

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇARPMA YASTIKLARI VE  
D-100 KARAYOLU AVCILAR – PENDİK AKSININ İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fethi YÜRÜR**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ulaştırma Mühendisliği Programı**

**HAZİRAN 2018**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇARPMA YASTIKLARI VE  
D-100 KARAYOLU AVCILAR – PENDİK AKSININ İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fethi YÜRÜR  
(501141405)**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ulaştırma Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN**

**HAZİRAN 2018**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501141405 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Fethi YÜRÜR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ÇARPMA YASTIKLARI VE D-100 KARAYOLU AVCILAR PENDİK AKSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN** .....

**İstanbul Teknik Üniversitesi**

**Jüri Üyeleri :** **Doç. Dr. Murat ERGÜN** .....

**İstanbul Teknik Üniversitesi**

**Öğr. Gör. Dr. Murat BÜYÜK** .....

**Sabancı Üniversitesi**

**Teslim Tarihi : 4 Mayıs 2018**  
**Savunma Tarihi : 4 Haziran 2018**





*Annem ve Babama,*



## ÖNSÖZ

Bu tezi hazırlamamda bana yardımcı olan, her türlü bilgi ve birikimini benimle paylaşan, kapısını her zaman bana ve sorularıma açık olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN'a gönülden teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim süresince hem çalışıp hem de yüksek lisans yapmama olanak sağlayan Ulusal Gayrimenkul Değerleme A.Ş ve T.C. Pendik Belediye Başkanlığına desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her türlü yardımını aldığım değerli arkadaşlarım Nuri Gençay GENÇ'e, Ömür Can ODABAŞ'a, Emin Emre DEMİRÖRS'e, Uğur Can SONARA'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmam kapsamında arazide yaptığım çalışmalarda bana eşlik eden ve yardımını aldığım kuzenim Şükrü Can Acar'a teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar tüm maddi ve manevi desteklerinden dolayı beni destekleyen arkadaşlarıma teşekkür dileklerini sunarım. Bu tezi çocukları olmaktan gurur duyduğum annem Sultan YÜRÜR'e ve rahmetli babam Rahmi YÜRÜR'e ithaf ediyorum.

Haziran 2018

Fethi YÜRÜR  
İnşaat Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖNSÖZ</b> .....	vii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	ix
<b>KISALTMALAR</b> .....	xi
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	xiii
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	xv
<b>ÖZET</b> .....	xvii
<b>SUMMARY</b> .....	xix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Tezin Amacı .....	2
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	3
<b>3. ÇARPMA YASTIĞI</b> .....	11
3.1 Çarpma Yastığı Elemanları .....	11
3.1.1 Korunan cisim.....	11
3.1.2 Korunan cismin ön yüzü.....	11
3.1.3 Çarpma yastığı grubu.....	11
3.1.4 Çarpma yastığı başı.....	12
3.1.5 Çarpma yastığının yapısal bölüm uzunluğu (L) .....	12
3.1.6 Çarpma yastığının genişliği (W).....	12
3.1.7 İncelme açısı .....	12
3.2 Çarpma Yastıkları İçin Yapılan Testler .....	13
3.2.1 TS EN 1317-3'e göre taşıt çarpma deneyleri .....	13
3.2.2 Performans seviyeleri .....	15
3.2.3 Çarpma yastığının davranışı .....	15
3.2.4 Deney taşıtının davranışı .....	15
3.2.5 ABD ulusal karayolu ve ulaştırma birliğine göre çarpışma deneyi.....	16
<b>4. İSTANBUL D-100 KARAYOLU VE BAĞLANTI YOLLARINDA ÇARPMA YASTIKLARININ KULLANIMI</b> .....	19
4.1 İstanbul D-100 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma Yastıklarının Kullanım Noktaları Ve Çeşitleri.....	20
4.2 İstanbul D-100 karayolunda çarpma yastıklarının eksik bulunduğu noktalar .....	28
<b>5. ALTERNATİF ÇARPMA YASTIKLARI</b> .....	41
5.1 Absorb 350 Anchorless Crash Cushion (Demirsiz Çarpışma Yastığı).....	41
5.2 SMA City .....	42
5.3 SMA Tree.....	43
5.4 EASI-Cell Cluster Crash Cushion System (Küme Sistemli Çarpma Yastığı).....	43
5.5 Tensile Elastic Spring System Çarpma Yastığı .....	44
5.6 Hex-Foam Sandviç Sistem Çarpma Yastığı .....	45
5.7 Reusable Energy Absorbing Crash Terminal (REACT) 350 Çarpma Yastığı Sistemi .....	45
5.8 Hybrid Energy Absorbing Reusable Terminal (HEART) Sistem Çarpma Yastığı ....	46

<b>6. ÇARPIŞMA YASTIKLARININ ÜRETİM, BAKIM VE ONARIM MALİYETLERİ .....</b>	<b>47</b>
6.1 Çarpışma Yastığının Üretim Maliyeti .....	47
6.2 Çarpışma Yastığının Onarım Maliyeti .....	48
<b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>51</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>57</b>



## KISALTMALAR

<b>AASHTO</b>	: American Association Of State Highway And Transportation Officials
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>AMS</b>	: Automation Manufacturing Services
<b>BOSB</b>	: Beylikdüzü Organize Sanayi Bölgesi
<b>CEN</b>	: Avrupa Standardizasyon Komitesi
<b>EASI</b>	: Energy Absorption System Incorporated
<b>EN</b>	: Avrupa Standartları
<b>EURO</b>	: Avrupa Birliği Para Birimi
<b>FHWA</b>	: United States Federal Highway Administration
<b>HEART</b>	: Hybrid Energy Absorbing Reusable Terminal
<b>İBB</b>	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
<b>MASH</b>	: Manuel for Assessing Safety Hardware
<b>Km</b>	: Kilometre
<b>REACT</b>	: Reusable Energy Absorbing Crash Terminal
<b>Sa</b>	: Saat
<b>SMA</b>	: Safety Moduler Absorber
<b>TEM</b>	: Transportation European Motorway
<b>TESS</b>	: Tensile Elastic Spring System
<b>TC</b>	: Çarpma Yastığı Deneyi
<b>TS</b>	: Türk Standartları
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>USD</b>	: Amerikan Doları



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 3.1</b> : Çarpma yastıkları için taşıt çarpma deneyi tarifleri .	14
<b>Çizelge 3.2</b> : Çarpma yastıkları için performans sınıfları .	15
<b>Çizelge 3.3</b> : MASH09'a göre çarpma yastıkları için test seviyeleri .	17
<b>Çizelge 3.4</b> : Çarpma testlerindeki test araçlarının statik ağırlıkları alt ve üst sınırları .	17
<b>Çizelge 4.1</b> : İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı yollarında çarpma yastıklarının (Tau P60 ve Tau P80) kullanım yerleri .	21
<b>Çizelge 4.2</b> : İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında çarpma yastıklarının (Tau P-100 ve Tau L-100) kullanım yerleri .	24
<b>Çizelge 4.3</b> : İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında çarpma yastıklarının (Tau M-60 ve Tau M-80) kullanım yerleri .	25
<b>Çizelge 4.4</b> : İstanbul Anadolu Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında çarpma yastıklarının (Tau P-60 ve Tau P-80) kullanım yerleri .	26
<b>Çizelge 4.5</b> : İstanbul Anadolu Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma Yastıklarının (Tau P-100 ve Tau L-100) Kullanım Yerleri .	27
<b>Çizelge 4.6</b> : İstanbul Anadolu Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma yastıklarının (Tau M-60 ve Tau M-80) kullanım yerleri .	28
<b>Çizelge 4.7</b> : İstanbul Avrupa Yakası çarpma yastığı eksikliği olan noktalar .	30
<b>Çizelge 4.8</b> : İstanbul Anadolu Yakası çarpma yastığı eksikliği olan noktalar .	36
<b>Çizelge 6.1</b> : Fayda Maliyet Analizinde Kullanılan Maliyetler Ve Boyutları .	48
<b>Çizelge 6.2</b> : ABD Ulusal Karayolu Araştırma Programı Ortalama Onarım Maliyetleri .	49



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : İstanbul'da önlem alınmadan yeterince korunamayan yol ayrımı Pendik Kaynarca durağı önü. ....	3
Şekil 2.2 : İstanbul'da önlem alınmadan yeterince korunamayan yol ayrımı Kartal Yakacık Mevkii. ....	4
Şekil 2.3 : İstanbul'da önlem alınmadan yeterince korunamayan yol ayrımı Haliç Edirnekapı Ayrımı. ....	4
Şekil 2.4 : E-5 Karayolu Kartal istikameti Göztepe Mevkiinde meydana gelen trafik kazası. ....	5
Şekil 2.5 : E-5 Karayolu Gebze Mevkiinde meydana gelen trafik kazası. ....	6
Şekil 2.6 : İstanbul'da D100 karayolunda refüje araç girmesini önlemek için kullanılan ithal çarpma yastığı. ....	7
Şekil 2.7 : Çarpma yastığına 1500 kg ağırlığındaki aracın 80 km/sa hızla çarpması durumunda ortaya çıkan hafif hasar. ....	8
Şekil 2.8 : İlk kez 1955 yılında John Fitch tarafından geliştirilmiş kum dolu varillerden oluşan Fitch çarpma yastığının günümüzde kullanımı . ....	9
Şekil 2.9 : Texas Karayolları Enstitüsü tarafından 1960 yılında geliştirilen çarpma yastığı . ....	10
Şekil 3.1 : Çarpma yastığı elemanları . ....	12
Şekil 3.2 : Çarpma yastığında incelme açısı . ....	13
Şekil 3.3 : Deney 1-2-3-4-5 için taşıt yaklaşım yolları . ....	14
Şekil 3.4 : Taşıtın çarpma sonrası hareket alanı . ....	16
Şekil 3.5 : Çarpma yastıkları için çarpışma durumları . ....	18
Şekil 3.6 : Çarpma yastıkları için çarpışma durumları devamı . ....	18
Şekil 4.1 : E-5 Karayolu Florya Mevkiinde meydana gelen kaza . ....	19
Şekil 4.2 : Lindsay Corporation TAU çarpma yastığı tipleri . ....	20
Şekil 4.3 : E-5 Karayolu Beylikdüzü Avcılar istikameti Yakuplu-Beylikdüzü Organize Sanayi Bölgesi ayrımında kullanılan Tau P-80 tipi çarpma yastığı. ....	21
Şekil 4.4 : Zincirlikuyu-Edirnekapı İstikameti Çağlayan Taksim Ayrımı Adalet Sarayı Önünde kullanılan Tau P-100 tipi çarpma yastığı kullanımı. ....	23
Şekil 4.5 : Topkapı-Okmeydanı İstikameti Aksaray Bayrampaşa Yan Yol Ayrımında kullanılan Tau M-80 tipi çarpma yastığının kullanımı. ....	24
Şekil 4.6 : TAU P-80 Kurtköy Pendik Bağlantı Yolu Aydınli Yol Ayrımı. ....	25
Şekil 4.7 : Kadıköy İstikameti Acıbadem Mevkii Trafik Kazası . ....	28
Şekil 4.8 : E-5 Karayolu Uzunçayır Mevkii Trafik Kazası. ....	29
Şekil 4.9 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Şükrübey mevkii. ....	31
Şekil 4.10 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Gümüşpala çıkışı. ....	31
Şekil 4.11 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Denizköşkler girişi. ..	31
Şekil 4.12 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Küçükçekmece çıkışı. ....	31
Şekil 4.13 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Küçükçekmece girişi. ....	32
Şekil 4.14 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Florya girişi. ....	32

Şekil 4.15 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Mahmutbey çıkışı. ....	32
Şekil 4.16 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Ataköy ayrımı. ....	32
Şekil 4.17 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Şirinevler çıkışı. ....	33
Şekil 4.18 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Bahçelievler ayrımı. ...	33
Şekil 4.19 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti İncirli girişi. ....	33
Şekil 4.20 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Veliefendi çıkışı. ....	34
Şekil 4.21 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Zeytinburnu çıkışı. ....	34
Şekil 4.22 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Ayvansaray çıkışı. ....	34
Şekil 4.23 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Haliç Köprü ayrımı. ...	34
Şekil 4.24 : Avrupa Yakası Zincirlikuyu istikameti çarpma yastığı eksik noktaları.	35
Şekil 4.25 : Avrupa Yakası Zincirlikuyu istikameti çarpma yastığı eksik noktaları devamı. ....	35
Şekil 4.26 : Tuzla istikametinde Göztepe Medikal Park Hastanesi önü. ....	37
Şekil 4.27 : Tuzla istikametinde İçerenköy çıkışı. ....	37
Şekil 4.28 : Tuzla istikametinde Küçükyalı çıkışı. ....	37
Şekil 4.29 : Tuzla istikametinde Kara Yolları Müdürlüğü mevki. ....	38
Şekil 4.30 : Tuzla İstikametinde İdealtepe Çıkışı. ....	38
Şekil 4.31 : Tuzla istikametinde Sancaktepe çıkışı. ....	38
Şekil 4.32 : Tuzla istikametinde Esentepe çıkışı. ....	39
Şekil 4.33 : Tuzla istikametinde İETT garaj önü E-5 girişi. ....	39
Şekil 4.34 : Anadolu Yakası Tuzla istikameti çarpma yastığı eksik noktaları. ....	40
Şekil 4.35 : Anadolu Yakası Tuzla istikameti çarpma yastığı eksik noktaları devamı. ....	40
Şekil 4.36 : Anadolu Yakası Tuzla istikameti çarpma yastığı eksik noktaları devamı. ....	40
Şekil 5.1 : Absorb 350 Demirsiz Çarpışma Yastığı .....	41
Şekil 5.2 : SMA Firması Şehir İçinde Kullanım Amaçlı Çarpma Yastığı .....	42
Şekil 5.3 : SMA Firması Ağaç Çarpma Yastığı .....	43
Şekil 5.4 : EASI-Cell Küme Sistemli Çarpma Yastığı . ....	44
Şekil 5.5 : TESS Çarpma Yastığı .....	44
Şekil 5.6 : Hex-Foam Sandviç Sistem Çarpma Yastığı . ....	45
Şekil 5.7 : Reusable Energy Absorbing Crash Terminal (REACT) 350 Çarpma Yastığı Sistemi . ....	46
Şekil 5.8 : Hybrid Energy Absorbing Reusable Terminal (HEART) Sistem Çarpma Yastığı. ....	46

## ÇARPMA YASTIKLARI VE D-100 KARAYOLU AVCILAR – PENDİK AKSİNİN İNCELENMESİ

### ÖZET

İnsanlık tarihinin en önemli unsurlarından biri olan ulaştırma, tüm tarih boyunca kayda değer bir öneme sahip olmuştur. İnsanoğlu tarihinin ilk evrelerinde kıtlık, savaş gibi sebeplerden dolayı yapılan göçler ile insanoğlu ulaşımın bir parçası olmuştur. İnsanlık tarihinin ilerlemesi ve gelişmesi ile ulaştırma türleri ve araçları çeşitlenmiş ve modern çağın vazgeçilmezi haline gelmiştir. Günümüzde tüm insanlık Karayolu, Havayolu ve Denizyolu gibi ulaştırma türlerinden en az biri veya tamamı ile bir ilişki kurmuş ve hayatımızın önemli bir parçası olmuştur. Özellikle Karayolu Ulaştırması gerek maliyet gerek fiziki yeterlilik ve ulaşılabilirlik açısından diğer ulaştırma türlerinden bir adım öne çıkmıştır.

Karayollarının diğer ulaştırma türlerine göre daha çok insan ile etkileşim kurması, bireysel hatalara daha yatkın olması sebebiyle trafik güvenliği açısından daha fazla önem verilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Ne yazık ki dünyada ve ülkemizde en fazla can ve mal kaybı karayolları ulaştırmasında meydana gelmektedir. Trafik kazaları kısa ve uzun vadeli sonuçları sebebiyle modern çağın önünde duran vahim problemlerinden biridir. Bu sorunları aşmada Trafik Mühendislerine ve Ulaştırma Mühendislerine büyük bir görev düşmektedir.

Bu yüksek lisans tez çalışması çerçevesinde çarpma yastıklarının ilk kullanım türlerinden, günümüzde kullanılan çarpma yastıklarının elemanlarından bahsedilmiştir. Çarpma yastıkları ilk olarak Amerika Birleşik Devletlerinde çelik variller kullanılarak 1955 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Yine ABD’de petrol sanayinin gelişmesi ile çelik varillerin yanında plastik varillerde kullanılmaya başlamıştır. Gelişen araç teknolojisi ile araçların hızlarının artması, araç kullanıcı sayısının artması, karayolu standartlarının yükselmesi ve teknolojik ilerlemeler sonucunda refüjlerde, yol ayrımlarında, ücretli geçiş noktalarında meydana gelen kazaların şiddetinin artması ve ciddi can ve mal kaybına neden olması sebebiyle şiddetli çarpmalara dayanıklı modern anlamda çarpma yastıklarının tasarlanmasını sağlamıştır.

Bu tez çalışmasında modern anlamda çarpma yastıklarının performans seviyelerini belirlemek için TS EN – 1317-3 standartlarına göre yapılması gereken çarpma yastığı deneyleri incelenmiş ayrıca ve MASH09 (ASHTO) standardında belirtilen çarpma yastığı testlerinden kısaca bahsedilmiştir. TS EN – 1317 – 3 Avrupa Standardizasyon Komitesi tarafından kabul edilen EN-1317-3 olduğu gibi kabul edilerek Türk Standardı olarak kabul edilmiştir. Bu standartta göre aracın çarpma yastığına 5 farklı noktadan 50 km/sa, 80 km/sa, 100 km/sa, 110 km/sa, gibi farklı hızlarda ve farklı araç kütlesi ile yapılarak uygun çarpma yastığının belirlenmesinden bahsedilmiştir. MASH09’a göre ise TS EN-1317-3’e farklı olarak pick-up denilen araçlar için yapılan testlerden ve taşıtın çarpma yastığına yaklaşım yönlerinden bahsedilmiştir.

İncelenen bu deneylerden yola çıkarak İstanbul'da kullanılan çarpma yastıklarının mevcut durumları ve eksiklikleri incelenmiş olup İstanbul il sınırları içerisinde E-5 Karayolu ile bağlantı yollarında kullanılan çarpma yastığının tiplerinden bahsedilmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğü yetkililerinden alınan veriler ile çarpma yastığının kullanıldığı noktalar tablolar halinde gösterilmiştir. E-5 Karayolu Avcılar, Pendik güzergâhında yapılan arazi çalışmalarında E-5 Karayoluna giriş ve çıkış noktasında çarpma yastığı kullanılması gereken noktalar belirlenmiş ve yasal hız sınırları ile çarpışma durumları göz önüne alınarak kullanılması gereken çarpma yastığı hakkında kamu ve özel sektöre önerilerde bulunulmuştur. E-5 Karayolu gibi her gün milyonlarca araç ve yaya tarafından kullanılan yolun sadece ana arterinde Avrupa Yakasında 18 noktada, Anadolu Yakasında ise 28 noktada eksik bulunduğu tespit edilmiştir. Bu eksiklikler sadece Avcılardan Pendik istikametine doğru olup tersi istikamette de benzer çıkışların olması sebebiyle yaklaşık aynı değerdedir. Bu eksik noktalara E-5 yan yolundan şehir içi ayrımlarına ayrılan noktaları da eklersek bu sayının çok daha yukarı çıkacağı açıktır. Bu yüzden gerekli önlemlerin ilgili kamu kurumları tarafından acilen ele alınmasında ve çözümlenmesinin son derece önemlidir.

Çarpma yastıklarının ithal olması ve ülkemizde döviz kurunun yüksek olması sebebiyle maliyetinin çok yüksek olduğu açıktır. Tez çalışması kapsamında kamu ve özel sektöre bilgi olması amacıyla çarpma yastıklarının maliyeti ile ilgili yapılan araştırmalarda farklı tip çarpma yastıklarının yapım ve onarım maliyetlerinden, bazı üretici firmaların yetkililerinden görüşler alınmış ve tezde kısaca bahsedilmiştir.

Bu tez çalışmasında ayrıca teknolojiadaki gelişmeler ışığında farklı kullanım amacı ile üretilen çarpma yastıklarından bahsedilmiştir. Giderek artan şehirleşme ve paralelinde büyüyen kent içi yollarda da birçok şiddetli kaza meydana gelmektedir. Bu yüzden farklı çarpma yastığı üretici firmaları tarafından şehir içi yollarda, refüjlerde ve ağaç önlerinde kullanılan alternatif çarpma yastıklarından bahsedilmiştir. Özellikle İstanbul gibi bir metropolde şehir içi yollarımızın kapasitesini düşündüğümüzde tezde bahsedilen gibi çarpma yastıklarının kullanılması ülkemiz ve şehrimiz için önem arz etmektedir. Malzeme teknolojisindeki ilerlemeler sonucunda tasarlanan farklı çarpma yastığı çeşitlerinde de kısaca bahsedilmiştir.

## **CRASH CUSHIONS AND A STUDY OF THE D-100 HIGHWAY AVCILAR - PENDIK ROUTE**

### **SUMMARY**

One of the most important elements of human history, transport has possessed considerable importance throughout history. Mankind became a part of transport with the migrations that took place due to such reasons as war and famine during the early eras of human history. As mankind advanced and developed over time so the types of transport and vehicles diversified and became indispensable for the modern age. In the present day all of mankind has developed a relationship with one or all of such modes of transport as roads, the skies or the seas, and this has become an important part of our lives. Road transport in particular has emerged ahead of the other forms of transport in terms of cost, physical sufficiency and accessibility.

Given that people are prone to make mistakes, the fact that mankind has developed a greater interaction with roads than with the other forms of transport has given rise to the need to take more precautions with respect to traffic safety. Unfortunately, the greatest losses of life and property occur while travelling on roads both in our country and throughout the world. When the data from the World Health Organization (WHO) are examined, it is seen that these rates are very high in our country compared to the developed countries. Again according to the same data, economic losses in the aftermath of traffic accidents are a major problem for our country. Due to their short- and long-term consequences road traffic accidents stand as one of the most important problems of the modern age. The majority of the accidents occurring in our country, according to the Turkish statistics agency data, was seen to be caused by driver faults. It is extremely important to make the engineering calculations necessary to reduce the number of accidents caused by driver faults. Making and designing forgiving ways to prevent such mistakes is crucial to minimize the loss of life and property. One of the greatest tasks in overcoming this problem falls to Traffic Engineers and Transport Engineers.

Within the scope of this post-graduate degree study we mention the first types of crash cushions used and the component parts of the crash cushions in use today. Crash cushions were first used in the United States of America in 1955 using steel barrels. As the oil industry developed in the United States plastic barrels began being used instead of steel ones. The force of road traffic accidents and the loss of life at traffic islands, junctions and toll booth lanes as a result of technological improvements, increasing road standards and an increase in the number of drivers and vehicle speeds due to advancing vehicle technology have led to modern crash cushions being designed to withstand violent crashes.

This thesis studies the crash cushion tests that need to be carried out in accordance with the TS EN-1317-3 standard in order to determine the performance levels of modern crash cushions, and also briefly talks about the crash cushion tests stated in the MASH09 (ASHTO) standard. TS EN - 1317 - 3 was accepted as the Turkish

Standard by adopting EN-1317-3, which was accepted by the European Standardization Committee. The study discusses how crash cushions meeting this standard are identified by carrying out crash tests using vehicles of different masses travelling at different speeds such as 50 kph, 80 kph, 100 kph and 110 kph hitting the crash cushion at five different points. Also discussed are the MASH09 tests, which differ from the TS EN-1317-3 standard in that they are carried out for vehicles known as pick-up trucks, and the directions from which the vehicle approaches the crash cushion.

Using these examined tests as a starting point, the crash cushions used in Istanbul are examined in terms of their current condition and failings and the types of crash cushion used on the exit/joining ramps for the E-5 highway within Istanbul city limits are discussed. The locations where crash cushions are used are displayed in tabular form using data given by the Istanbul Metropolitan Municipality Road Maintenance and Repair Directorate authorities. Field studies carried out along the Avcılar-Pendik route of the E-5 Highway identified the locations at the E-5 exit and joining ramps where crash cushions need to be used and suggestions were given to both the public and private sector concerning the crash cushions that should be used considering the legal speed limits and crash circumstances.

Crash cushions were found to be missing at 18 locations on the European Side and 28 locations on the Anatolian Side of the E-5 highway, which is a main artery used by millions of vehicles and pedestrians every day. These are just the missing locations on the Avcılar-Pendik route alone and roughly the same amount exist going in the other direction given the similar number of exit ramps. If we add those locations along the E-5 set aside for city-center exits to these missing locations it is clear that this number is going to be much higher. Therefore, it is of paramount importance that the necessary measures be urgently taken up by the relevant public authorities and the situation resolved. In this thesis study it is suggested that the crash cushions to be used at these missing locations are able to withstand crashes of up to 80 kph considering the speed limits along the E-5 highway.

Considering the crash cushions are imported and that the foreign currency exchange rate in this country is high, it is clear that the cost is going to be very high. Within the scope of this study the construction and repair costs of different types of crash cushions covered in studies involving the cost of crash cushions for the purpose of informing the public and private sectors are discussed, and the opinions of executives from various manufacturing firms are also noted and discussed briefly.

It is anticipated that the cost of installing crash cushions at those locations where they are missing will in the region of 690,000 US Dollars considering the production costs obtained as a result of a study carried out in the United States. The cost for the SMA 80P type crash cushion, which was developed by the Italian AMS Company, is anticipated to be around 230,000 Euros considering the product prices quoted by company officials. Given the very high cost of both these products, which are made by different firms, it is vitally important that these cushions are made using local means.

As the current account deficit of our country increases year by year, and upward movement of exchange rates increases the cost of these products day by day, it becomes difficult for the relevant administrations to use these products. In our country, and especially in Istanbul, the lack of collision cushions at many points in the road network, so it is vital that we produce collision cushions with our own

facilities because we need to use these products. These products, which will be designed for the needs within the country, will also be an important means of export for our country. Owing to the fact that our country is close to the Middle East and the Balkans, and because the production costs are better than those of other producer countries, domestic product crash cushions will be a good alternative for users.

In the light of advances in the technology, this study also discusses the crash cushions that are being manufactured for different uses. Increasing urbanization and the corresponding increase in inner-city roads have led to many violent accidents on the roads. Therefore, this study also discusses the alternative crash cushions made by different crash cushion manufacturers and used on inner-city roads, traffic islands and in front of trees. Considering the capacity of our inner-city roads, particularly in a metropolitan city like Istanbul, the use of crash cushions as discussed in this study is important for both our city and our country. The various different types of crash cushion that have been designed as a result of advances in material technology are also discussed briefly in this study.

As a result of advances in material technology, collision pads have been developed by manufacturers that are made of different materials and shapes. Impact cushions, especially made from plastic materials called high density polyethylene, have been used by crash cushion builders in recent years. The most important feature of this type of collision cushion is that the elasticity of the structure during impact ensures that the vehicle can safely stand by absorbing the kinetic energy of the vehicle. This product is preferred owing to changing back into the original shape after the accident upon being squeezed during the impact and also being economical compared to other impact pillows. The advantages of a crash pad made using elastic springs made of steel with low maintenance and repair costs, just as collision pads made from plastic materials called high density polyethylene, are mentioned.



## 1. GİRİŞ

Trafik kazaları toplumun yaşayış düzenini ve sağlığını çok önemli derecede etkilemektedir. Dünyada trafik kazaları yüksek ölüm oranına, sakatlık ve iş gücü kayıplarına neden olduğundan dolayı bir toplumun problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Trafik kazaları, insan sağlığını, moralini, motivasyonunu, iş gücünü ve yaşam kalitesini etkilemektedir. Bunun sonucunda da insanlar üzerinde fiziksel ve ruhsal hasarlar meydana getirmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre Türkiye karayollarında her yıl 100.000 kişiden 8,9'u trafik kazaları sonucu ölmektedir. Yine aynı verilere göre bu oran Avrupa Birliği ülkelerinde ortalaması 9,3 kişi, Almanya'da 4,3 kişi Fransa'da ise 5,1 kişidir. Türkiye'de meydana gelen trafik kazaları nedeni ile ölen insanların sayısı Avrupa Birliği ile nüfus düzleminde karşılaştırıldığında, ortalama bir değerdedir. Buna rağmen Almanya'da trafiğe kayıtlı araç sayısı 52.391.000 iken Türkiye'de bu sayı 17.939.447'dir [1]. TÜİK verilerine göre bu sayı 2018 Şubat ayı itibari ile 22.377.559'a yükselmiştir [2].

Yollarda, daha az sayıda araç ile çoğu ülkeye göre, daha çok ölümlü kazalar yapılması, trafik kazalarının, ülkemiz için ne denli büyük bir problem olduğunu göstermektedir. Türkiye İstatistik Kurumunun verilerine göre 2016 yılı içerisinde ülkemiz karayolu ağında toplam 1.182.491 adet trafik kazası meydana gelmiş olup bu kazaların 997.363 âdeti maddi hasarlı 185.128 adedi ise ölümlü yaralanmalı trafik kazasıdır. Bu ölümlü yaralanmalı trafik kazalarına sebep olan 213.149 kusurun 190.954'ü sürücü kazalarından meydana gelmiştir [3].

Ülkemizde meydana gelen kazalarına sebep olan kusurların kayda değer sayıda çoğunlukla sürücü kusurlarından meydana geldiği TÜİK verileri incelendiğinde görülmüştür. Bu sürücü kusurlarını genelde araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak, arkadan çarpmak, aşırı hızlı araç kullanmak, doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymama, geçme yasağı olan yerlerden geçmek, kavşaklarda geçiş önceliğine uymamak, şerit ihlali yapma gibi kusurlardır. Bu kusurlardan dolayı meydana gelen trafik kazalarından dolayı doğabilecek can ve

mal kaybını azaltmak için kaza yapan araçların otoyol içerisinde tutmak, şarampole yuvarlanmasına engel olmasına ve diğer araçlara zarar vermeyecek şekilde durdurulması, yol ayrımlarında bulunan levhalara, direklere saplanmaması çok önemlidir. Bunu sağlayan en önemli trafik güvenlik elamanı ise otokorkuluklardır. Günümüzde birçok otokorkuluk tipi kullanılmakta olup yollarda meydana gelen birçok kazada önemli görevler üstlenmekte can ve mal kaybını en aza indirilmesine yardımcı olmaktadır. Ancak gerektiği gibi dizayn edilmemiş, gerekli hesaplamaları doğru yapılmamış otokorkuluklar kaza sırasında beklenmedik sonuçlar doğura bilmekte ciddi ölümlü ve yaralanmalı kazalara neden olmaktadır. Özellikle yol ayrımlarında, refüjlerde, gişe geçiş noktalarında kullanılan çelik ya da rijit otokorkulukların bitim noktalarının enerji absorbe edici herhangi bir malzeme ile detaylandırılmaması ciddi sonuçlara yol açmaktadır. Bu yüzden yol ayrımlarındaki, gişelerdeki, refüjlerdeki otokorkuluğun, bitim noktalarında kullanılan enerji absorbe edici ekipmanlar çok önemlidir. Ayrıca kavşak ayrımlarında, refüjlerde, ana yoldan tali yollara veya tam tersi tali yoldan ana yola girişlerde de bu enerji absorbe edici mekanizmalar kullanılmalıdır. Günümüzde bu sorunların çözümü için çarpma yastık tasarımları geliştirilmiştir.

Bu tezde, karayollarında kullanılan çarpma yastıklarının tarihçesi, tasarım çeşitleri, çarpma yastığı test ve kabul kriterlerinden ve D-100 Karayolu Avcılar-Pendik aksında Ankara istikametinde ve güzergâh gereği O-1 Bağlantı Yolu Ankara istikametinde kullanım potansiyeli olan noktalar incelenmiş ve çıkan sonuçlar irdelenmiştir.

## **1.1 Tezin Amacı**

Karayollarında trafik kazaları sonucu meydana gelen can ve mal kaybını en aza indirmek için birçok güvenlik ekipmanı kullanılmaktadır. Bu tezde yol ayrımı, ücret toplama gişeleri önünde, ağaç veya direk önlerinde, tünel giriş veya içinde kullanılan çarpma yastıklarının tasarım ilkeleri, çarpma yastığının seçim kriterleri, çarpma test detayları incelenmiş ayrıca D-100 Karayolu Avcılar-Pendik aksında Ankara yönünde kullanılan çarpma yastıklarının artıları ve eksik yönleri değerlendirilerek önerilerde bulunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Trafik ve yol güvenliği sorunu ve karayollarında meydana gelen kazalar ülkemizde ve dünyada ciddi bir sağlık sorunu oluşturmaktadır. Bu problemin aşılmasında en önemli etkenler erken yaşta trafik eğitimi verilmesi, akıllı teknolojinin desteği sayesinde cezai işlemler kullanılarak sürücülerin sorumsuz davranış ve ihlallerinin azaltılması, kazalarda acil yardımın gecikmeden olay yerine ulaşabilmesi ve karayolu ulaşımında mühendislik önlemleri ve tasarımlarının kullanılarak affedici yollar oluşturulmasıdır. Sürücüsüz otonom araç teknolojisi dünyada yaygınlaşana kadar insan kusurlarının kazaların oluşmasında en büyük paya sahip olacağı açıktır. Araç sürücüsüne trafikte yardımcı olmak, kaza yapmasını mühendislik yöntemleri ile önlemek ve eğer kaza kaçınılmaz ise en hafif şekilde atlatmasını sağlamak önemli bir sorumluluktur. Fakat trafikte kazalar, can ve mal kayıpları yine de devam edecektir. Bu sebepten dolayı araçların kazaya karışmaları durumunda araç içerisindekilere gelecek darbe şiddetlerinin azaltılması önem taşımaktadır. Şekil 2.1, Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’de İstanbul’da önlem alınmadan veya etkisiz önlem alınarak yeterince korunamayan birkaç yol ayrımının resmi bulunmaktadır.



**Şekil 2.1** : İstanbul’da önlem alınmadan yeterince korunamayan yol ayrımı Pendik Kaynarca durağı önü.



**Şekil 2.2 :** İstanbul'da önlem alınmadan yeterince korunamayan yol ayrımı Kartal Yakacık Mevkii.



**Şekil 2.3 :** İstanbul'da önlem alınmadan yeterince korunamayan yol ayrımı Haliç Edirnekapı Ayrımı.

Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'te gösterilen resimlerde ise araçların bu tip yol ayırmlarına yaklaştıklarında yoldan çıkmak veya yolda kalmak arasında tereddüt etmeleri sonucunda ayırımın ortasına bulunan alana girmesi sonucu meydana gelen feci kazalar gösterilmektedir. Bu tip bir kazada aracın önüne bariyer çıkması durumunda bariyer araca saplanmakta ve içerisindekileri yaralamakta, direk veya kolon çıkması durumunda ise çarpma esnasında araç ezilmekte, araç içerisindeki yolcular sıkışmakta ve darbe şiddetinden dolayı yaralanmaktadır. Darbenin şiddetine göre yaralanma seviyeleri de artmaktadır. Araç emniyetini sağlayıcı regülasyonlar ön görmediğinden, modern araç yapıları da dahil olmak üzere, araç tasarımları böylesine lokal ve yüksek ivmelere yol açan darbelere karşı tasarlanmamaktadır. Dolayısıyla, bu tür noktasal çarpışmalar bir araç ve yolcuları için en istenmeyen durumdur. Trafik güvenliği açısından bakıldığında bu kazaların meydana gelmesi önlenemeyebilir fakat uygun affedici mühendislik önlemleri kullanılarak kazanın şiddetinin azaltılması, can ve mal kayıplarının asgariye indirilmesi sağlanabilir.



**Şekil 2.4 :** E-5 Karayolu Kartal istikameti Göztepe Mevkiinde meydana gelen trafik kazası[4].

Karayolunun kenarında, ayırım alanlarında veya refüjde bulunan ağaç, direk, duvar, bariyer gibi geniş, dar ve/veya rijit engellere araçların çarparak ezilmesini ve

bariyerin araca saplanması önlemek için kullanılan en etkili affedici mühendislik önlemi çarpma yastık tasarımlarıdır. Engelin şekli, genişliği ve konumuna bağlı olarak kullanılan çarpma yastıkları engelin hemen ön tarafına yerleştirilir. Şekil 2.6’te İstanbul’da D100 güzergâhı üzerindeki bir refüjde bulunan çelik bariyeri ve rijit direği korumak için kullanılmış bir çarpma yastığı uygulaması gösterilmektedir.

Çarpma yastıkları bir araç ile karayolundaki sabit bir nesne arasında çarpışmanın gerçekleşebileceği yerlerde kullanılır. Çarpma yastıkları aracın kinetik enerjisini emerek güvenli bir şekilde durmasını sağlamalıdır.



**Şekil 2.5** : E-5 Karayolu Gebze Mevkiinde meydana gelen trafik kazası[5].

Karayolunun kenarında, ayırım alanlarında veya refüjde bulunan ağaç, direk, duvar, bariyer gibi geniş, dar ve/veya rijit engellere araçların çarparak ezilmesini ve bariyerin araca saplanmasını önlemek için kullanılan en etkili affedici mühendislik önlemi çarpma yastık tasarımlarıdır. Engelin şekli, genişliği ve konumuna bağlı olarak kullanılan çarpma yastıkları engelin hemen ön tarafına yerleştirilir. Şekil 2.6’te İstanbul’da D100 güzergâhı üzerindeki bir refüjde bulunan çelik bariyeri ve rijit direği korumak için kullanılmış bir çarpma yastığı uygulaması gösterilmektedir.

Çarpma yastıkları bir araç ile karayolundaki sabit bir nesne arasında çarpışmanın gerçekleşebileceği yerlerde kullanılır. Çarpma yastıkları aracın kinetik enerjisini emerek güvenli bir şekilde durmasını sağlamalıdır.



**Şekil 2.6 :** İstanbul'da D100 karayolunda refüje araç girmesini önlemek için kullanılan ithal çarpma yastığı.

Bu veya benzer özellikteki yastıklara çarpan bir araçta meydana gelen hasar ise Şekil 2.7'te gösterilmektedir. Araç yastığa çarptığında kademe kademe yavaşladığı, ani bir darbeye maruz kalmayacağı ve bariyerin araç içerisine girme riski bulunmadığı için yolcuların yaralanma risklerinin oldukça azalacağı belirlenmiştir. Şekil 2.5 ve 2.7'te kaza sonrası ortaya çıkan araç hasarı karşılaştırıldığında bu durum daha iyi anlaşılabilir. Maalesef, Türkiye'de sadece İstanbul'da D-100 karayolu üzerinde kısa bir güzergâhta bulunan bu yastıklar İtalya'dan ithal edildiği için yüksek maliyetlidir. Çarpma yastıklarına olan ihtiyaç, ülkemizde yol ayrımlarında ve yol kenar bölgelerine meydana gelen kazaların sayı ve şiddetlerinin artmaya başlamasıyla görünür hale gelmiştir.



**Şekil 2.7 :** Çarpma yastığına 1500 kg ağırlığındaki aracın 80 km/sa hızla çarpması durumunda ortaya çıkan hafif hasar [6].

Genel olarak metalden imal edilen bu tasarımlar bazen plastik ile de desteklenerek hibrit şekilde kullanılmaktadır. Dünyada çok sayıda ülkede uygulamada olan bu tasarımların ilk örneği 1955 yılında araba yarışçısı John Fitch tarafından düşünülmüştür [7]. Şekil 2.8’de içi kum dolu variller kullanılarak oluşturulmuş Fitch çarpma yastığı gösterilmektedir. Bu tasarım genel olarak dünyada kabul görse de yandan çarpmada yetersiz olması, varillerin birbiri ile ayrık konulması, çarpan araçların yavaşlatılamaması, ateş ile karşılaşması durumunda yanıcı olması,

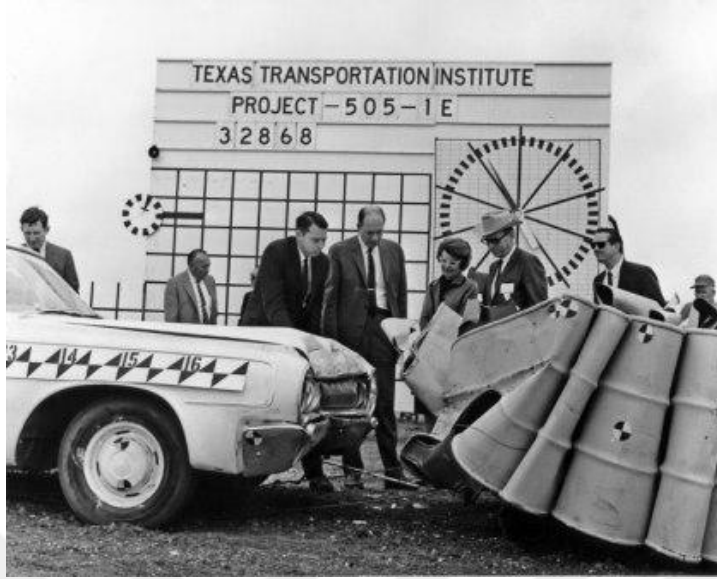
içerisindeki kumun çarpma esnasında yola savrulurken trafik kargaşası yaratması, uygulamada kullanılacak kum miktarı varilden varile değişiklik gösterdiği için uygulama hataları yapılabilmesi gibi nedenlerden dolayı kullanımı sınırlı kalmıştır.



**Şekil 2.8 :** İlk kez 1955 yılında John Fitch tarafından geliştirilmiş kum dolu varillerden oluşan Fitch çarpma yastığının günümüzde kullanımı [7].

Varillerin içerisine daha sonra su konulması düşünülse de plastikte zamanla meydana gelen çatlaklar veya sıcaklığın etkisiyle su kaybı oluşmuş ve yastık görevini yapamaz duruma gelmiştir. 1960 yılında Texas Transportation Institute tarafından geliştirilen ekonomik diğer bir tasarımda metal variller bir araya getirilerek bir sistem oluşturulmuştur. Şekil 2.9’da gösterilen bu tasarımda amaç, araç çarpması esnasında varillerin ezilmesi ile aracın kinetik enerjisinin azaltılması ve aracın yavaşlayarak güvenli bir şekilde durdurulmasıdır [8]. Varillerin birbirine çelik elemanlarla bağlanması ile tasarım daha da güçlendirilmiştir. 2000’li yıllardan sonra karayolunda seyreden araçların hızlarının artmaya başlaması, karayollarının standartlarının yükselmesi ve araç teknolojisindeki iyileştirmeler yol kenarı veya refüjde meydana

gelen kazaların şiddetinin artmasına ve dolayısıyla daha yüksek özelliklere sahip çarpma yastıklarının geliştirilmesine sebep olmuştur. [9,10].



**Şekil 2.9 :** Texas Karayolları Enstitüsü tarafından 1960 yılında geliştirilen çarpma yastığı [8].

FHWA (2013) referansında gösterildiği gibi, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Avrupa'da geliştirilmiş çok sayıda ve değişik özellikte çarpma yastıkları mevcuttur. Bu tasarımlar karayollarında gerek görülen yerlerde kullanılmaktadır. Ülkemizde ise çarpma yastığı ihtiyacı sorumlu idareler tarafından bilinmesine rağmen yüksek alım ve bakım maliyeti, yerli bir üretici olmaması ve bu konuda araştırma ve geliştirme faaliyetlerindeki yetersizliklerden dolayı kullanımı sınırlı kalmaktadır. Sadece İstanbul'da D-100 karayolunda ithal edilen 136 adet ürün bulunmaktadır[11]. Bu ürünlerin tamirati için gerekli yedek parçalar ise oldukça pahalıdır ve İBB bu soruna kalıcı bir çözüm bulma arayışındadır.

### **3. ÇARPMA YASTIĞI**

Çarpma yastığı bir motorlu araç çarpışması sonucu oluşan yapılara, araçlara ve sürücülere verilen hasarı azaltmak için tasarlanmış bir mekanizmadır. Çarpma yastıkları, çarpışan aracın kinetik enerjisini güvenli bir şekilde emmek için tasarlanmıştır. Çarpma yastıkları kinetik enerjiyi dağıtmak için kullanılan tasarım ölçülerine göre sınıflandırılabilir

Çarpma yastığı tipleri yola tekrar yönlendiren (redirective) ve yola tekrar yönlendirmeyen (non-redirective) çarpma yastıkları olmak üzere ikiye ayrılır [12].

#### **3.1 Çarpma Yastığı Elemanları**

Bir çarpma yastığı elemanları TS EN 1317'ye göre aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır.

##### **3.1.1 Korunan cisim**

Çarpma yastığının varlığıyla taşıt çarpmasından korunan unsur veya önlenen tehlikeyi ifade etmektedir [12].

##### **3.1.2 Korunan cismin ön yüzü**

Çarpma yastığının eksenine dik olarak çizilen düzleme en yakın yüzeyi ifade etmektedir [12].

##### **3.1.3 Çarpma yastığı grubu**

Sistem ve bileşenleri için aynı çalışma mekanizması kullanılarak farklı modeller oluşturmak, farklı şekiller ve performanslar elde etmek üzere kurulan çoklu performansa sahip ürünü ifade etmektedir [12].

### 3.1.4 Çarpma yastığı başı

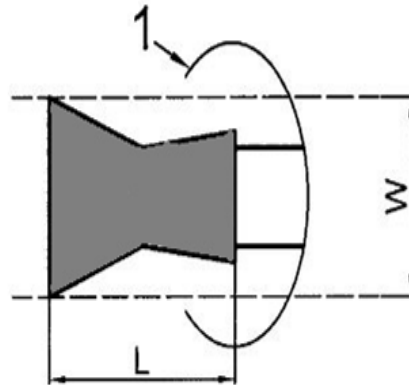
Çarpma yastığının yapısal başlangıç bölümünü ifade eder. Çarpmaya karşı sistemin önemli derecede direnç gösterdiği ilk nokta çarpma yastığı başıdır Şekil 3.1’de gösterilmektedir [12].

### 3.1.5 Çarpma yastığının yapısal bölüm uzunluğu (L)

Çarpma yastığının, çarpma noktalarını tarif etmek için kullanılan bölümünün uzunluğudur. Bir başka ifadeyle, istenilen performansa ulaşmak için çarpma yastığı başı ile sistemin en gerideki noktası arasında bulunması gereken boyuna doğrultudaki mesafedir Şekil 3.1’de gösterilmektedir [12].

### 3.1.6 Çarpma yastığının genişliği (W)

Çarpma yastığının taşıt yaklaşım ve uzaklaşma yüzleri arasında kalan, yastık eksenine dik olarak ölçülen azami yatay mesafedir şekil 2.1’de gösterilmektedir [12].



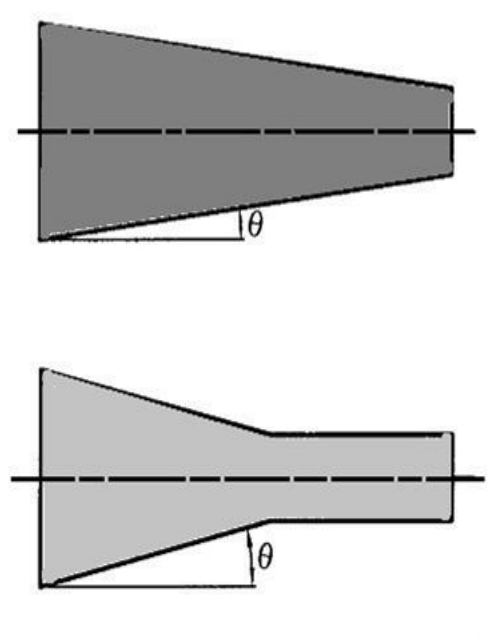
#### Açıklamalar

- 1 Yapısal olmayan başlık
- L Çarpma yastığının yapısal bölüm uzunluğu
- W Çarpma yastığı genişliği

Şekil 3.1 : Çarpma yastığı elemanları [11].

### 3.1.7 İncelme açısı

Çarpma yastığının eksenine paralel olarak çizilen doğru ile yastığın eğik yüzü arasında kalan azami açıyı ifade etmektedir Şekil 3.2’de gösterilmektedir [12].



### Açıklamalar

$\theta$  İncelme açısı

Şekil 3.2 : Çarpma yastığında incelme açısı [12].

## 3.2 Çarpma Yastıkları İçin Yapılan Testler

Yolların tasarımında, güvenlik kabullerine bağlı olarak özel konumlara çarpma yastıklarının yerleştirilmesi gerekebilmektedir. Bu çarpma yastıkları, taşıtın daha dirençli bir cisme çarpma şiddetini azaltmak için tasarlanır. Çarpma yastıklarının performans seviyelerini belirlemek için Avrupa Birliği Ülkelerinde Avrupa Standardizasyon Komitesi tarafından kabul edilen EN 1317-3 Standardına göre çarpışma testleri yapılmaktadır. Bu standardizasyon TS EN1317-3 olarak Türk Standartları Enstitüsü tarafından olduğu gibi kabul edilmiştir. ABD’de ise AASHTO (Amerikan Devleti Karayolları Ve Ulaştırma Birliği ) tarafından kabul edilen MASH (Manuel Assessing Safety Hardware) standartlarında belirtilen testlere göre çarpma yastıklarının performansı belirlenmektedir.

### 3.2.1 TS EN 1317-3’e göre taşıt çarpma deneyleri

Taşıt çarpma deneylerine ait tarifler, Çizelge 3.1’de verildiği gibi olmalıdır. Taşıtın çarpma yastığına çarpma yönleri Şekil 3.3’te gösterilmiştir.



### 3.2.2 Performans seviyeleri

Çarpma yastığı performans sınıfları Çizelge 3.2’de verildiği gibi olmalıdır. Çarpma yastıkları artan enerji yutma kapasitelerine göre sınıflandırılmıştır. Verilen bir performans seviyesinde deneye tabi tutularak yeterli bulunmuş bir çarpma yastığının düşük seviyelere ait deney şartlarını karşıladığı kabul edilmelidir [12].

**Çizelge 3.2 : Çarpma yastıkları için performans sınıfları [12].**

Seviye	Kabul Deneyi					
50	TC 1.1.50	-	-	-	TC 4.2.50*	-
80	TC 1.1.80	TC 1.2.80	TC 2.1.80	TC 3.2.80	TC 4.2.80*	TC 5.2.80*
100	TC 1.1.100	TC 1.2.100	TC 2.1.100	TC 3.2.100	TC 4.2.100*	TC 5.2.100*
110	TC 1.1.100	TC 1.2.110	TC 2.1.110	TC 3.3.110	TC 4.3.110*	TC 5.3.110*

\* Sadece yola tekrar yönlendiren çarpma yastıklarına ilişkin deneylerdir.

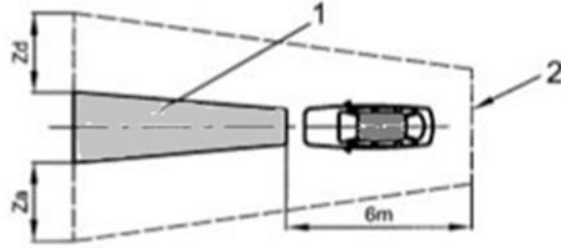
### 3.2.3 Çarpma yastığının davranışı

Çarpma yastığı elemanları, taşıtın yolcu bölümüne girmemelidir. Yolcu bölümünde, yolcularda ciddi yaralanmalara sebep olabilecek şekil değiştirmeler veya bu bölüme yastık elemanı girişleri olmamalıdır. Temeller, zemin ankrajları ve sabitleme elemanları, çarpma yastığının tasarımına uygun şekilde performans göstermelidir. Şekil değiştirmiş yastık, korunan cismin ön yüzünden daha ileriye geçmemelidir.

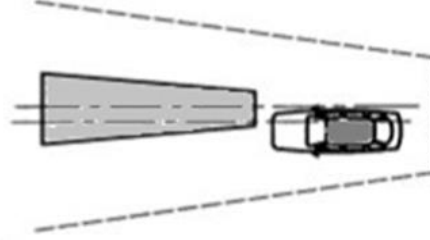
### 3.2.4 Deney taşıtının davranışı

Çarpma deneyi esnasında veya sonrasında taşıt takla atmamalıdır. Buna taşıtın yan yüzü üzerinde takla atması da dâhildir. Taşıtın çarpma sonrası hareket alanı Şekil 3.4 gösterilmiştir.

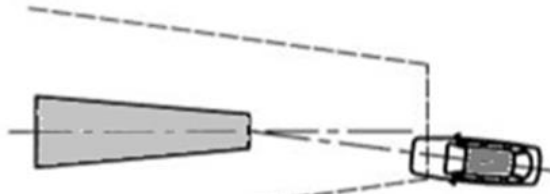
### Deney 1



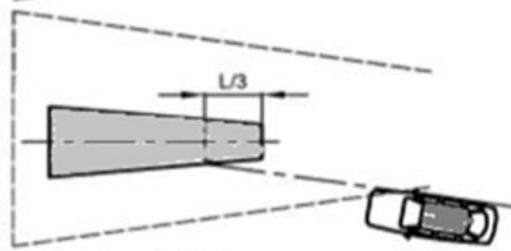
### Deney 2



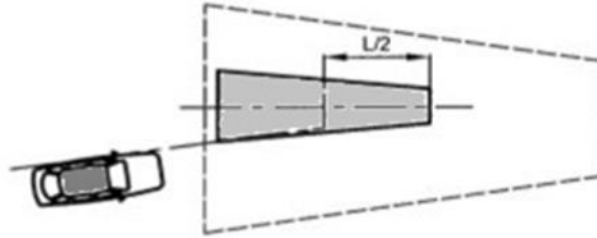
### Deney 3



### Deney 4



### Deney 5



### Açıklamalar

- 1 Çarpma yastığı
- 2 Yola yeniden yönlendirme bölgesi

Şekil 3.4 : Taşıtın çarpma sonrası hareket alanı [12].

### 3.2.5 ABD ulusal karayolu ve ulaştırma birliğine göre çarpışma deneyi

Amerika Birleşik Devletlerinde iki oto bariyerlerin bitim noktalarında, geniş yol ayrımlarında, tünel içi yol ayrımlarında, asimetrik yol ayrımlarında, iş sahalarında, ücretli geçiş gişelerinde çarpma yastıkları kullanılmaktadır. Çarpma yastıkları

çarpma şiddetini azaltmak için tasarlanmıştır. Bu yüzden ne tür bir çarpma yastığı kullanacağımızı yapacağımız çarpma testleri sonucunda değerlendirilmesi gerekmektedir.

ABD’de çarpma yastıkları 3 farklı test seviyesine göre test edilirler. Bu 3 farklı test seviyelerinin her biri araçların çarpışma şiddetini ve test araçlarının ağırlığını ve türünü (binek oto, kamyonet, traktör vs.) ifade etmektedir. Bu test seviyelerinde ilk üçü binek oto ve pickup (küçük kamyonet) tarzı otomobiller için yapılmakta olup test seviyeleri Çizelge 3.3’te gösterilmiştir [13].

**Çizelge 3.3 : MASH09’a göre çarpma yastıkları için test seviyeleri [13].**

Test Seviyesi	Test Aracı Numaralandırması ve Tipi	Test Koşulları	
		Hız Mph (Km/h)	Açı (Degrees)
1	1100C (Binek Oto)	31 (50)	25
	2270P (Pickup Kamyonet)	31 (50)	25
2	1100C (Binek Oto)	44 (70)	25
	2270P (Pickup Kamyonet)	44 (70)	25
3	1100C (Binek Oto)	62 (100)	25
	2270P (Pickup Kamyonet)	62 (100)	25

Bu testlerde kullanılan araçların belli bir standartta olması gerekmektedir. Çarpma testlerinde kullanılan araçların özellikleri Çizelge 3.4’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.4 : Çarpma testlerindeki test araçlarının statik ağırlıkları alt ve üst sınırları [13].**

Test Aracı Numaralandırması ve Tipi	Araç Ağırlığı Kg	Kabul Edilebilir Alt ve Üst Sınır Kg
1100C (Binek Oto)	1100	±25
1500A (Binek Oto)	1500	±100
2270P (Pickup Kamyonet)	2270	±50

Çarpma yastıklarının performansını değerlendirmek için MASH09’da Test 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38’de ifade edilen testler uygulanmaktadır. Çarpma yastıkları için MASH09’da ifade edilen araç çarpma yaklaşım yönleri Şekil 3.5 ve Şekil 3.6’da gösterilmiştir.



#### 4. İSTANBUL D-100 KARAYOLU VE BAĞLANTI YOLLARINDA ÇARPMA YASTIKLARININ KULLANIMI

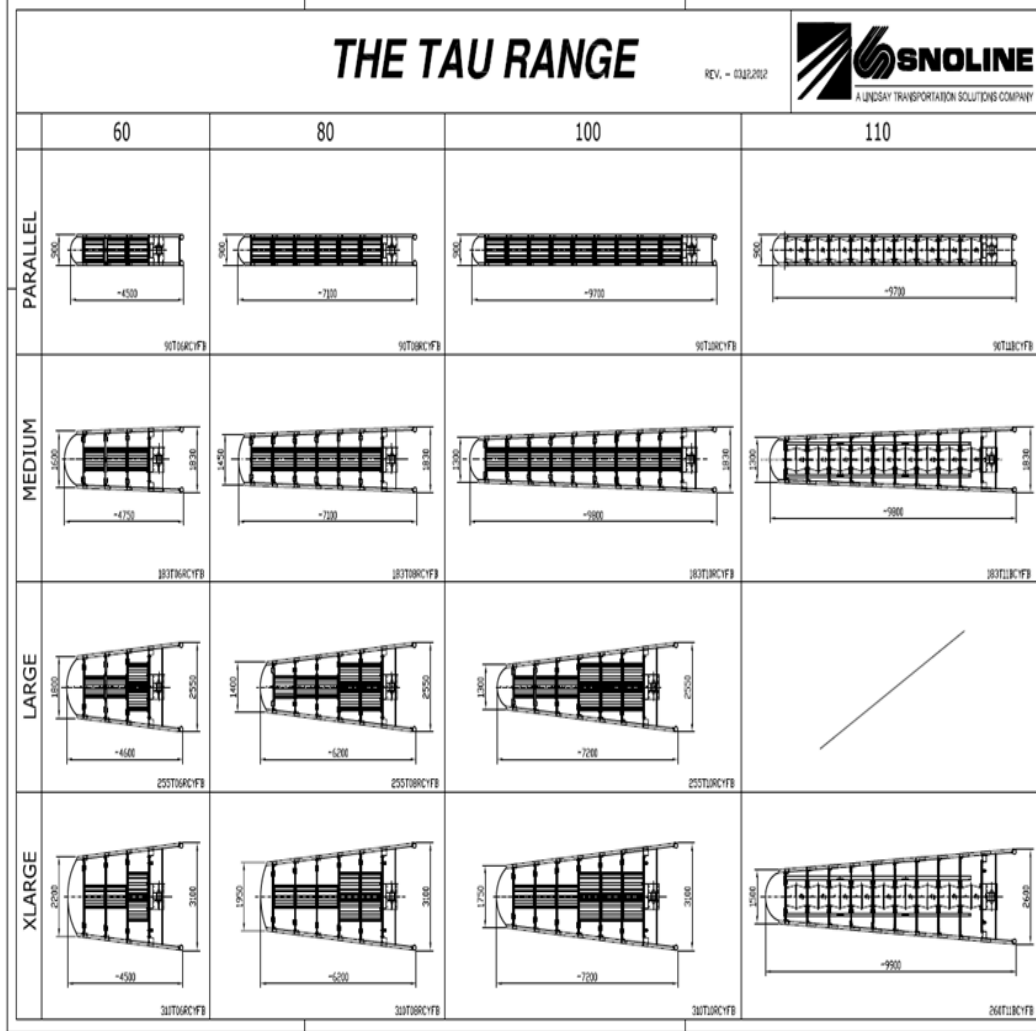
Çarpma yastıkları Türkiye’de ilk defa İstanbul’da 2011 yılında Avrupa yakasında 43, Anadolu yakasında 27 farklı yol ayırımında kullanılmaya başlanmıştır. Meydana gelen kazalarda çarpışma yastığını faydaları gözükmüş ve bu sayı günümüzde Avrupa yakasında 71, Anadolu yakasında 65 farklı noktada çarpışma yastıkları kullanılmaktadır.

İstanbul gibi bir metropol düşünülduğünde bu sayının yetersiz olduğu açıktır. Çarpma yastığının kullanıldığı Florya mevkiinde 24 Ağustos 2014 tarihinde meydana gelen kazada Şekil 4.1’de görüldüğü gibi çarpma yastığı bariyerin aracın içerisine saplanmasını önlemiş içerisindeki yolcuların can güvenliğini sağlamıştır. Hali hazırda kullanılan çarpma yastıklarının önemi kaza sonrası sağladıkları fayda bakımından çok önemlidir. Bu yüzden hızlı bir şekilde gerekli çalışmaların yapılarak eksikliklerin tamamlanması önem arz etmektedir.



Şekil 4.1 : E-5 Karayolu Florya Mevkiinde meydana gelen kaza [14].

İstanbul Büyükşehir Belediyesi E-5 Karayolu ve bağlantı yollarında ABD firması Lindsay Corporation firması tarafından üretilen TAU Crash Cushion sistemi kullanılmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 : Lindsay Corporation TAU çarpma yastığı tipleri [15].

#### 4.1 İstanbul D-100 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma Yastıklarının Kullanım Noktaları Ve Çeşitleri

Tau P-60 ve Tau P-80 tipi çarpma yastığının Avrupa Yakasında kullanım yerleri çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Tau P-60 Avrupa Yakasında 25 farklı noktada, Tau P-80 37 farklı noktada kullanılmaktadır. E-5 Karayolu Beylikdüzü Avcılar istikameti Yakuplu-Beylikdüzü Organize Sanayi Bölgesi ayırımında kullanılan Tau P-80 tipi çarpma yastığının kullanımı Şekil 4.3’te gösterilmiştir.



**Şekil 4.3 :** E-5 Karayolu Beylikdüzü Avcılar istikameti Yakuplu-Beylikdüzü Organize Sanayi Bölgesi ayırımında kullanılan Tau P-80 tipi çarpma yastığı.

**Çizelge 4.1 :** İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı yollarında çarpma yastıklarının (Tau P60 ve Tau P80) kullanım yerleri [11].

Yeri	Tau P-60	Tau P-80
Zincirlikuyu, Edirnekapı istikameti Mecidiyeköy girişi	1	
Edirnekapı, Zincirlikuyu istikameti Mecidiyeköy ayırımı		1
Zincirlikuyu, Edirnekapı istikameti Kasımpaşa Taksim girişi	1	
Zincirlikuyu, Edirnekapı istikameti Okmeydanı Kasımpaşa ayırımı durak önü		1
Edirnekapı, Okmeydanı istikameti Haliç çıkışı Halıcıoğlu girişi		1
Okmeydanı, Edirnekapı istikameti Haliç Köprüsü sonu Eyüp ayırımı	1	
Okmeydanı, Edirnekapı istikameti Haliç Köprüsü sonu Otakçılar ayırımı		1
Okmeydanı, Edirnekapı istikameti Haliç Köprüsü sonu durak ayırımı		1
D-100 Karayolu Eyüp-Cevizlibağ istikameti Edirne Topkapı ayırımı	1	
Vatan Caddesi, Mahmutbey istikameti Cevizlibağ, Merter, Bakırköy girişi	1	
Edirnekapı, Bakırköy istikameti Topkapı yanyol ayırımı	1	
Edirnekapı, Bakırköy istikameti Polis evi önü	1	
Bakırköy, Topkapı istikameti Zeytinburnu, Merter yanyol ayırımı	1	
Avcılar, Beylikdüzü Yanyol ayırımı koska önü		1
Bakırköy, Topkapı istikameti Veli Efendi, Merter, Güngören girişi	1	
Avcılar, Beylikdüzü Esenyurt Ambarlı Limanı Edirne, Ankara ayırımı	1	
Bakırköy, Şirinevler istikameti Bahçelievler yanyol ayırımı		1

**Çizelge 4.1 (devam) : İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma Yastıklarının (Tau P60 ve Tau P80) Kullanım Yerleri Devamı [11].**

Yeri	Tau P-60	Tau P-80
Avcılar, Bakırköy istikameti Bakırköy Devlet Hastanesi yanyol ayrımı		1
Bakırköy, Şirinevler istikameti Ataköy ayrımı		1
Bakırköy, Avcılar istikameti Şirinevler girişi	1	
Avcılar, Bakırköy istikameti Bahcelievler, Şirinevler yanyol ayrımı	1	
Avcılar, Bakırköy istikameti Bakırköy, Aksaray, Ataköy yanyol ayrımı		1
Avcılar, Bakırköy istikameti Yenibosna yanyol ayrımı		1
Ambarlı, Beylikdüzü yanyol ayrımı Güzelyurt mevkii	1	
Bakırköy, Avcılar istikameti Atatürk Havalimanı ayrımı		1
Avcılar, Bakırköy istikameti Atatürk Havaalanı girişi		1
Avcılar, Bakırköy istikameti Sefaköy, Halkalı, Küçükçekmece yanyol ayrımı	1	
Avcılar, Bakırköy istikameti Florya yanyol ayrımı	1	
Bakırköy, Avcılar istikameti Küçükçekmece yanyol ayrımı	1	
Avcılar, Bakırköy istikameti Küçükçekmece Florya yanyol ayrımı		1
Bakırköy, Avcılar istikameti Gümüşpala yanyol ayrımı		1
Beylikdüzü, Avcılar istikameti Denizköşkler Gümüşpala yanyol ayrımı	1	
Ambarlı, Beylikdüzü yanyol Esenyurt ayrımı		1
Ambarlı, Beylikdüzü yanyol Beylikdüzü ayrımı		1
Ambarlı, Beylikdüzü Beylikdüzü yanyol ayrımı	1	
Beylikdüzü, Avcılar istikameti Firuzköy Esenyurt yanyol ayrımı		1
Avcılar-Beylikdüzü yanyol ayrımı Saadetdere mevkii	1	
Beylikdüzü, Büyükçekmece, Kıraç, Hadımköy, Gürpınar yanyol ayrımı autopia önü	1	
Beylikdüzü, Avcılar Yakuplu BOSB yanyol ayrımı		1
Avcılar, Beylikdüzü istikameti Esenyurt, Edirne girişi		1
Beylikdüzü, Avcılar yanyol Esenyurt Torium karşıtı		1
Ambarlı-Tem Bahçeşehir istikameti Beylikdüzü Tekirdağ Büyükçekmece ayrımı	1	
Tem Bahçeşehir, Ambarlı istikameti Beylikdüzü, Tekirdağ Büyükçekmece ayrımı	1	
Tem Bahçeşehir, Ambarlı istikameti Avcılar, Aksaray, Havaalanı girişi	1	
Beylikdüzü, Avcılar istikameti Ambarlı Liman Esenyurt girişi	1	
Avcılar, Beylikdüzü istikameti Ambarlı Limanı, Esenyurt girişi		1
Beylikdüzü, Avcılar yanyol Küçükçekmece Florya minübüs durağı önü		1
Ambarlı, Tem Bahçeşehir istikameti Esenyurt yanyol ayrımı		1
Tem Bahçeşehir, Ambarlı istikameti Esenyurt, Kıraç girişi		1
Ambarlı-Tem Bahçeşehir istikameti Bahçeşehir, Hoşdere, Esenyurt, Firuzköy girişi		1
Tem Bahçeşehir, Ambarlı istikameti Esenyurt, Hoşdere, Firuzköy girişi		1
Ambarlı, Tem Bahçeşehir istikameti Bahçeşehir, Esenkent Altınşehir girişi	1	
Metris Cezaevi, Otogar istikameti Bayrampaşa Yıldırım Mahallesi girişi		1

**Çizelge 4.1 (devam) : İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında çarpma yastıklarının (Tau P60 ve Tau P80) kullanım yerleri devamı [11].**

Yeri	Tau P-60	Tau P-80
Otogar, Metris Cezaevi istikameti Bayrampaşa Yıldırım Mahallesi girişi	1	
Metris Cezaevi, Otogar istikameti Atışalanı girişi	1	
Otogar, Metriscezaevi istikameti sebze hali girişi	1	
Metriscezaevi, Otogar istikameti Atışalanı, Aksaray, Edirne ayrımı		1
Metriscezaevi, Otogar istikameti Aksaray, Edirne ayrımı		1
Okmeydanı, Edirnekapı istikameti Halıçioğlu Sütluçe ayrımı		1
Topkapı, Bakırköy istikameti Haznedar ayrımı		1
Topkapı, Bakırköy istikameti Bahçelievler yanyol ayrımı		1
Okmeydanı, Hasdal istikameti Nurtepe Durak girişi		1

Tau P-100 ve Tau L-100 tipi çarpma yastığının Avrupa Yakasında kullanım yerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Tau P-100 Avrupa Yakasında 2 farklı noktada, Tau L-100, 1 farklı noktada kullanılmaktadır. Zincirlikuyu, Edirnekapı İstikameti Çağlayan Taksim ayrımı Adalet Sarayı önünde kullanılan Tau P-100 tipi çarpma yastığının kullanımı Şekil 4.4’te gösterilmiştir.



**Şekil 4.4 : Zincirlikuyu-Edirnekapı İstikameti Çağlayan Taksim Ayrımı Adalet Sarayı Önünde kullanılan Tau P-100 tipi çarpma yastığı kullanımı.**

**Çizelge 4.2 :** İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında çarpma yastıklarının (Tau P-100 ve Tau L-100) kullanım yerleri [11].

Yeri	Tau P-100	Tau L-100
Zincirlikuyu, Edirnekapı istikameti Çağlayan, Taksim ayrımı Adalet Sarayı önü	1	
Edirnekapı, Okmeydanı istikameti Haliç girişi durak ayrımı	1	
Okmeydanı, Edirnekapı Halıcıoğlu sütlüce ayrımı		1

Tau M-60 ve M-80 tipi çarpma yastığının Avrupa Yakasında kullanım yerleri çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Tau M-60 Avrupa Yakasında 1 farklı noktada, Tau M-80, 5 farklı noktada kullanılmaktadır. Topkapı-Okmeydanı istikameti Aksaray Bayrampaşa yanyol ayrımında kullanılan Tau M-80 tipi çarpma yastığının kullanımı Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.5 :** Topkapı-Okmeydanı İstikameti Aksaray Bayrampaşa Yan Yol Ayrımında kullanılan Tau M-80 tipi çarpma yastığının kullanımı.

**Çizelge 4.3 : İstanbul Avrupa Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında çarpma yastıklarının (Tau M-60 ve Tau M-80) kullanım yerleri [11].**

Yeri	Tau M-60	Tau M-80
Mahmutbey, Vatan Caddesi istikameti Mecidiyeköy, Bakırköy ayrımı		1
Edirnekapı, Zincirlikuyu istikameti Çağlayan durağı ayrımı		1
Topkapı, Okmeydanı istikameti Topkapı, Aksaray, Fatih girişi	1	
Topkapı, Okmeydanı istikameti Aksaray, Bayrampaşa yanyol ayrımı		1
Topkapı, Bakırköy istikameti Bahçelievler, Bakırköy Girişi		1
Ambarlı, Tem Bahçeşehir istikameti Bahçeşehir, Hoşdere, Esenyurt yanyol ayrımı		1

Tau P-60 ve Tau P-80 tipi çarpma yastığının Anadolu Yakasında kullanım yerleri Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Tau P-60 Anadolu Yakasında 28 farklı noktada, Tau P-80 18 farklı noktada kullanılmaktadır. TAU P-80 Kurtköy Pendik Bağlantı Yolu Aydınli Yol ayrımında kullanılan Tau P-80 tipi çarpma yastığının kullanımı Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



**Şekil 4.6 : TAU P-80 Kurtköy Pendik Bağlantı Yolu Aydınli Yol Ayrımı.**

**Çizelge 4.4 : İstanbul Anadolu Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında çarpma yastıklarının (Tau P-60 ve Tau P-80) kullanım yerleri [11].**

Yeri	Tau P-60	Tau P-80
Süreyyapaşa E5 yönü Süreyyapaşa ayrımı	1	
1.Köprü girişi Altunizade Şile ayrımı	1	
1.Köprü çıkışı Acıbadem ayrımı		1
1.Köprü çıkışı Sabiha Gökçen ayrımı		1
Kozyatağı, Kadıköy istikameti metrobüs ayrımı		1
1.Köprü çıkış istikameti Kadıköy Haydarpaşa 2. ayrımı	1	
Kadıköy, Bostancı istikameti Göztepe Köprüsü, Ümraniye ayrımı	1	
Kozyatağı, Kadıköy istikameti Ümraniye Şile girişi	1	
Kozyatağı, Kadıköy istikameti Optimum Avm girişi		1
Kadıköy, Bostancı istikameti Ümraniye Ataşehir yanyol ayrımı		1
E5 Bostancı, Kadıköy, istikameti Sahrayıcedid yanyol ayrımı	1	
Kadıköy, Bostancı istikameti Kozyatağı yanyol ayrımı	1	
Kadıköy, Bostancı istikameti Çevreyolu Ataşehir ayrımı	1	
Kozyatağı, Kartal istikameti Bostancı girişi	1	
Bostancı, Kartal istikameti Maltepe girişi-	1	
Bostancı, Kartal istikameti Yalı Mahallesi Sahilyolu girişi	1	
E5 Kartal Bostancı istikameti Esenkent girişi		1
Bostancı, Kartal istikameti Cevizli ve Eğitim Hastanesi girişi		1
Tuzla, Pendik İstikameti Kaynarca Tersane girişi	1	
Kaynarca Köprüsü, Sabiha Gökçen istikameti köprü üstü	1	
Tuzla, Pendik istikameti Kaynarca köprüsü Sabiha Gökçen ayrımı	1	
Tuzla, Gebze istikameti Şekerpınar yanyol ayrımı		1
Gebze, Tuzla istikameti Şekerpınar ayrımı	1	
Sabiha Gökçen, Kaynarca köprü istikameti E-5 Pendik ayrımı	1	
Sabiha Gökçen, Kaynarca köprü istikameti Kavakpınar ayrımı		1
Kaynarca Köprüsü, Sabiha Gökçen istikameti yanyol ayrımı		1
Kaynarca Köprüsü, Sabiha Gökçen istikameti Aydınli ayrımı		1
Sabiha Gökçen, Kaynarca Köprü istikameti Aydınli ayrımı	1	
Kaynarca Köprüsü, Sabiha Gökçen istikameti	1	
Sabiha Gökçen, Kaynarca köprü istikameti kargo girişi		1
Kaynarca Köprüsü, Sabiha Gökçen istikameti formula ayrımı	1	
Sabiha Gökçen, Kaynarca Köprü istikameti Orhanlı ayrımı	1	
Sabiha Gökçen, Kaynarca Köprü istikameti Havaalanı ayrımı	1	
Kartal Köprüsü, Gişeler istikameti Yakacık ayrımı	1	
Gişeler, Kartal Köprüsü istikameti Uğur Mumcu Yakacık ayrımı	1	

**Çizelge 4.4 (devam) : İstanbul Anadolu Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma yastıklarının (Tau P-60 ve Tau P-80) kullanım yerleri devamı [11].**

Yeri	Tau P-60	Tau P-80
Kartal Köprüsü, Gişeler istikameti Sancaktepe Şile ayrımı	1	
Gişeler, Kartal Köprüsü istikameti Maltepe Cezaevi ayrımı	1	
Altunizade Ümraniye Şile istikameti Hekimbaşı Çavuşbaşı ayrımı		1
Altunizade, Ümraniye Şile istikameti Elmalı Kent Tantavi ayrımı	1	
1.Boğaz girişi son çıkış Altunizade ayrımı Kısıklı Çamlıca ayrımı	1	
Kozyatağı, Üsküdar istikameti Koşuyolu ayrımı		1
Üsküdar, Kozyatağı istikameti Koşuyolu ayrımı		1
Kozyatağı, Üsküdar istikameti isfolt önü Kızıltoprak ayrımı	1	

Tau P-60 ve Tau P-80 tipi çarpma yastığının Anadolu Yakasında kullanım yerleri Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Tau P-100 Anadolu Yakasında 13 farklı noktada, Tau L-100 1 farklı noktada kullanılmaktadır.

**Çizelge 4.5 : İstanbul Anadolu Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma Yastıklarının (Tau P-100 ve Tau L-100) Kullanım Yerleri [11].**

Yeri	Tau P-100	Tau L-100
Kadıköy-Kozyatağı İstikameti Göztepe Durak Ayrımı	1	
E5 Kartal Bostancı İstikameti Bostancı köprüsü yan yol ayrımı	1	
Bostancı-Kartal İstikameti İdealtepe Başbüyük Yan Yol Ayrımı	1	
Pendik-Kartal İstikameti Sultanbeyli çevreyolu girişi	1	
Pendik-Tuzla İstikameti İçmeler köprüsü Otobüs Durak Ayrımı	1	
Tuzla -Pendik İstikameti Kaynarca köprüsü yan yol ayrımı	1	
Pendik-Tuzla İstikameti Orhangazi Ayrımı	1	
Tuzla -Pendik İstikameti Yan yol ayrımı-Güzelyalı otobüs durağı ayrımı	1	
Tuzla -Pendik İstikameti Yan yol ayrımı	1	
Tuzla -Gebze istikameti Tuzla piyade okulu girişi	1	
Gebze- Tuzla İstikameti Tuzla piyade okulu girişi		1
Kartal köprüsü -Gişeler istikameti Ferhatpaşa Kayışdağı Ayrımı	1	
Şile yolu -Üsküdar istikameti Hekimbaşı Küçüksu ayrımı	1	
Üsküdar-Kozyatağı İstikameti Hasanpaşa Kadıköy Ayrımı	1	

Tau M-60 ve Tau M-80 tipi çarpma yastığının Anadolu Yakasında kullanım yerleri Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Tau M-60 Anadolu Yakasında 1 farklı noktada, Tau M-80 2 farklı noktada kullanılmaktadır.

**Çizelge 4.6 :** İstanbul Anadolu Yakası E-5 Karayolu ve Bağlantı Yollarında Çarpma yastıklarının (Tau M-60 ve Tau M-80) kullanım yerleri [11].

Yeri	Tau M-60	Tau M-80
Bostancı, Kartal istikameti Aydınevler girişi	1	
Tepeüstü, Şile yolu Sancaktepe ayrımı		1
Şile yolu Ümraniye Çekmeköy istikameti Tepe üstü ayrımı		1

#### 4.2 İstanbul D-100 karayolunda çarpma yastıklarının eksik bulunduğu noktalar

İstanbul ili sınırları içerisinde Avrupa yakasında 71, Anadolu yakasında 65 farklı noktada çarpışma yastıkları kullanılsa da E-5 Karayolu Avcılar-Pendik aksı düşünüldüğü bu sayının yetersiz olduğu açıktır. Çünkü çarpma yastıklarının ya da benzeri güvenlik ekipmanlarının kullanılmadığı yerler açık tehdit altında olmaya devam etmektedir. Ne yazık ki 20 Mayıs 2017 tarihinde E-5 Karayolu üzerinde Kadıköy istikametinde Acıbadem mevkiinde meydana gelen kazada 1 kişi hayatını kaybetmiş araba hızında etkisi ile rijit beton bariyere Şekil 4.7’de görüldüğü gibi saplanmıştı.



**Şekil 4.7 :** Kadıköy İstikameti Acıbadem Mevkii Trafik Kazası [16].

Yine E-5 Karayolu Uzunçayır mevkiinde 04.08.2017 tarihinde meydana gelen kazada çelik oto korkuluk bariyerin bitim noktasının korunmaması sonucu çelik

bariyer servis minibüsünün ön camının içerisinden girmiş ve minibüsün arka camından çıkmıştır. Neyse ki bu kazada herhangi bir can kaybı olmamış ve ucuz olarak atlatılmıştır. Şekil 4.8’de görüldüğü gibi bu gibi kazalarda işin şansa bırakılmayacağını ve gerekli güvenlik önlemlerinin alınmasının aciliyetinin gerekliliğini göstermektedir.



**Şekil 4.8 : E-5 Karayolu Uzunçayır Mevkii Trafik Kazası[17].**

E-5 Karayolu Avcılar-Pendik Aksında yapılan çalışmada E5 karayolundan yanyola çıkış noktaları ile E-5 yanyolundan E-5 Karayoluna giriş noktalarında kullanılması gereken Çarpışma Yastığı grupları irdelenmiştir. Söz konusu güzergâhta eksik bulunan noktalar Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. E-5 yanyollarından şehir içi yollarına giriş noktalarının hemen hemen tamamında herhangi bir çarpışma yastığı grubu kullanılmamakta olup kaza anında yolcu ve sürücü için hatta yayalar için büyük bir tehlike arz etmektedir. Bu noktalarda en azından 50 km/sa şiddetindeki çarpmalara dayanıklı çarpışma yastığı kullanılmalıdır. Çizelge 4.7 ve çizelge 4.8’de E-5 Karayolu üzerinde Avcılar Pendik istikametinde sadece ana arterden çıkışlar ve ana arterlere giriş noktaları dikkate alınarak Avrupa Yakasında 18 noktada, Anadolu Yakasında 28 noktada çarpma yastığı eksikliği tespit edilmiştir. Ters istikamet ve yan arterlerden şehir içi yollara ayrılan noktalarda dikkate alındığında bu sayının çok daha fazla olacağı açıktır. E-5 kara yolunda hız sınırını 80 km/sa[18], E-5 yan yolunda ise 50 km/sa[18], olduğu göz önüne alınarak bu eksik

noktalarda minimum 80 km/sa hızında çarpmalara dayanıklı çarpma yastığı kullanılmalıdır.

**Çizelge 4.7 : İstanbul Avrupa Yakası çarpma yastığı eksikliği olan noktalar.**

Eksik Yerler	Hız Limiti (km/sa)	Kullanılması Gereken Çarpışma Yastığının Koordinatları
Bakırköy istikametinde Şükrübey mevkiinde E-5 yan yolundan E-5 Karayoluna giriş (Şekil 4.9)	50	40.981441° 28.729137°
Bakırköy istikametinde E-5 Karayolu Gümüşpala Yanyol Çıkışı (Şekil 4.10)	80	40.927220° 28.739155°
Bakırköy istikametinde Denizköşkler mevkiinde E-5 yan yolundan E-5 Karayoluna giriş (Şekil 4.11)	50	40.980822° 28.753883°
Bakırköy istikametinde E-5 Karayolu Küçükçekmece Yanyol Çıkışı (Şekil 4.12)	80	40.983527° 28.761398°
Bakırköy istikametinde Küçükçekmece mevkiinde E-5 yan yolundan E-5 Karayoluna giriş (Şekil 4.13)	50	40.986203° 28.769275°
Bakırköy istikametinde Florya mevkiinde E-5 yan yolundan E-5 Karayoluna giriş (Şekil 4.14)	50	40.991100° 28.794095°
Bakırköy istikametinde E-5 Karayolu Havaalanı, Mahmutbey Yanyol ayrımı (Şekil 4.15)	80	40.997368° 28.813129°
Bakırköy istikametinde E-5 Karayolu Yenibosna, Ataköy Yanyol ayrımı (Şekil 4.16)	80	40.992242° 28.833599°
Bakırköy istikametinde E-5 Karayolu Bahçelievler, Şirinevler Yanyol Ayrımı (Şekil 4.17)	80	40.991513° 28.847693°
Bakırköy istikametinde E-5 Karayolu Bahçelievler, Bakırköy Devlet Hastanesi Yanyol ayrımı (Şekil 4.18)	80	40.992661° 28.855963°
Mecidiyeköy istikametinde İncirli Mevkii E-5 Yanyolundan E-5 Karayoluna Giriş (Şekil 4.19)	50	40.998072° 28.874085°
Mecidiyeköy istikametinde E-5 Karayolu İncirli Mevkii Zeytinburnu, Veliefendi Yanyol ayrımı (Şekil 4.20)	80	40.999950° 28.880422°
Mecidiyeköy istikametinde Merter Mevkii E-5 Yanyolundan E-5 Karayoluna giriş	50	41.006557° 28.896281°
Mecidiyeköy istikametinde E-5 Karayolu Zeytinburnu Yanyol ayrımı (Şekil 4.21)	80	41.009086° 28.899739°
Mecidiyeköy istikametinde Cevizlibağ Mevkii E-5 Yanyolundan E-5 Karayoluna giriş	50	41.017564° 28.913418°
Mecidiyeköy istikametinde E-5 Karayolu Eminönü, Ayvansaray çıkışı (Şekil 4.22)	80	41.036933° 28.935396°
Mecidiyeköy istikametinde E-5 Karayolu Halıcıoğlu Kasımpaşa Haliç Köprü ayrımı (Şekil 4.23)	80	41.037825° 28.936704°
Mecidiyeköy istikametinde E-5 Karayolu Halıcıoğlu Kasımpaşa çıkışı Haliç Köprüsü bitişi	80	41.046203° 28.944498°

İstanbul Avrupa Yakası D-100 Karayolunda çarpma yastığı eksikliği bulunan bazı noktalar Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16,'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.9 :** Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Şükrübey mevkiinde.



**Şekil 4.10 :** Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Gümüşpala çıkışı.



**Şekil 4.11 :** Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Denizköşkler girişi.



**Şekil 4.12 :** Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Küçükçekmece çıkışı.



Şekil 4.13 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Küçükçekmece girişi.



Şekil 4.14 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Florya girişi.



Şekil 4.15 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Mahmutbey çıkışı.



Şekil 4.16 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Ataköy ayrımı.

İstanbul Avrupa Yakası D-100 Karayolunda çarpma yastığı eksikliği bulunan bazı noktalar Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.17 :** Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Şirinevler çıkışı.



**Şekil 4.18 :** Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Bahçelievler ayrımı.



**Şekil 4.19 :** Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti İncirli girişi.



Şekil 4.20 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Veliefendi çıkışı.



Şekil 4.21 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Zeytinburnu çıkışı.

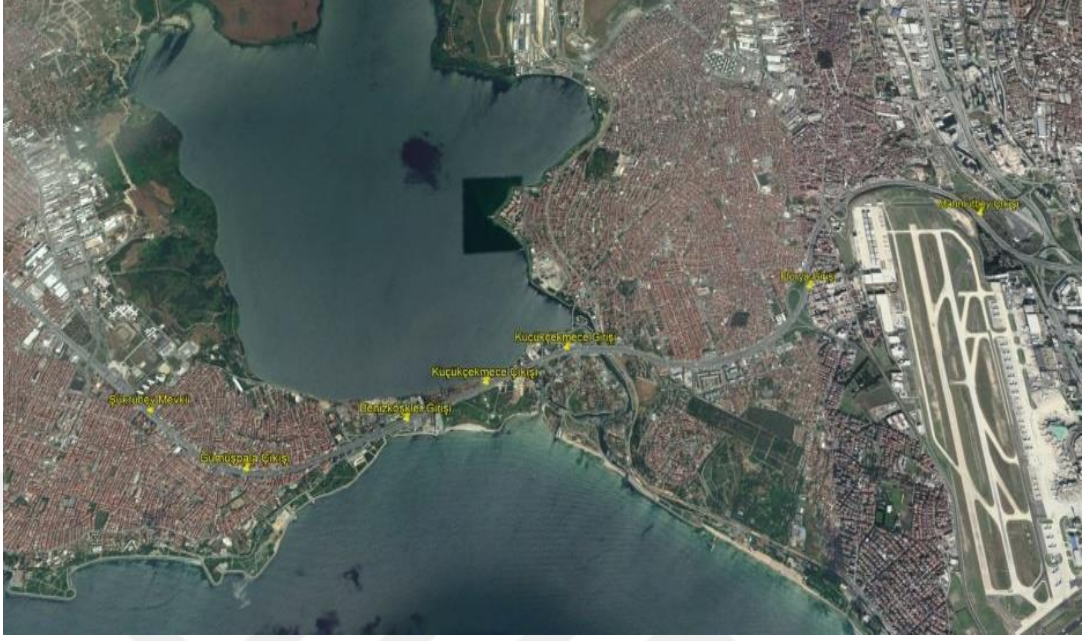


Şekil 4.22 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Ayvansaray çıkışı.

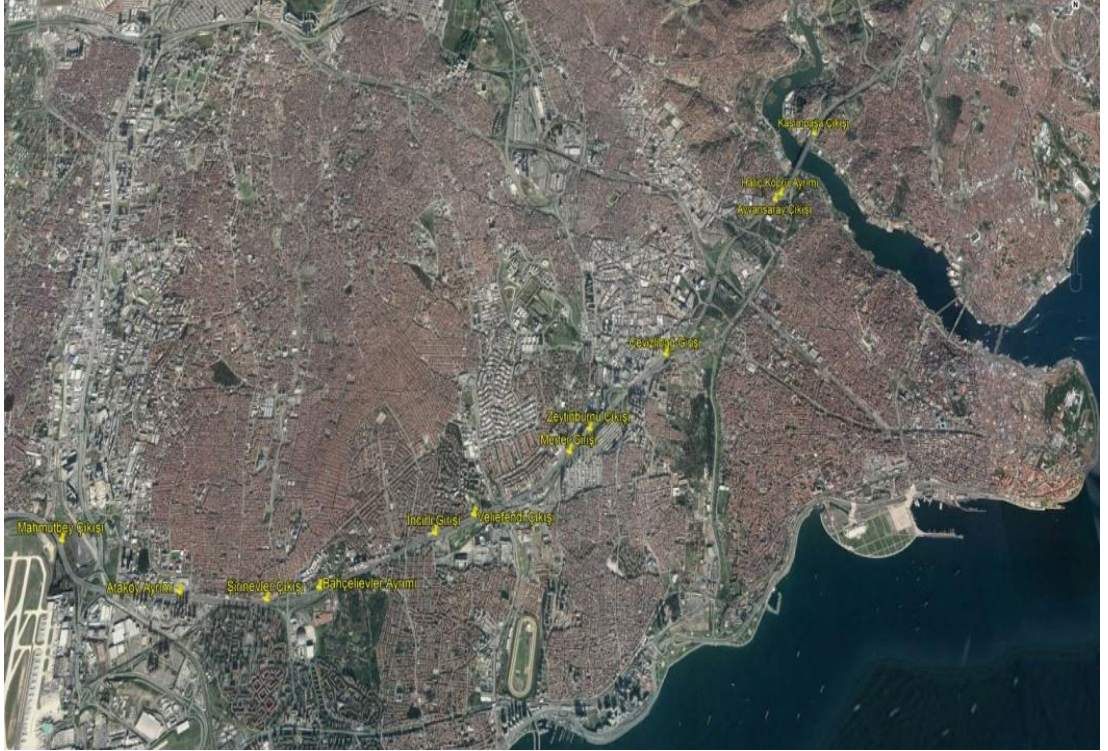


Şekil 4.23 : Çarpma yastığı eksikliği Zincirlikuyu istikameti Haliç Köprü ayrımı.

İstanbul Avrupa Yakası D-100 Karayolunda çarpma yastığı eksikliği bulunan bazı noktalar harita üzerinde Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de gösterilmiştir.



Şekil 4.24 : Avrupa Yakası Zincirlikuyu istikameti çarpma yastığı eksik noktaları.



Şekil 4.25 : Avrupa Yakası Zincirlikuyu istikameti çarpma yastığı eksik noktaları devamı.

**Çizelge 4.8 : İstanbul Anadolu Yakası çarpma yastığı eksikliği olan noktalar.**

Eksik Yerler	Hız Limiti (km/sa)	Kullanılması Gereken Çarpışma Yastığının Koordinatları
Tuzla istikametinde 15 Temmuz Köprüsü Durağı girişi	80	41.037123° 29.042567°
Tuzla istikametinde Beylerbeyi çıkışı	80	41.033855° 29.044661°
Tuzla istikametinde Çamlıca çıkışı	80	41.021777° 29.048149°
Tuzla istikametinde Uzunçayır Çevreyolu çıkışı	80	40.997934° 29.058308°
Tuzla istikametinde Göztepe Medikal Park Hastanesi önü (Şekil 4.26)	80	40.986203° 28.769275°
Tuzla istikametinde Sahrayıcedit çıkışı	80	40.988615° 29.083210°
Tuzla istikametinde İçerenköy çıkışı (Şekil 4.27)	50	40.963954° 29.105684°
Tuzla istikametinde Küçükyalı çıkışı (Şekil 4.28)	80	40.951282° 29.119552°
Tuzla istikametinde Kara Yolları Müdürlüğü mevki (Şekil 4.29)	80	40.948515° 29.122950°
Tuzla istikametinde İdealtepe çıkışı (Şekil 4.30)	50	40.943898° 29.128503°
Tuzla istikametinde Mavi Evler Durağı önü	50	40.943655° 29.128775°
Tuzla istikametinde Sancaktepe çıkışı (Şekil 4.31)	50	40.942548° 29.130102°
Tuzla istikametinde Büyükyalı Yanyol çıkışı	80	40.940585° 29.132716°
Tuzla istikametinde Süreyyapaşa çıkışı	80	40.935572° 29.138913°
Tuzla istikametinde Bağlarbaşı Mahallesi Yanyol çıkışı	80	40.932344° 29.142810°
Tuzla istikametinde Zümrütevler çıkışı	80	40.930173° 29.145448°
Tuzla istikametinde Maltepe Refahevler Mevkii Yanyol çıkışı	80	40.928848° 29.147073°
Tuzla istikametinde Gülsuyu çıkışı	80	40.924420° 29.153364°
Tuzla istikametinde Soğanlık çıkışı	80	40.918503° 29.172084°
Tuzla istikametinde Anadolu Adliyesi çıkışı	80	40.917570° 29.175326°
Tuzla istikametinde Kartal Oto Sanayi çıkışı	80	40.914220° 29.186183°
Tuzla istikametinde Esentepe çıkışı (Şekil 4.32)	50	40.913469° 29.188124°
Tuzla istikametinde Soğanlık Yeni çıkışı	50	40.912943° 29.189833°
Tuzla istikametinde Uğur Mumcu Yanyol çıkışı	80	40.909578° 29.201122°
Tuzla istikametinde İETT Garaj Önü E-5 girişi (Şekil 4.33)	50	40.908254° 29.205304°
Tuzla istikametinde Topselvi Yanyol çıkışı	80	40.902228° 29.216897°
Tuzla istikametinde Keresteciler Durağı Yanyol çıkışı	80	40.896872° 29.225083°
Tuzla istikametinde Pendik çıkışı	80	40.889316° 29.236600°

İstanbul Anadolu Yakası D-100 Karayolunda çarpma yastığı eksikliği bulunan bazı noktalar Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31’de gösterilmiştir.



Şekil 4.26 : Tuzla istikametinde Göztepe Medikal Park Hastanesi önü.



Şekil 4.27 : Tuzla istikametinde İçerenköy çıkışı.



Şekil 4.28 : Tuzla istikametinde Küçükyalı çıkışı.



Şekil 4.29 : Tuzla istikametinde Kara Yolları Müdürlüğü mevki.



Şekil 4.30 : Tuzla İstikametinde İdealtepe Çıkışı.



Şekil 4.31 : Tuzla istikametinde Sancaktepe çıkışı.

İstanbul Anadolu Yakası D-100 Karayolunda çarpma yastığı eksikliği bulunan bazı noktaların devamı Şekil 4.32, Şekil 4.33’de gösterilmiştir.

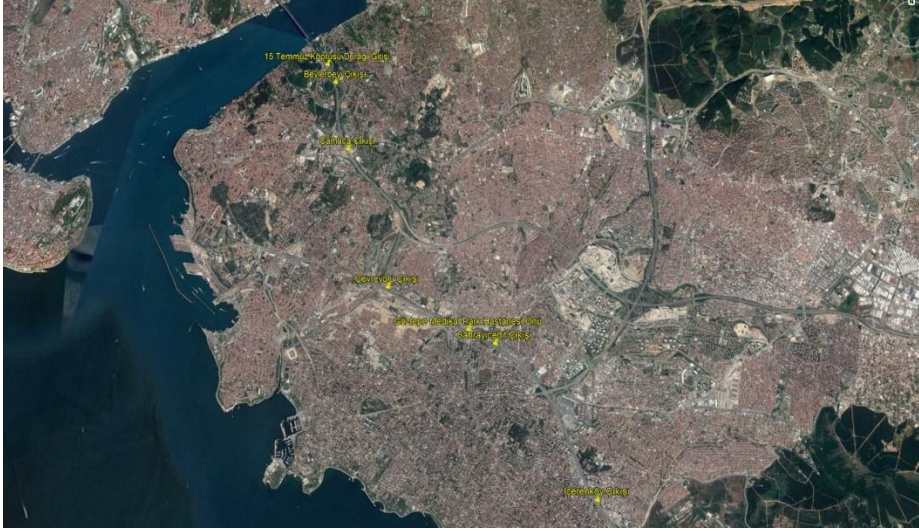


Şekil 4.32 : Tuzla istikametinde Esentepe çıkışı.



Şekil 4.33 : Tuzla istikametinde İETT garaj önü E-5 girişi.

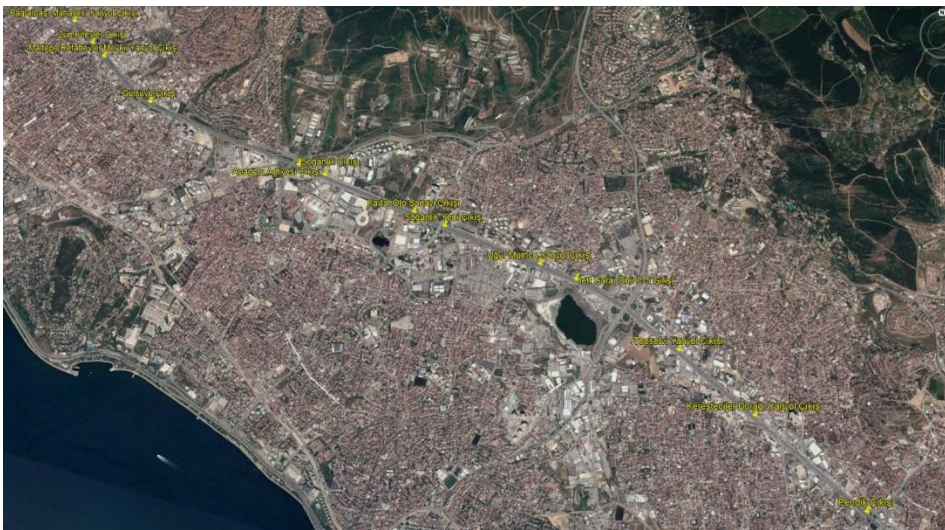
İstanbul Avrupa Yakası D-100 Karayolunda çarpma yastığı eksikliği bulunan bazı noktalar harita üzerinde Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da gösterilmiştir.



Şekil 4.34 : Anadolu Yakası Tuzla istikameti çarpma yastığı eksik noktaları.



Şekil 4.35 : Anadolu Yakası Tuzla istikameti çarpma yastığı eksik noktaları devamı.



Şekil 4.36 : Anadolu Yakası Tuzla istikameti çarpma yastığı eksik noktaları devamı.

## 5. ALTERNATİF ÇARPMA YASTIKLARI

Günümüzde teknolojik gelişmelerin hızlı bir şekilde ilerlemekte ve hemen hemen her ürünün bir üst teknolojisi üretilmekte ve kullanılmaktadır. Çarpma yastıklarında da benzer durum bulunmaktadır. İlk çarpma yastığı amacı ile kullanılan basit içi su veya kum dolu variller zaman içinde gelişerek, üstün ve karmaşık birer mekanizma haline gelmiştir. İçi su veya kum dolu variller yerini çelik levhalarla birlikte kullanılan hava yastıklarına, gelişmiş plastik ürünlerinden yapılan çarpışma yastıklarına bırakmıştır. Dünyada son zamanlarda yapılan klasik çarpma yastıklarına alternatif olarak üretilen bazı çarpışma yastıklarından ve özelliklerinden aşağıda bahsedilmiştir.

### 5.1 Absorb 350 Anchorless Crash Cushion (Demirsiz Çarpışma Yastığı)

Bu ürün ABD firması olan Lindsay Corporation tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemde çarpma yastığını zemine bağlama gibi bir zorunluluk bulunmamaktadır. Farklı türdeki hızların bulunduğu alanlarda kullanıma uygun olduğu, kurulum ve bakımının kolay olması sebebiyle tercih edilmektedir. Bu ürün genel olarak yol çalışması sırasında geçici uygulamalar asfalt, beton ve çakıl üzerinde taşınabilir beton bariyerini korumak için kullanılmaktadır (Şekil 5.1). Ayrıca kalıcı uygulamalarda da kullanılabilir [19].



Şekil 5.1 : Absorb 350 Demirsiz Çarpışma Yastığı [19].

## 5.2 SMA City

Kent içinde 50 km/sa veya daha düşük hız ile meydana gelen kazaların sonuçları genel olarak tahmin edilemez sonuçları olmaktadır. Araştırmalar göstermiştir ki şehir içi yollarda meydana gelen kazalarda çok ciddi yaralanmalar hatta şoför ve yolcunun ölümü ile sonuçlanan kazalar meydana gelmiştir. İtalyan AMS firması tarafından geliştirilen şehir içi kentsel alanlarda kullanmak için SMA City adı verilen çarpma yastığı geliştirilmiştir (Şekil 5.2).



**Şekil 5.2 : SMA Firması Şehir İçinde Kullanım Amaçlı Çarpma Yastığı [20].**

SMA firması şehir içinde kullanım amaçlı çarpma yastığı trafik ve aydınlatma ışıklarının, ağaçların, anıt ve benzeri heykellerin bulunduğu, şehir içi yolların orta refüj ve bezeri yerlerde kullanılmak amacı ile tasarlanmıştır [20].

### 5.3 SMA Tree

Bu çarpma yastığında İtalyan firması olan AMS tarafından geliştirilen bir çarpışma yastığıdır. Bu çarpışma yastığı ağaçları ve direkleri araç darbelerinden korumak ve araç içerisindeki insanların can güvenliğini sağlamaktır (Şekil 5.3).

SMA Tree 50 km/sa hızında yapılan TS EN 1317'ye göre yapılan testlerden geçmiş olup, iki şeritli yollarda ağaç veya direklerin bitimlerine konarak yol güvenliğini artırmaktadır [21].



Şekil 5.3 : SMA Firması Ağaç Çarpma Yastığı [21].

### 5.4 EASI-Cell Cluster Crash Cushion System (Küme Sistemli Çarpma Yastığı)

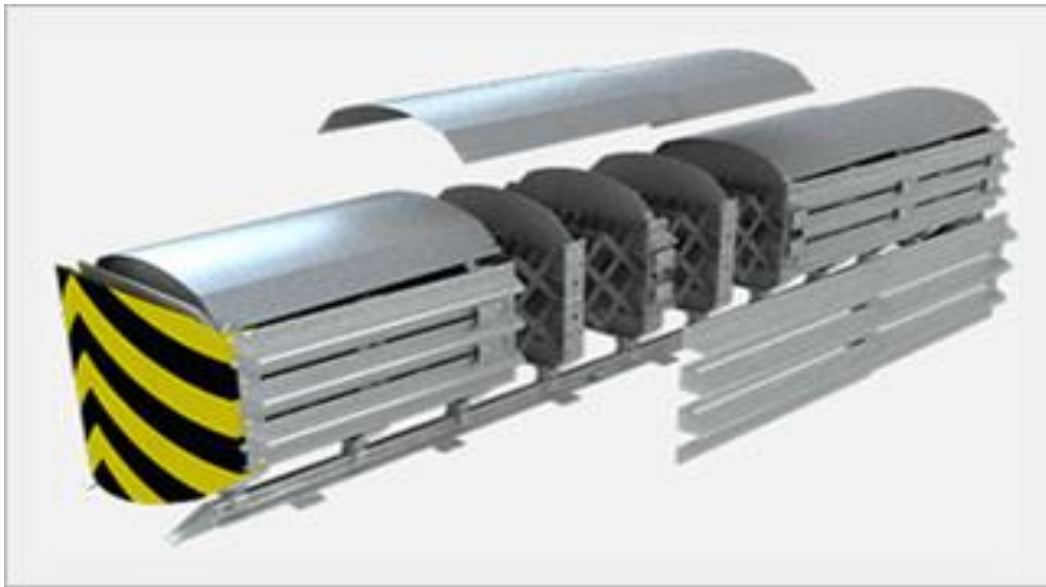
Easi-cell küme sistemli çarpma yastığı şehir içi yollarda tehlikeler için çok açılı darbe koruması sağlayan benzersiz bir çarpma yastığı çözümüdür. Easi-cell, tesisat direkleri, demiryolu geçiş sinyalleri, trafik ışıkları ve benzeri alanlar için tasarlanmıştır (Şekil 5.4). Easi-cell, yüksek moleküler ağırlıklı, yüksek yoğunluklu polietilen yapısı ile özel uygulamalara uyacak şekilde tasarlanabilen, birbirine bağlı bir dizi plastik silindirlere oluşmaktadır. Bir darbe sırasında büyük oranda tekrar kullanılabilir niteliktedir [22].



**Şekil 5.4 : EASI-Cell Küme Sistemli Çarpma Yastığı [22].**

### **5.5 Tensile Elastic Spring System Çarpma Yastığı**

Bu çarpma yastığı Güney Koreli Impact Black Hole firması tarafından geliştirilmiştir. Bu çarpma yastığının en önemli özelliği geri dönüştürülebilir özellikte çarpma yastığı olmasıdır. Çarpma esnasında çarpma yastığı çarpan araçtaki kinetik enerjiyi kademeli olarak emer ve bir yay gibi sıkışır. Elastik özelliği sayesinde çarpma sonrası gerekli işlemler yapıldıktan sonra bir yay gibi tekrar eski halini almaktadır. Bu özelliği sayesinde kurulum maliyeti dışında diğer çarpma yastıkları gibi kaza sonrası fazla bakım ve onarım gerektirmezler (Şekil 5.5).



**Şekil 5.5 : TESS Çarpma Yastığı [23].**

## 5.6 Hex-Foam Sandviç Sistem Çarpma Yastığı

Hex-Foam sandviç çarpma yastığı özellikle geniş alanlardaki tehlikeleri önlemek için kullanılır. Ana sistem bileşenleri ezilebilir altıgen köpük elemanları, çelik diyaframlar, koruyucu panel ve klavuz kabloları içerir (Şekil 5.6). Çarpma yastığına çarpma sırasında, çarpışan aracın kinetik enerjisi, çarpışan aracın kontrollü bir yavaşlamasına izin veren bir dizi altı köşeli ekipman tarafından emilir. Yan etkilere uyum sağlamak için klavuz kablolar, gerekli yanal tutucuyu sağlar ve araçlara seyahat şeridine tekrar yönlendirir. Sistem, çok çeşitli darbe hızlarına uyum sağlayacak şekilde tasarlanmıştır ve sistemi, yol şatlarına özgü gereksinimlere göre uyarlamak için üretici tarafından bir tasarım yapılmalıdır [24].



Şekil 5.6 : Hex-Foam Sandviç Sistem Çarpma Yastığı [24].

## 5.7 Reusable Energy Absorbing Crash Terminal (REACT) 350 Çarpma Yastığı Sistemi

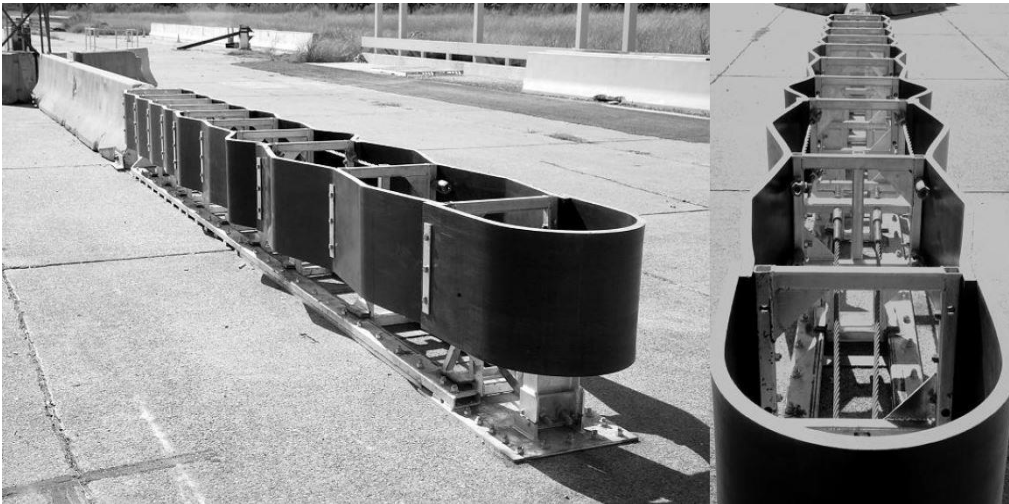
Çarpma yastığı sistemi esas olarak bir dizi yüksek yoğunluklu polietilen yapıda silindirden ve sistemin her iki ucuna da bağlanan çelik yönlendirme kablolarından oluşur (Şekil 5.7). Çarpan aracın kinetik enerjisi çarpışma sırasında yüksek yoğunluklu polietilen yapıdaki silindirler ezilerek bu enerjiyi emer. Çarpışma sırasında ezilen bu silindirler çarpışma sonrası tekrar eski hallerine geri dönerler. Yan açılardan çarpma durumu için ise sistemin her iki tarafına bağlanan çelik kablolar sayesinde aracın tekrar yola doğru manevra yapmasına olanak sağlar [24].



**Şekil 5.7 :** Reusable Energy Absorbing Crash Terminal (REACT) 350 Çarpma Yastığı Sistemi [24].

### **5.8 Hybrid Energy Absorbing Reusable Terminal (HEART) Sistem Çarpma Yastığı**

HEART sistem çarpma yastığı plastik ve çelik kombinasyonundan oluşan kendi kendini tamir edebilen ve büyük oranda çarpma sonrası yeniden kullanılabilme özelliğine sahip bir çarpma yastığıdır (Şekil 5.8). HEART sistem çarpma yastığı dalgalı termoplastik yapıda yüksek moleküler ağırlıklı (yüksek yoğunluklu polietilen) levhaların çelik diyagramları desteklemesi ile oluşmaktadır. Çarpma esnasında plastik levhalar açılarak çarpma enerjisini emer ve çelik diyagramda sistemi dengede tutarak aracın güvenli bir şekilde durmasını sağlamaktadır. Bu levhalarda polietilen gibi termoplastik yapıda malzeme kullanıldığı için levhalar çarpma sonrası büyük oranda eski haline gelmekte ve büyük çarpışmalardan sonrada kullanılabilir. [25]



**Şekil 5.8 :** Hybrid Energy Absorbing Reusable Terminal (HEART) Sistem Çarpma Yastığı.

## **6. ÇARPIŞMA YASTIKLARININ ÜRETİM, BAKIM VE ONARIM MALİYETLERİ**

### **6.1 Çarpışma Yastığının Üretim Maliyeti**

ABD’de tüm çarpma yastıklarının maliyetini tahmin etmek için 2014 yılında bir çalışma yapılmıştır. Amerikanın Orta Batı Eyaletleri Fonu Ulaştırma Bölümü (Midwest States Pooled Fund States Departments Of Transportation) yaptığı bir ankette birliğin eyaletlerine; Illinois, Iowa, Kansas, Minnesota, Missouri, Nebraska, Ohio, South Dakota, Wisconsin, and Wyoming her bir çarpma yastığının ortalama yapım maliyetini, ortalama yılda bir kere bakım maliyetini ve ortalama kaza sonrası onarım maliyetini ve ek olarak stokta bulunması gereken çarpma yastıklarının miktarı ve çeşitleri hakkında sorular sormuş ve bunların cevabını istemiştir. Bu ankete Kansas, Minnesota, Wisconsin eyaletleri cevap vermiş ve bu verilerle çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada değerlendirilen her bir çarpma yastığının tipinin maliyet ve boyutları çizelge 6.1’de gösterilmiştir. Çarpma yastığının boyutu direk olarak çarpma yastığının güvenlik seviyesi ile ilişkilidir. Çarpma yastığının maliyeti ise eyaletlerden detaylı bilgi alınamadığı için çarpışma yastığının boyutundan bağımsız olarak değerlendirilmiştir [26].

Amerika’da yapılan bu çalışmadan yola çıkarak bu tez çalışmasında belirlenen toplam 46 noktadaki hız sınırları dikkate alınarak daha önce bölüm 4’te de belirtilen 80 km/sa hızında çarpmalara dayanıklı çarpma yastığı kullanılmalıdır. Bu eksik noktalarda daha önce İBB tarafından E-5 Karayolunda kullanılan Tau P-80 tipi çarpma yastığı kullanacağımızı varsayalım. Tau P-80 tipi çarpma yastığının genişliği 0,9 m, uzunluğu ise 7,1 m’dir [15].

Çizelge 6.1’de gösterilen uzunluk ve genişlik ölçüleri dikkate alınarak yaklaşık kurulum maliyeti bulunmuştur. Tau P-80 tipi ile ABD’de deki çalışmada belirlenen Tau tipi çarpma yastığının boyutlarının yakın olduğu görülmüştür. Tablodaki bu değer dikkate alınarak yapılan hesaplamada Tau P-80 tipi çarpma yastığının maliyeti ortalama 15.000.-USD’ye gelmektedir. Eksik olan bu 46 nokta dikkate alındığında bunun toplam maliyeti yaklaşık 690.000 Amerikan Doları olacaktır. E-5

Karayolunun tamamını ve İstanbul sınırları içerisinde kalan yolları düşündüğümüzde bu tutarın çok daha fazla olacağı açıktır.

İtalyan AMS firması tarafından üretilen SMA 80P tipi çarpma yastıklarının yaklaşık maliyetinin ise 5000 Euro olduğu AMS firması yetkilileri ile yapılan görüşmede belirtilmiştir. Bu 46 noktada SMA 80P tipi bir çarpma yastığı kullanılacaksa yaklaşık maliyetin 230.000 Euro civarında olacağı düşünülmektedir.

Ülkemizin cari açık probleminin olması, döviz kurunun yüksek olması sebebiyle çarpma yastığının yerli imkânlarla üretilmesi devletimizin yararına olacaktır. Yerli imkânlarla üretilen bu ürünlerin dünyada çok az firma tarafından üretilmesi, Pazar ağının geniş olması sebebiyle türk ürünleri bir alternatif olacak ve ihracata yapacağı katkı ile de ekonomimize döviz girdisi sağlayacaktır. Bu nedenlerden dolayı kamu ve özel sektörün çarpma yastığı üretimi konusunda harekete geçmesi önem arz etmektedir.

**Çizelge 6.1 : Fayda Maliyet Analizinde Kullanılan Maliyetler Ve Boyutları [26].**

Çarpma Yastığı	Kurulum Maliyeti	Uzunluk, ft (m)	Genişlik, ft (m)
QuadGuard	17,769 USD	21 (6.40)	2.0 (0.61)
QUEST	11,510 USD	19 (5.79)	2.0 (0.61)
TRACC	11,400 USD	21.25 (6.48)	2.0 (0.61)
TAU II	15,433 USD	23.0 (7.01)	4.0 (1.22)
QuadGuard Elite	33,017 USD	27.0 (8.23)	2.0 (0.61)
REACT 350	36,067 USD	28.75 (8.76)	3.0 (0.91)
SCI	19,371 USD	21.5 (6.55)	2.0 (0.61)
Sand Barrels	2,540 USD	16.5 (5.03)	6.0 (1.83)

## 6.2 Çarpışma Yastığının Onarım Maliyeti

Çarpma yastığının onarım maliyeti için yine ABD’de yapılan çalışmada çarpma yastığı üreticilerden test 3-31, 3-33, 3-37 testlerinin yapılması istenmiştir. Bu testlerde gerçekleşen çarpışma sonrası üreticilere bakım ve onarım için belirli bir süre tanınmıştır. Saat başına ortalama 50 Amerikan Doları işçilik maliyeti ile her 3 test yapılarak ortalama onarım maliyeti belirlenmiştir ve Çizelge 6.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.2 : ABD Ulusal Karayolu Araştırma Programı Ortalama Onarım Maliyetleri [26].**

Sistem	Ortalama Onarım Maliyeti
SCI	67.33 USD
REACT 350	66.67 USD
QuadGuard Elite	638.33 USD
TRACC	1,933.33 USD
TAU II	2,518.83 USD
QuadGuard	3,909.67 USD
QUEST	9,683.33 USD





## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Bu çalışmada öncelikle çarpma yastıklarının tasarımında yapılan çarpma testlerinin hangi şartlar altında yapıldığı, değişik hızlarda, farklı araç ağırlıklarında ve farklı çarpma doğrultusunda yapılan deneylerden bahsedilmiştir.
2. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yol Bakım Ve Onarım Müdürlüğünden alınan veriler ve arazide yapılan kontroller ile çarpma yastıklarının kullanıldığı noktalar tablolar halinde gösterilmiştir.
3. Çarpma yastıklarının ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılmaması durumunda meydana gelen kazaların çok ciddi sonuçları doğurduğundan dolayı çarpma yastığı ve benzeri mekanizmaların kullanılması gerekliliğinden, çarpma yastığının eksik bulunduğu noktalarda meydana gelen kazalardan bahsedilmiştir.
4. E-5 Karayolu Avcılar, Pendik aksında Ankara istikametinde yapılan arazi çalışmalarında yol ayrımlarında, refüj ve benzeri noktalarda hali hazırda kullanılan çarpma yastıkları incelenmiştir. Yapılan arazi kontrolleri sırasında çarpma yastığı kullanılması gereken noktalar belirlenmiş ve çizelgeler halinde noktaların konumu ve koordinatları belirlenmiştir. E-5 Karayolu üzerinde Avcılar-Pendik aksında Avrupa Yakasında 18 noktada, Anadolu Yakasında 28 farklı noktada çarpma yastığı eksikliği bulunmaktadır.
5. Tezde ayrıca çarpma yastıklarının farklı noktalarda, şehir içi, ağaç ve direk önü gibi noktalar için geliştirilen alternatif çarpma yastıklarından bahsedilmiştir. Son teknoloji ile geliştirilen bu ürünlerin yol ve çevre güvenliği dışında şehir estetiğini de olumlu yönde etkilediğinden bahsedilmiştir.
6. Bu tezde son olarak Kamu kurumları ve özel sektör temsilcilerine maliyet açısından bilgi vermek amaçlı önceki yıllarda ABD’de gerçekleştiren bir araştırma sonucunda farklı üreticiler tarafından üretilen çarpma yastıklarının

maliyeti hakkında ve belirlenen bu eksik noktaların yaklaşık maliyeti hakkında bilgi verilmiştir.

7. Kamu kurumları ve özel sektör temsilcilerinin çarpma yastığı eksikliğinin bulunduğu bu noktaları dikkate alarak uygun ve doğru çarpma yastığının seçilmesine yardımcı olmak ve eksikliklerin giderilmesini sağlamak amaçlanmıştır.
8. Bu eksiklikler giderildiğinde İstanbul'da trafik ve yol güvenliğine katkıda bulunarak insanımıza daha güvenli karayolları hizmeti sunulması sağlanacaktır. Özellikle ülkemizin en kalabalık ve trafik yükü olan İstanbul için bu eksik noktaların bir an önce güvenli hale getirilmelidir.
9. Türkiye'de trafik kazaları sonucunda meydana gelen can ve mal kayıplarının azaltılması için, yol ve trafik standartlarında ileri gelen ülkelerden olmak için, çarpma yastığı ve benzeri trafik güvenliği ekipmanlarını yollarımızda yaygınlaştırmamız gerekmektedir.
10. Kazalar sonucu ortaya çıkan ekonomik kayıplarımızın çok fazla olması sebebiyle bu noktalardaki eksikliklerin giderilerek ekonomik ve finansal kaynakların ülkenin ihtiyacı olan alanlarına yönlendirilmesi ülke menfaati açısından faydalı olacaktır.
11. Geçmiş yıllarda ABD'de yapılan çalışmalarda çarpma yastıklarının yapım ve onarım maliyetinin yüksek olduğu, tezde belirlenen bu eksik noktaların maliyetinin yaklaşık 690.000.-USD'ye kadar çıkması, İtalyan AMS firmasının ürünü olan SMA 80P kullanılması durumunda 230.000 Euro'ya kadar çıkması, İstanbul ve ülkemizde birçok noktada eksikliklerin bulunması, hali hazırda ise üretici firmalarının birçoğunun yabancı olması sebebiyle üretimde yerli ve milli çarpma yastığı tasarımının yapılması önem arz etmektedir.
12. Karayolu güvenliği, yol güvenliği tertibatları ve affedici yol kavramları üzerinde çalışan insan gücünün sayesinde çok bilinmeyen ve çalışılmayan bu alanda bilgilendirme yapmak hedeflenmiştir.
13. Bu tezde sadece E-5 Karayolunda Avcılar, Pendik aksı Ankara doğrultusunda yaklaşık 60 km'lik yolda bulunan eksik noktalar belirlenmiştir. İstanbul ilinin tamamı düşünüldüğünde çarpma yastığı kullanılması gereken noktaların çok

daha fazla olduğu açıktır. İstanbulun tamamı ve ülke genelinde de benzer çalışmaların ilgili kurumlar tarafından yapılması faydalı olacaktır.





## KAYNAKLAR

- [1]WHO (2015), Global Status Report On Road Safety 2015, *World Health Organization*, Geneva, Switzerland
- [2]TÜİK (2018), Trafiğe Kayıtlı Motorlu Kara Taşıtları Raporu, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara 2018
- [3]TÜİK (2017), 2016 Yılı Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara 2017
- [4]URL-1 (<http://www.hurriyet.com.tr/gundem/kadikoyde-dehset-taksi-bariyerlere-girdi-40119827>), Erişim Tarihi Mart 15, 2018
- [5]URL-2 (<http://www.marmaragazetesi.com/gebzede-kontrolden-cikan-otomobil-bariyere-ok-gibi-saplandi-133306h.htm>), Erişim Tarihi Mart 15, 2018
- [6]URL-3 (<https://www.youtube.com/watch?v=nejmANCswzo>) Erişim Tarihi Mart 20, 2018
- [7]FHWA (2017), Federal Highway Administration, Roadway Departure Safety, U.S. Department of Transportation, 2017 [https://safety.fhwa.dot.gov/roadway\\_dept/countermeasures/reduce\\_crash\\_severity/listing.cfm?code=cushions](https://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/countermeasures/reduce_crash_severity/listing.cfm?code=cushions)), Washington, USA Erişim Tarihi Mart 8, 2018
- [8]Hirsh, T. J., (1969) *Vehicle Impact Attenuation By Modular Crash Cushion*, Texas Transportation Institute 1969, Texas USA
- [9]AASHTO (2011), *Road Side Design Guide*, American Association of State Highway and Transportation Official, Washington, USA
- [10]FHWA, (2013), Federal Highway Administration Roadway Departure Safety, U.S. Department of Transportation, 2013
- [11]İBB, (2018), *İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım Ve Onarım Müdürlüğü Verileri 2018*, İstanbul
- [12]TSE EN 1317-3, (2011) *Yol Güvenlik Sistemleri - Bölüm 3: Çarpma Yastıkları İçin Performans Sınıfları, Çarpma Deneyi Kabul Kriterleri ve Deney Yöntemleri*,( Sf. 1-10)
- [13]AASHO, MASH 09, (2009) *American Association of State Highway and Transportation Official, Manual for Assessing Safety Hardware*, (Sf. 12-23)
- [14]URL-4 (<http://haberciniz.biz/surucunun-kararsizligi-kazaya-neden-oldu-6-yarali-3120293h.htm>) Erişim Tarihi Mart 15, 2018
- [15]URL-5 (<http://www.snolineuk.com/stuff/contentmgr/files/0/4d86e0743218d3e8f3474e533624466b/files/taugammapdf.pdf>) Erişim Tarihi Mart 10, 2018
- [16]URL-6 (<http://www.haberoran.com/e-5-karayolunda-korkunc-kaza-7998>) Erişim Tarihi Mart 20, 2018

- [17]URL-7 ( <http://www.haber7.com/guncel/haber/2393837-akilalmaz-kaza-bariyer-minibuse-saplandi>) Erişim Tarihi Mart 20, 2018
- [18]İBB UKOME, (2014) İstanbul Büyükşehir Belediyesi, *Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü, 22.10.2014 Tarih ve 2014/9-1 sayılı kararı*, İstanbul
- [19]URL-8 ( <http://www.barriersystemsinc.com/absorb-350-crash-cushion> ) Erişim Tarihi Nisan 10, 2018
- [20]URL-9 ( <http://www.smaroadsafety.com/en/gamma/view/16/city> ) Erişim Tarihi Nisan 10, 2018
- [21]URL-10 ( <http://www.smaroadsafety.com/en/gamma/view/17/tree>) Erişim Tarihi Nisan 10, 2018
- [22]URL-11 ( [http://www.energyabsorption.com/products/products\\_easi-cell\\_cluster.asp](http://www.energyabsorption.com/products/products_easi-cell_cluster.asp)) Erişim Tarihi Nisan 15, 2018
- [23]URL-12 ( [https://ibhcorp.en.ec21.com/Tensile\\_Elastic\\_Spring\\_System\\_TESS-1671115.html](https://ibhcorp.en.ec21.com/Tensile_Elastic_Spring_System_TESS-1671115.html) ) Erişim Tarihi Nisan 20, 2018
- [24] Savolainen, P. T., Barnwal, A., Kirsch, T. J., (2017) *Crash Cushion Selection Criteria Report September 2017*, Institute for Transportation Iowa State University, Iowa, USA, (sf. 19-22)
- [25] Sheikh, N. M., Alberson, D.C., Bullard, D.L., (2004) *Development Of a Hybrid Energy Absorbing Reusable Terminal (HEART) Using Finite Element Modeling in LS-DYNA for Roadside Safety Applications*, 8th International LS-DYNA Users Conference, Detroit, USA, (sf. 34-35)
- [26] Schrum, K. D., De Albuquerque, F. D. B., Sicking D. L., Lechtenberg, K. A., Faller R. K. and Reid, J. D.,(2014). *Cost-Benefit Analysis of Crash Cushion Systems*,Midwest Roadside Safety Facility, Whittier Research Center, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, Nebraska, USA

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Fethi YÜRÜR  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 15.06.1991 / Bakırköy  
**E-posta** : yurur@itu.edu.tr fethiyurur@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Mühendisliği Programı

### ÇALIŞMA HAYATI :

- **02.09.2014 – 28.02.2017** : Ulusal Gayrimenkul Değerleme, İnşaat Mühendisi, Değerleme Uzman Yardımcısı, Büyükçekmece
- **01.03.2017 -** : Pendik Belediye Başkanlığı, İnşaat Mühendisi, Pendik

