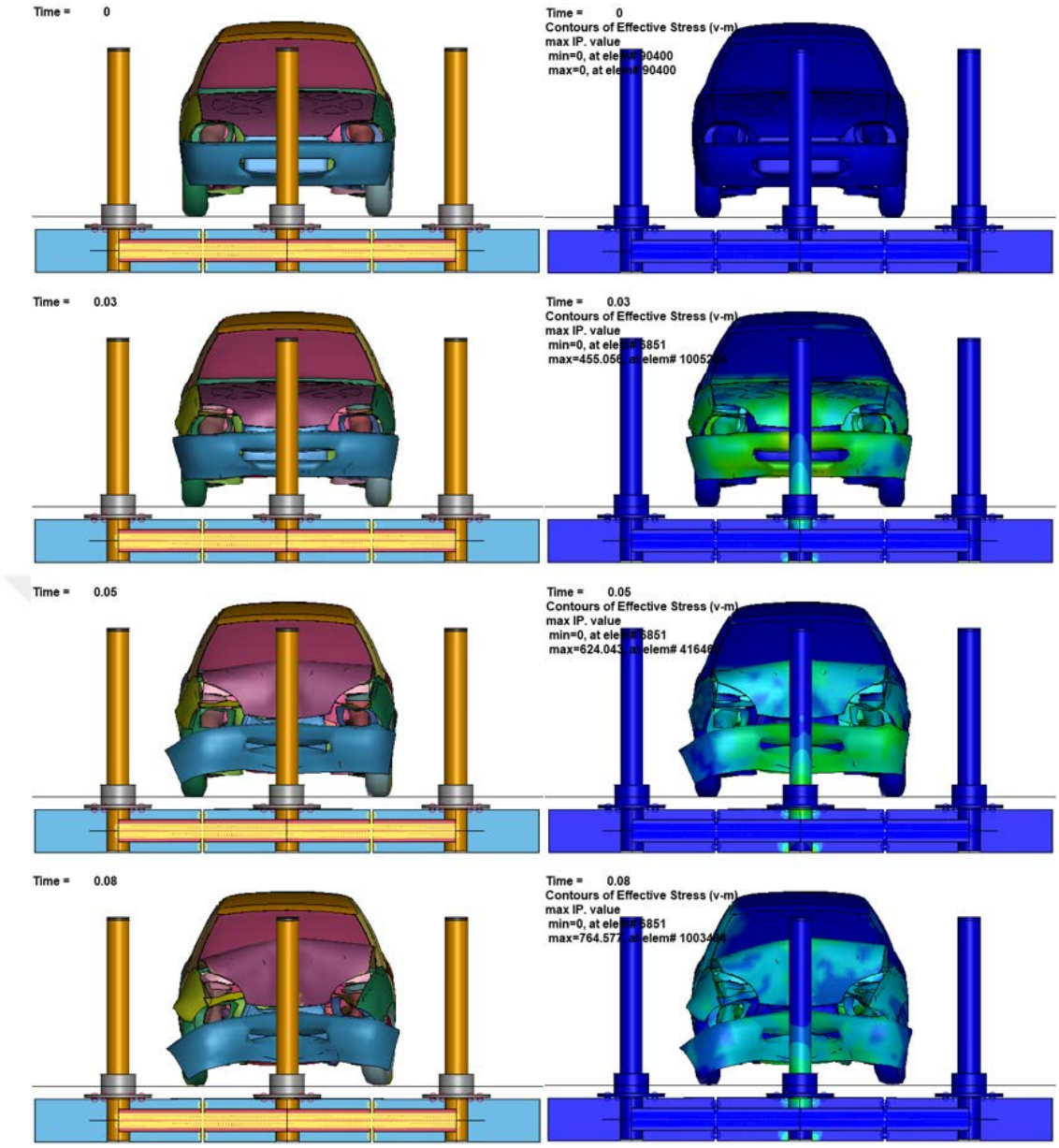
(b)

Şekil N.2 : Modüler konstrüksiyon parça detayları (a) Orta konstrüksiyon (b) Köşe konstrüksiyon.

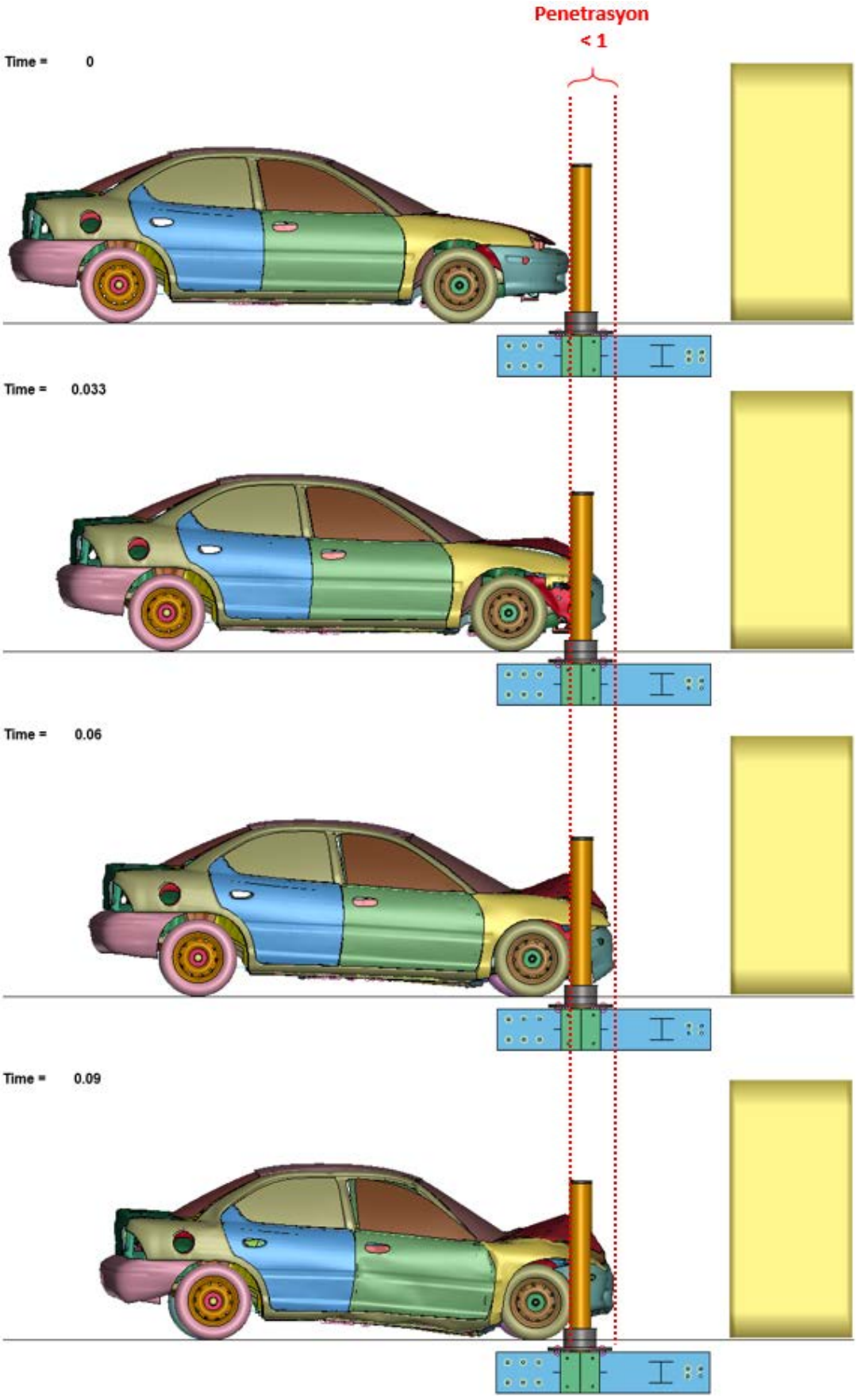
EK O : Yüzeysel Mütemadi Temelli Modüler Sabit Mantar Otokorkuluğun Performans Değerlendirmesi İçin Farklı Kütle ve Hıza Sahip Araçların Çarpma Simülasyonları



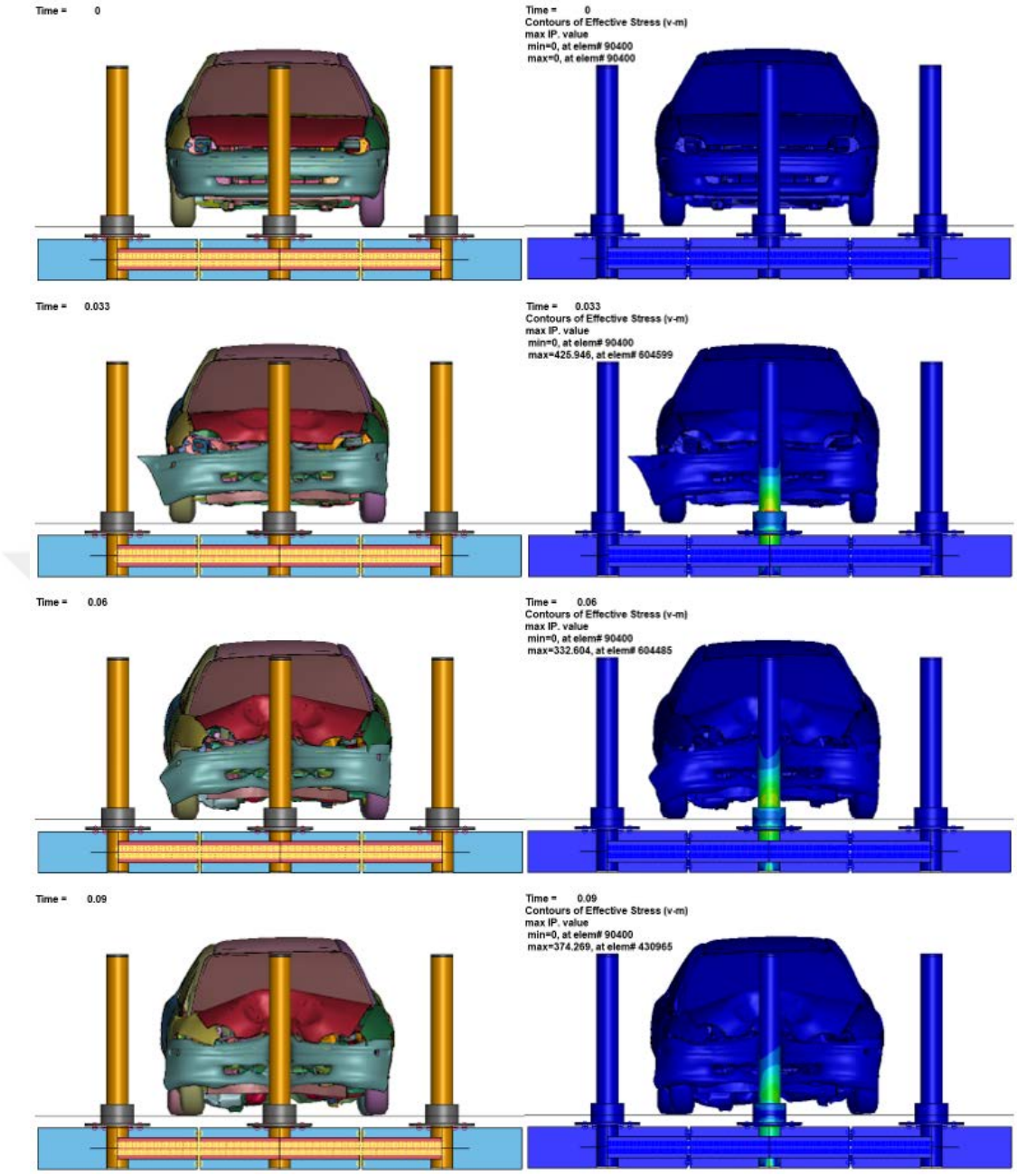
Şekil O.1 : 900 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



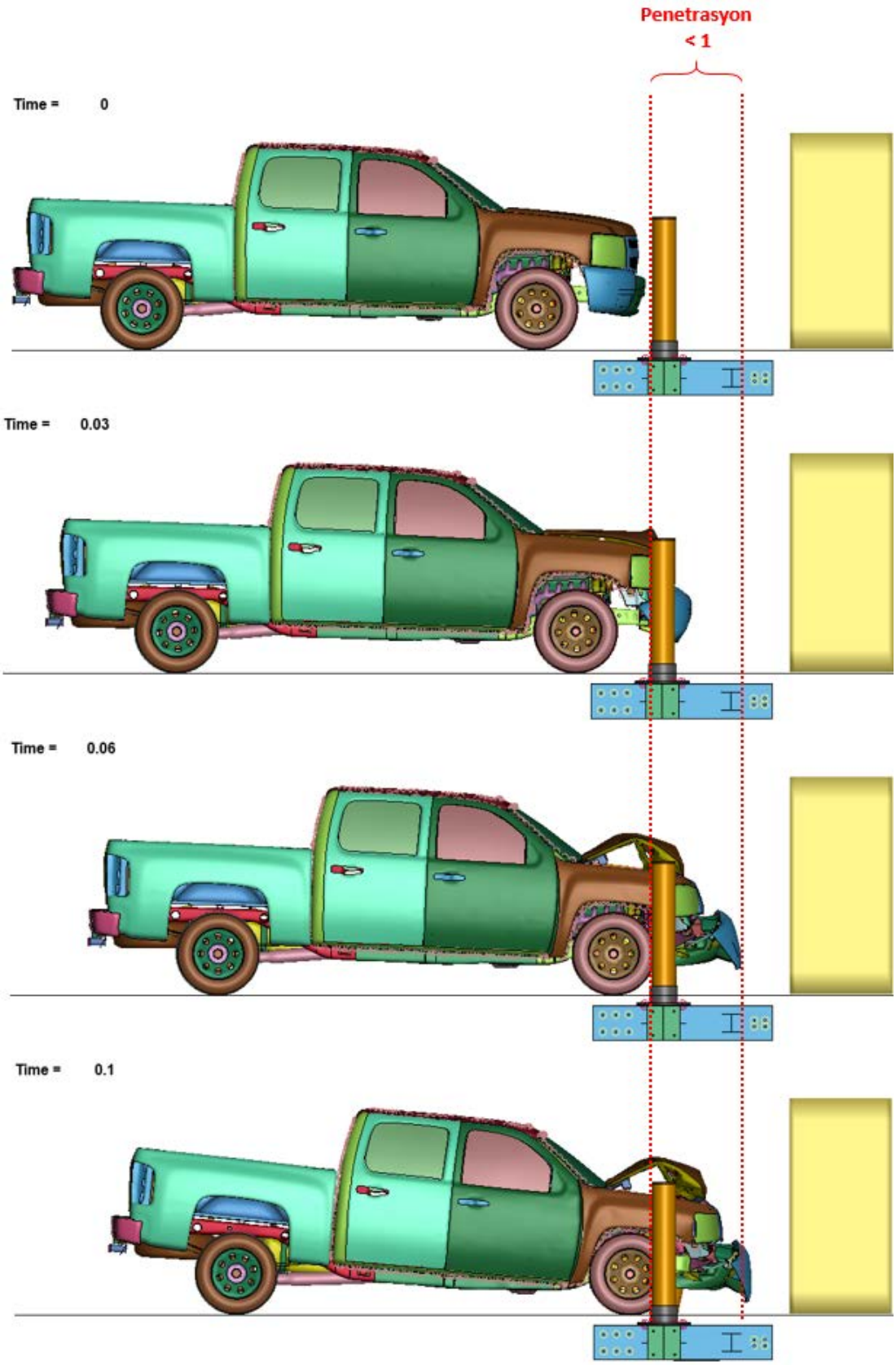
Şekil O.2: 900 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



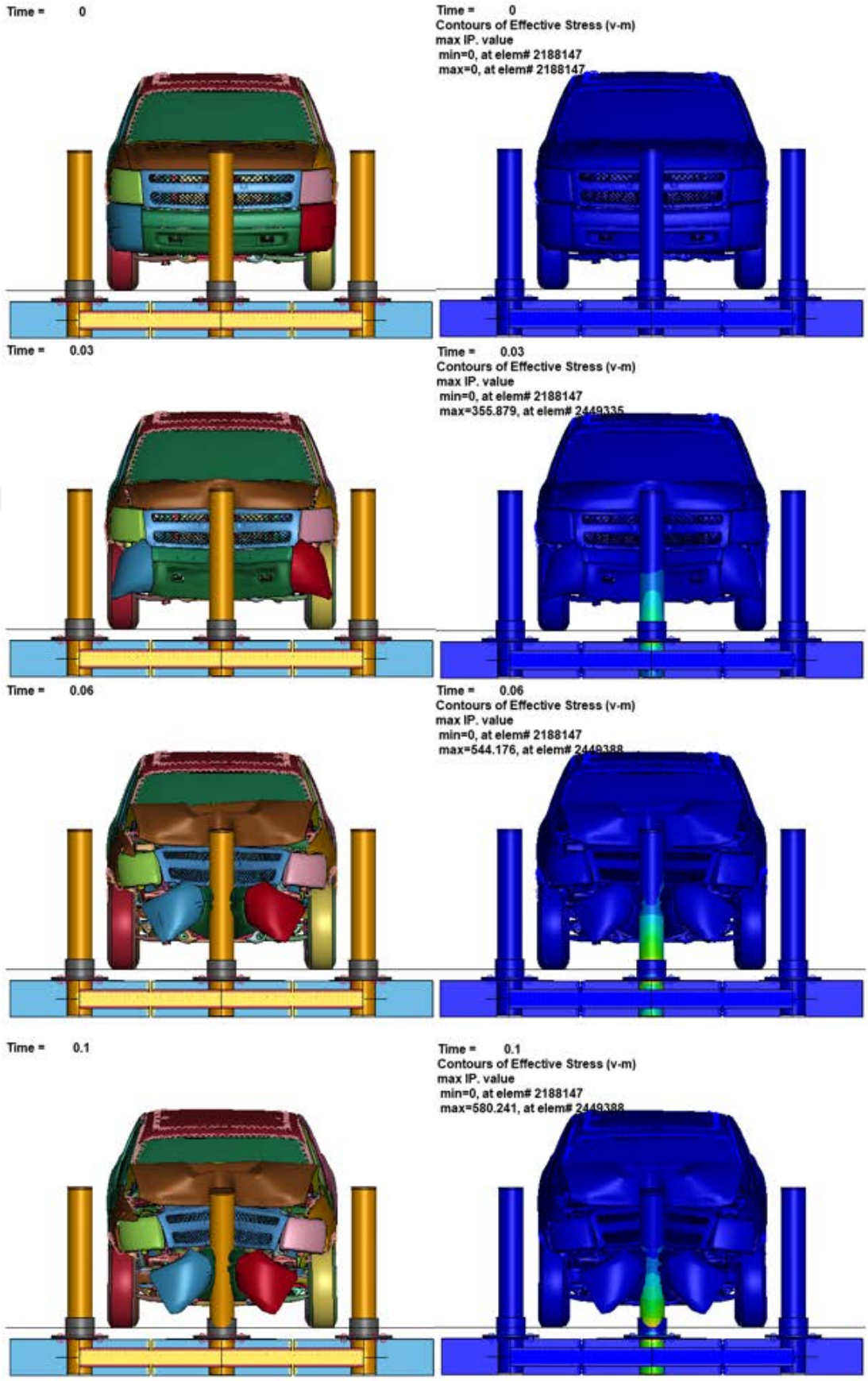
Şekil O.3 : 1.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



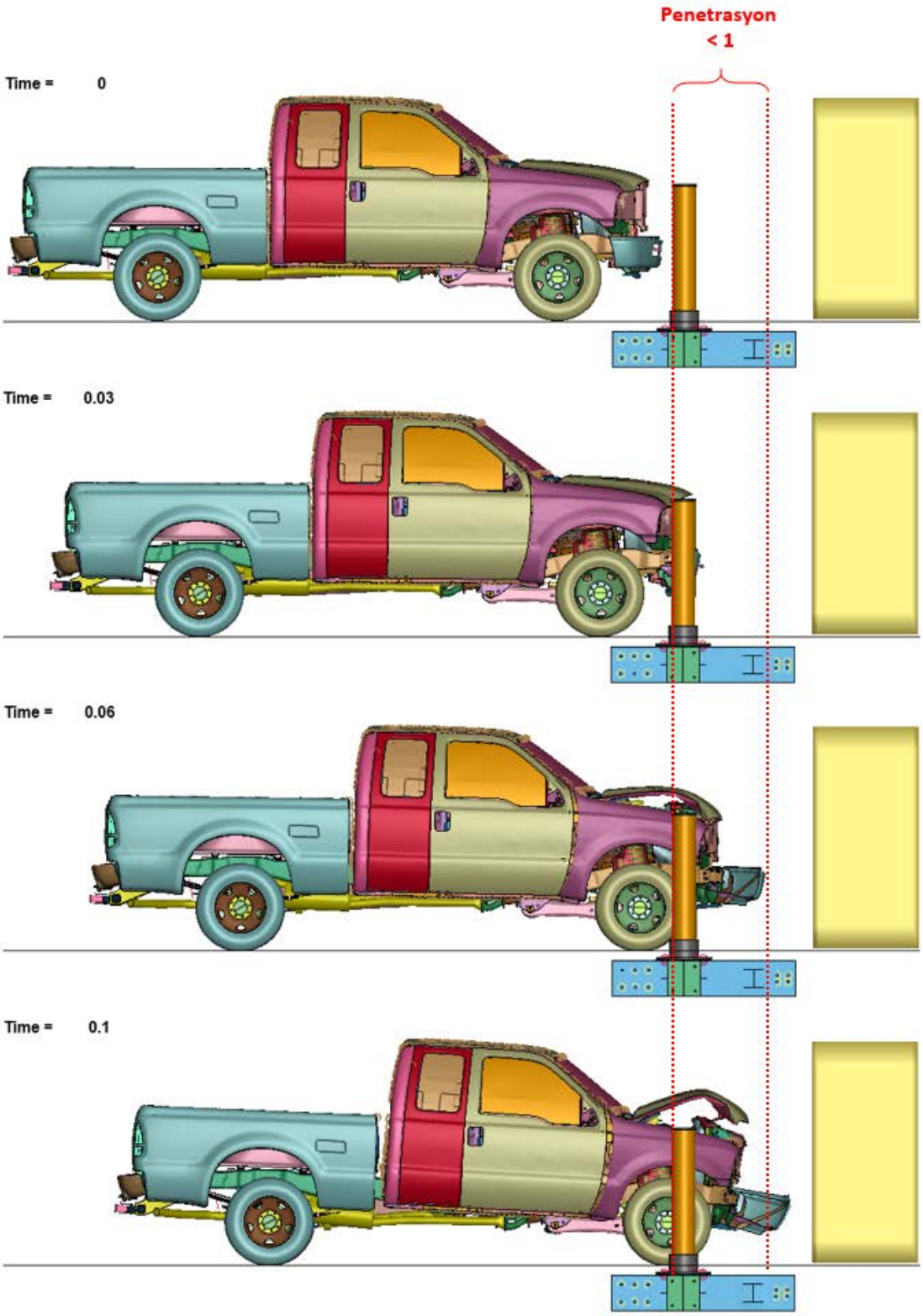
Şekil O.4 : 1.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



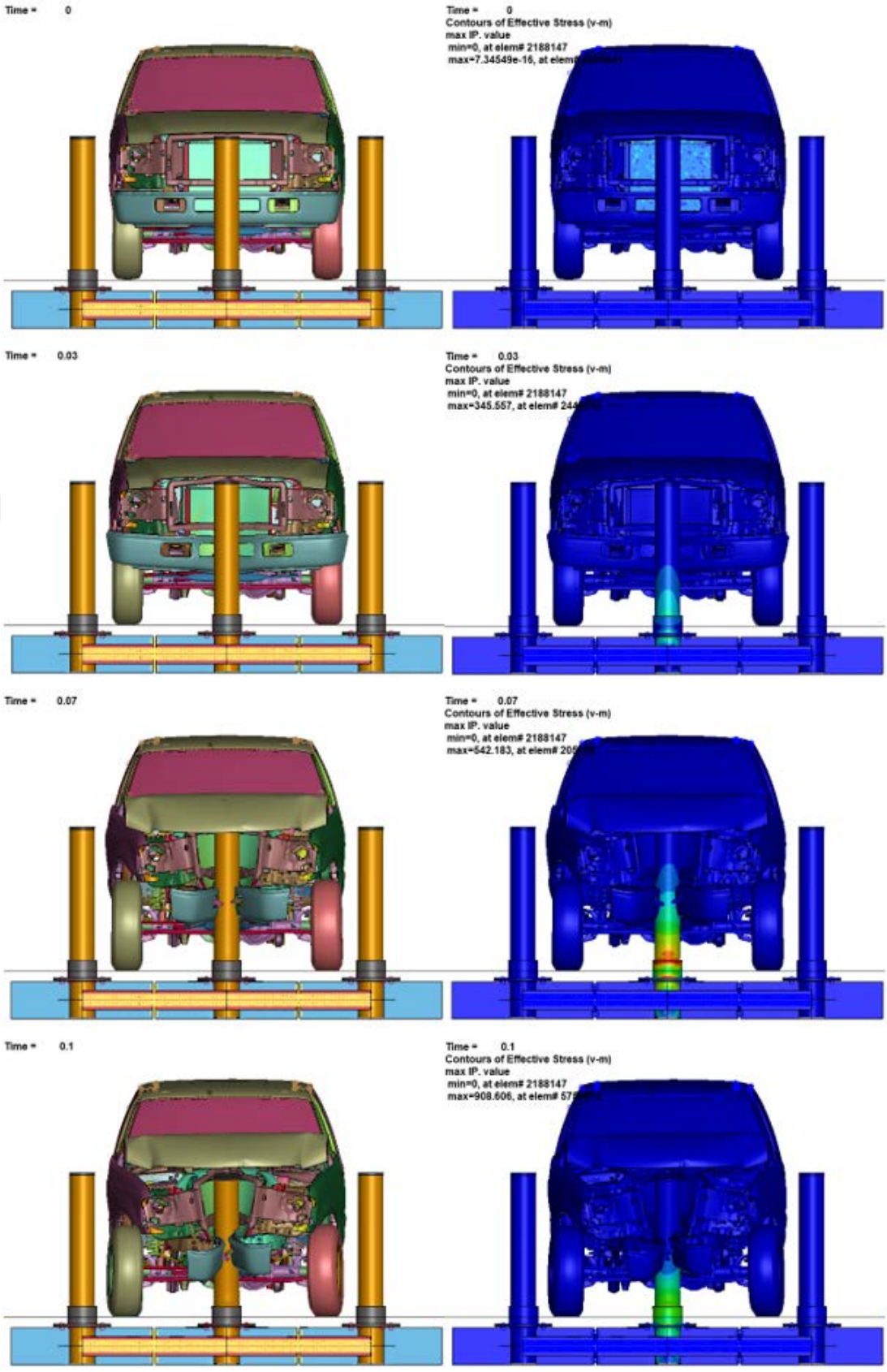
Şekil O.5 : 2.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



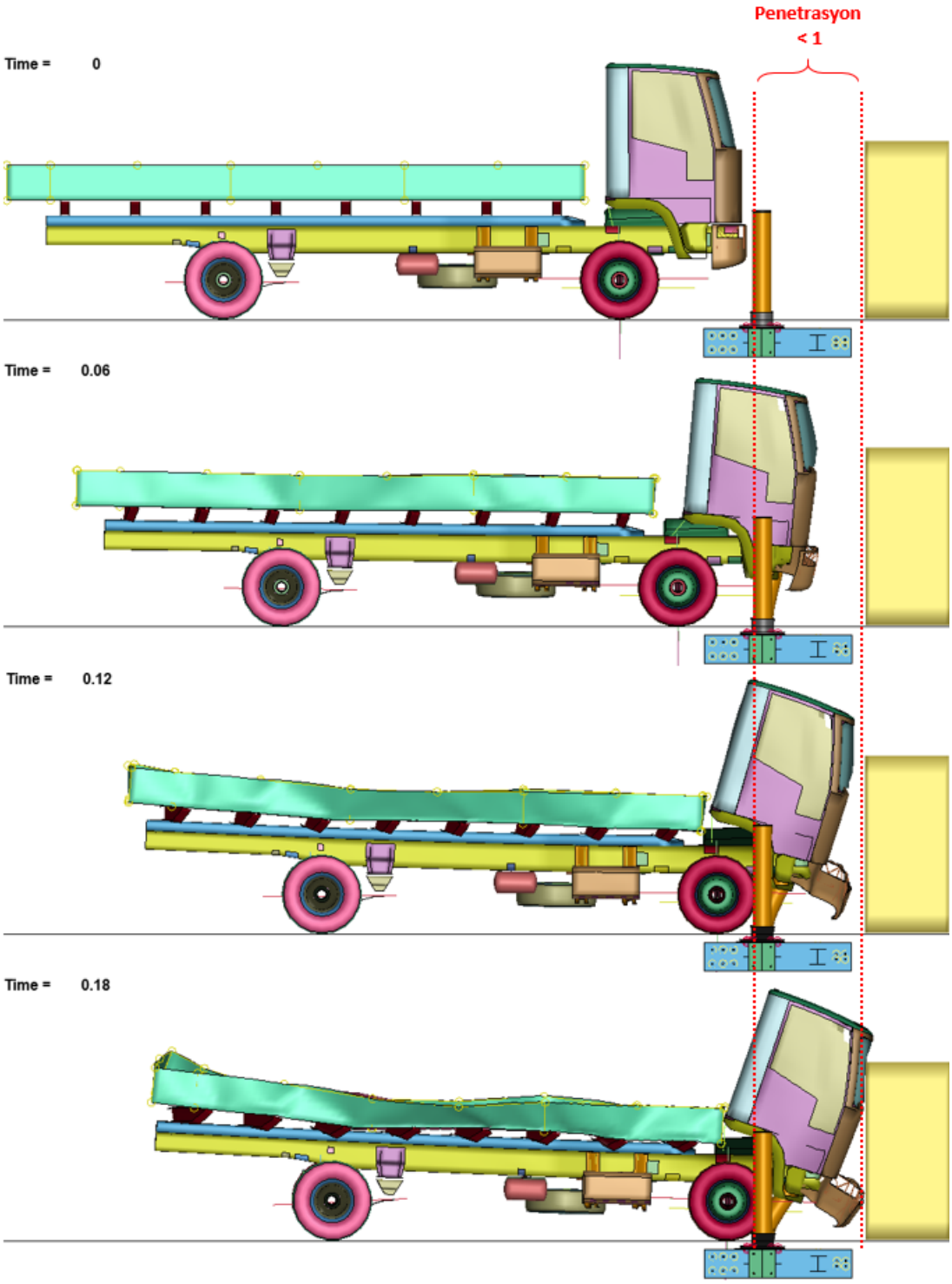
Şekil O.6 : 2.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



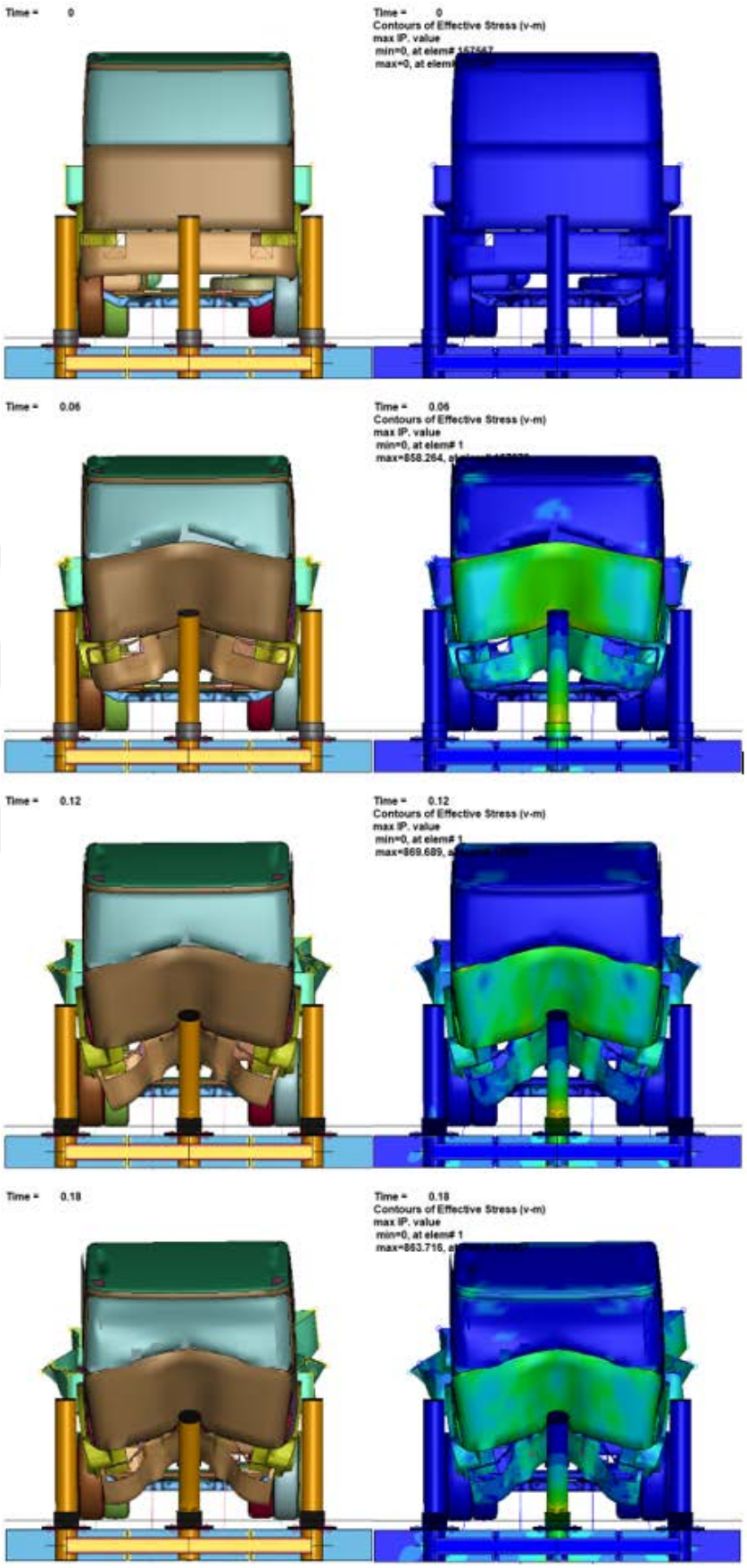
Şekil O.7 : 3.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



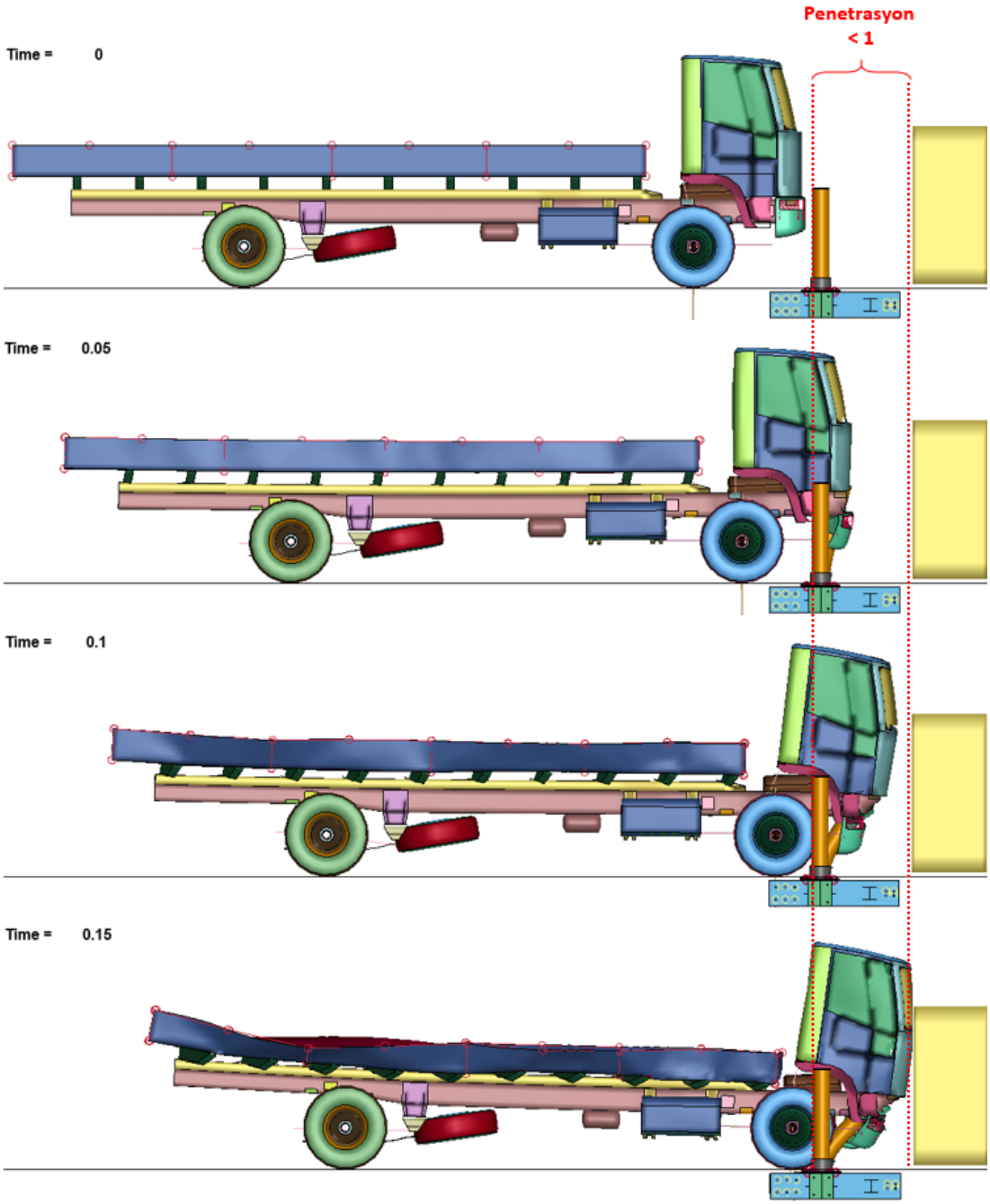
Şekil O.8 : 3.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



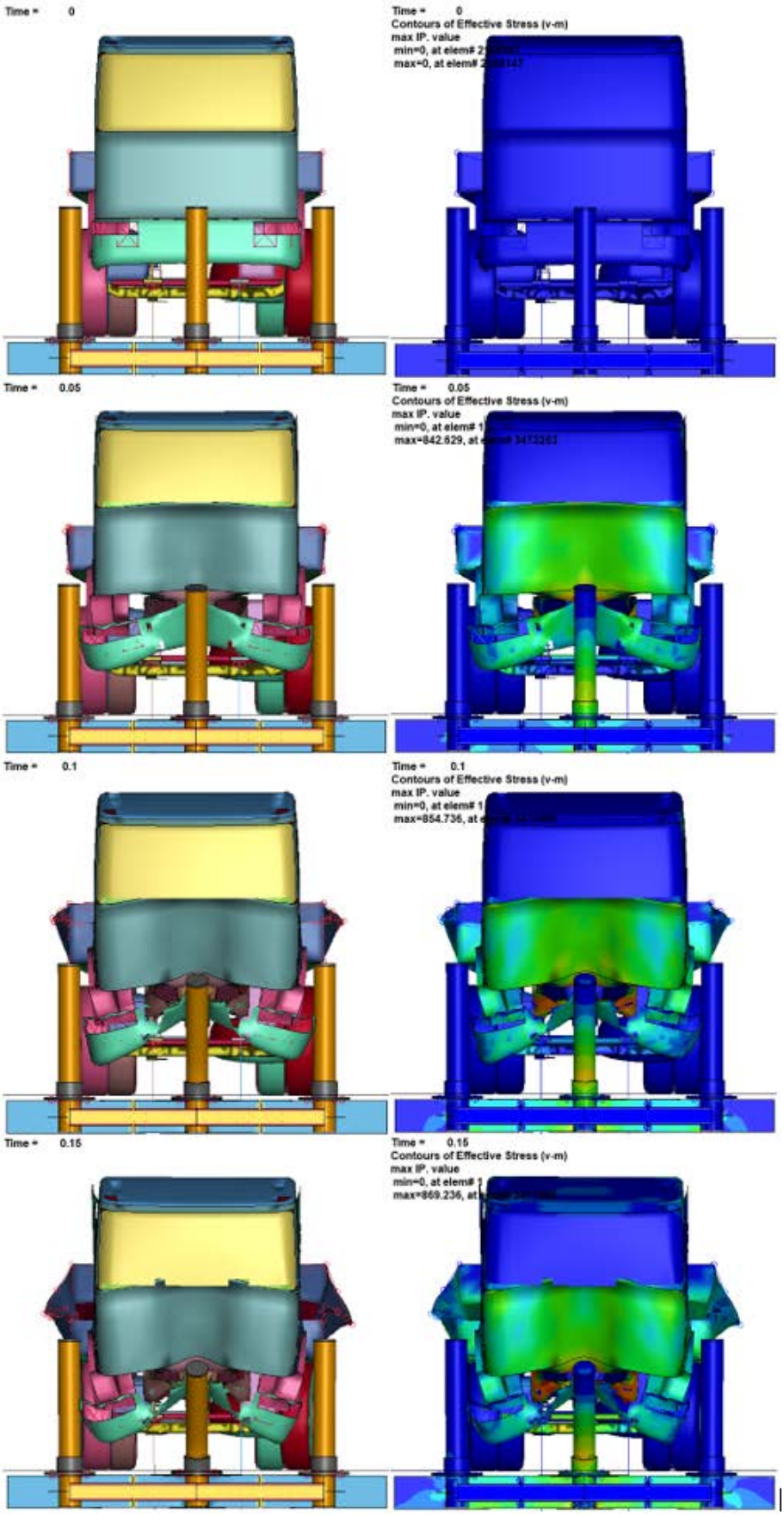
Şekil O.9 : 7.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



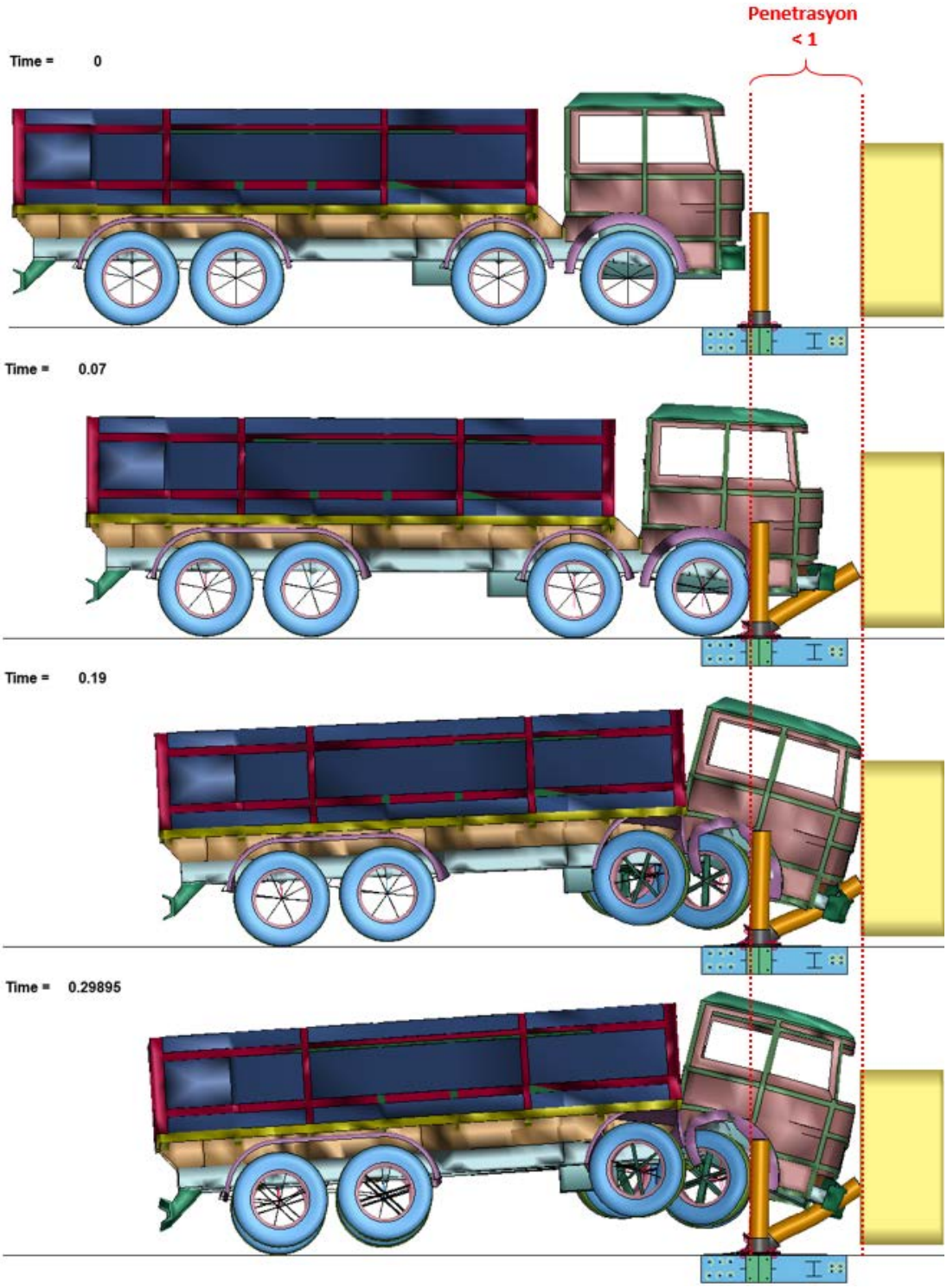
Şekil O.10 : 7.500 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



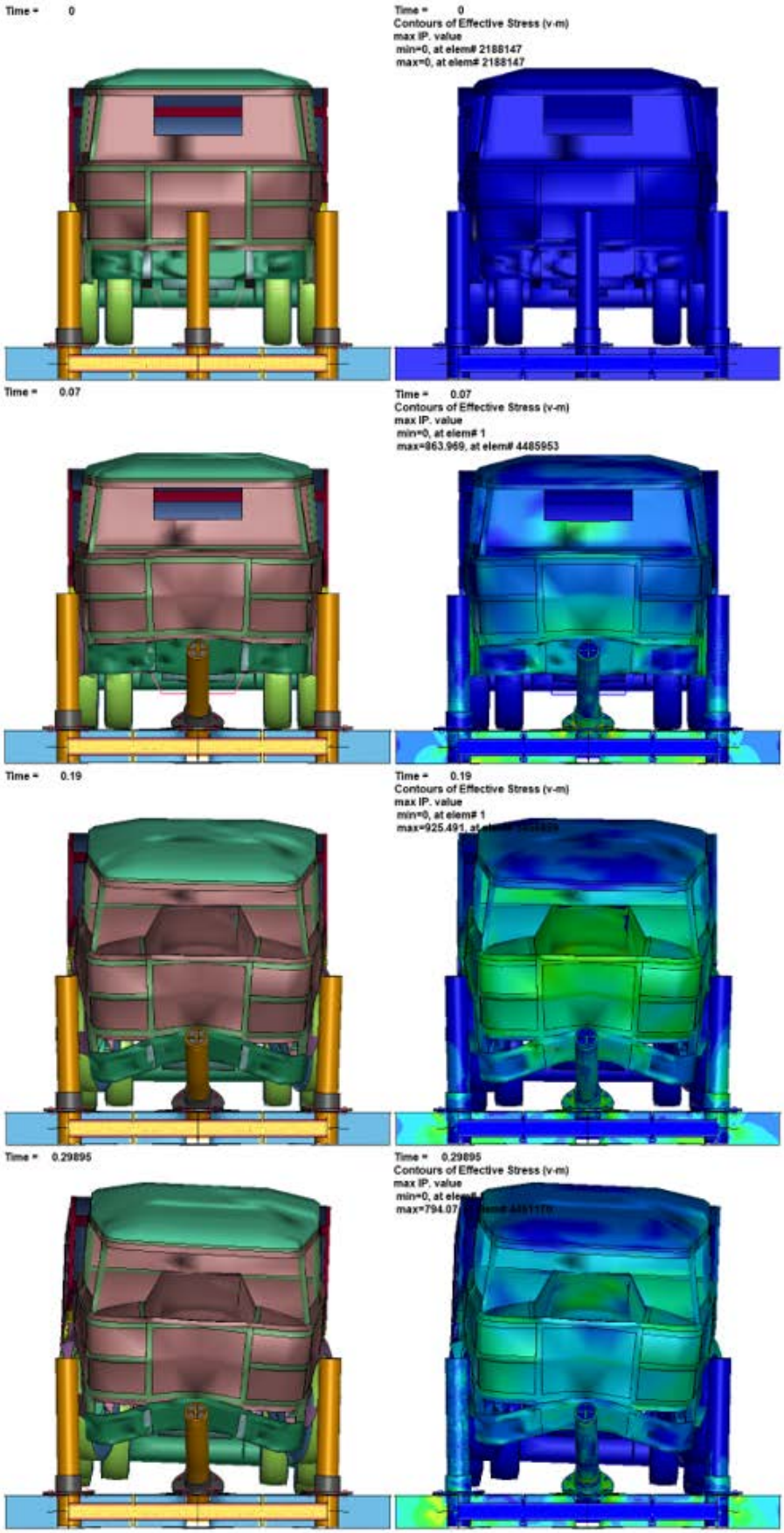
Şekil O.11 : 18.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).



Şekil O.12 : 18.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).



Şekil O.13 : 30.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (yan görünüş).

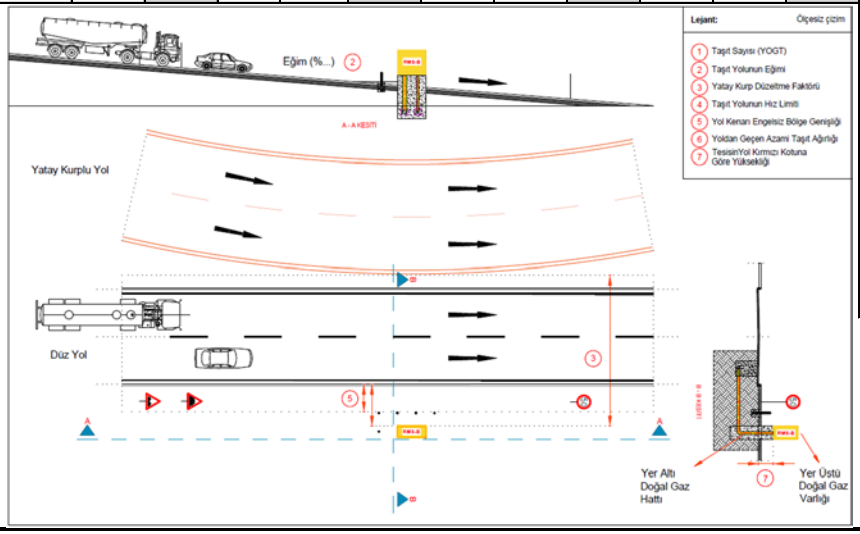


Şekil O.14 : 30.000 kg - 48 km/sa, yüzeysel mütemadi temelli sabit mantar otokorkuluk araç çarpma simülasyonu (ön görünüş).

EK P : Otokorkuluk Sistemi Tespit Abağı

OTOKORKULUK SİSTEMİ TESPİT ABAĞI

1			2			3			4			5			6			7		
Taşıt Sayısı (YOGT) (taşıt/gün)			Taşıt Yolunun Eğimi (%)			Yatay Kurp Düzeltme Faktörü			Taşıt Yolunun Hız Limiti			Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği			Yoldan Geçen Azami Taşıt Ağırlığı			Tesisin Yol Kırmızı Kotuna Göre Yüksekliği (m)		
Trafiğe Kapalı Yol	0		Eğim Yüzdesi	%		Kurp Yarıçapı	m		Yolun Hız Limiti	km/sa		Yol Kenarı Engelsiz Bölge Genişliği	m		M1	1500 kg		Tesisin Yüksekliği	m	
Yaya Yolu Kısmen Trafiğe Açık Yol	0 - 20														N1G	2500 kg				
Site İçi Yol veya Çıkmaz Sokak	20 - 750														N1	3500 kg				
Sokak	750 - 1500														N2	7500 kg				
Arter	1500 - 6000														N3	18000 kg				
Ana Arter Bölünmemiş	>6000														N3	30000 kg				
Ana Arter Bölünmüş																				
İl Yolu																				
Devlet Yolu																				



NOT: 1) Saha çalışması sırasında, (1 ve 6) numaralı sütunlarda bulunan gri alanlara (X) işareti; (2, 3, 4, 5 ve 7) numaralı sütunlarda bulunan gri alanlara ilgili saha verilerini yazınız.
2) Girilen verilere uygun olarak alt satırda varlığın toplam risk puanı, risk gurubu ve sahada kullanılması gereken otokorkuluk sistemi çıkacaktır.

TOPLAM RİSK PUANI		RİSK GRUBU		OTOKORKULUK SİSTEMİ	

Şekil P.1 : Otokorkuluk sistemi tespit abağı.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Mustafa Yurdabal APAK

Doğum Tarihi ve Yeri : 1973, Amasya

E-Posta : myapak@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 1995, Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 1999, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Mühendisliği Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- **1997 – 2004** : İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Mukavele ve Kesin Hesap Müdürlüğü, Mühendis,
- **2004 – 2007** : İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Mukavele ve Kesin Hesap Müdürlüğü, Hakediş Şefi,
- **2007 – 2015** : İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Yapım Kontrol Müdürlüğü, Uzman (Teknik),
- **2015 – 2016** : İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş., İkmal Müdürlüğü, İkmal Şefi,
- **2016 – Devam** : İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ar-Ge ve İnovasyon Müdürlüğü, Ar-Ge Mühendisi.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Apak, M. Y.,** Ergün, M., Özen H. (2019). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile Tehlikeli Yol Kenarı Tesislerine Araç Çarpma Risklerine Karşı Bir Duyarlılık Analizi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi,* 6(3); 836-846. doi:10.31202/ecjse.601550.

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Apak, M. Y.** (2019). Doğal Gaz Boru Hatlarının Elektriksel Risklerden Korunması, İGDAŞ Yayınları.
- **Apak, M. Y.**, Gölgeli B., Dur E. (2017). Investigation On Clearances For Buried Natural Gas Pipes And Electrical Lines, *International Congress On Underground Infrastructure, Water Management And Trenchless Technology (ICUWT)*, Istanbul, Turkiye, 7-8 September 2017, vol.1, no.1, pp. 52-57
- **Apak M. Y.** (2017). Yüksek Gerilim Yer Altı Enerji Kablolarında Meydana Gelen Ark Patlamalarının Polietilen Doğal Gaz Boru Hatlarına Etkisi ve Asgari Emniyet Mesafeleri Üzerine Araştırma. *7. Uluslararası Doğal Gaz Kongre ve Fuarı (INGAS 2017)*, Kasım 2-3, İstanbul, Türkiye.