

TS EN 1317-2'ye Göre Güvenlik Bariyerleri için Performans Sınıfları ve Deney Yöntemlerinin İncelenmesi*

Erman Derin¹, Ali Osman Atahan²,
Fulya Gülen Şahin³, Ender Bülbül⁴

Özet

Bu çalışmada, hareketli ve sabit beton bariyerlerin TS EN 1317-2'ye göre çarpma performansına ilişkin gerekleri, otokorkuluk sınıfları, çalışma genişliği ve darbe şiddeti indeksi seviyeleri incelenmiştir. Çalışmanın amacı, beton bariyerlerin uygunluk değerlendirmesi ve dayanıklılık hususlarında gereklerinin irdelenmesidir. Farklı hız ve taşıt türlerine hizmet veren yollarda bariyer tiplerinin belirlenmesi, motosiklet trafiğine de hizmet veren yollarda dikkat edilmesi gereken hususlar, yol çalışmalarında (bakım, tamir, yeniden imalat gibi) çalışan güvenliği ve akıllı trafik uygulamalarında beton bariyerler konularında çalışmalara yer verilmiştir.

1. GİRİŞ

2013 yılı Avrupa trafik kazalarında, 26.000 can kaybı, 1.500.000 yaralanma gerçekleşmiş ve bu yaralanma ve ölümlerin AB düzeyinde 280 milyar euro, yani gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYH) %2'sini oluşturan ciddi maliyet getirmiştir [1].

Avrupa boyutunda yol güvenliğini sağlama ve trafik kazalarının sosyal boyutunu kontrol etme amaçlı, 2011-2020 yılları arasında değerlendirilecek olan Avrupa Yol Güvenlik Programı ile ölümleri yarı yarıya azaltma planı oluşturulmuştur [1]. 2011-2020 Karayolu Güvenliği On Yıllık Eylem Planı adı altında, mart 2010'da Birleşmiş Milletler Genel Kurulu A/RES/64/255 kararını almış, bu on yıl içerisinde, üye devletlerin, trafik kazalarında ölenlerin sayısını azaltmak için, ulusal

Investigation of Performance Classes and Test Methods for Safety Barriers According to TS EN1317-2

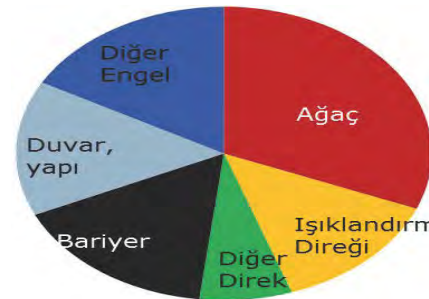
In this study, the requirements for impact performance of movable and fixed concrete barriers, barrier performance classes, working width and crash severity index levels were examined according to TS EN 1317-2. The aim of the work is to evaluate the requirements of concrete barriers for conformity assessment and durability. Determination of barrier types for the roads serving different speeds and types of vehicles, considerations for the roads serving motorcycle traffic, employee and passenger safety on road works (maintenance, repair, remanufacturing) and smart traffic applications on concrete barrier were referenced.

planlar icat etmesi ve önlemler alması gerekmektedir [2].

Belçika'da yapılan araştırmaya göre tüm karayollarını kapsama alan trafik kazalarının istatistikleri değerlendirildiğinde, yolun çevresindeki bir engele çarpma ile ölümle sonuçlanma oranı %40'dır. Engele çarpma ile ölümle sonuçlanan kazalar engel tipine göre dağılım göstermektedir [2] (Şekil 1). Bununla birlikte, engelin yoldan uzaklığı parametresi de önemlidir (Şekil 2).

Bu bilgiler, karayolun güvenliği için bariyerin performans, malzeme ve çalışma genişliği seçiminin önemini göstermektedir. Aşağıdaki çalışmada, güvenlik bariyerlerinin TS EN 1317-2'ye göre çarpma performansına ilişkin gereklerine ve önemine, yolcu ve diğer yol kullanıcılarının can güvenliği, kaza bedeli konuları göz önüne alınarak motosiklet trafiği, yol çalışmaları, akıllı trafik uygulamalarında sabit ve hareketli beton bariyer kullanım avantajlarına

yer verilmiştir.



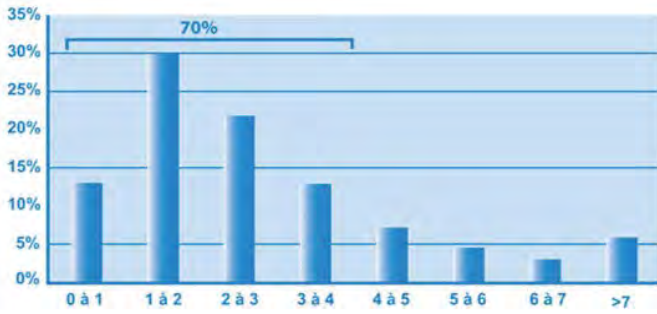
Şekil 1. Engellere karşı çarpışmada ölümlerin engel tipine göre dağılımı

^{1,3}) e.derin@cimsa.com.tr, f.gulen@cimsa.com.tr, Çimsa Çimento San. ve Tic. A.Ş., Mersin

²) atahana@itu.edu.tr, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

⁴) ender.bulbul@deltabloc.com, Delta Bloc Türkiye, İstanbul

(*) Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen Beton İstanbul 2017 Hazır Beton Kongresi'nde sunulmuştur.



Engelin Yoldan Uzaklığı (m)

Şekil 2. Engellere karşı çarpışmada ölümlerin engelin yoldan uzaklığına göre dağılımı (Belçika, 2006-2010)

2. Güvenlik Bariyerleri için Performans Sınıfları

Karayolu güvenliğini artırma amacı ile yolcular ve diğer yol kullanıcılarını korumak, yoldan çıkan taşıtları güvenli şekilde yolda tutmak için güvenlik bariyerleri kullanılır. Genellikle çelik, halat ve beton yapı malzemesi kullanılarak imal edilen bariyerler yol kenarında veya refüjde bulunur. İhtiyaç duyulan performansa göre tasarımı yapılır. Bu performans sınıfları ve gerekleri TS EN 1317-2 Standardı'nda tanımlanmıştır [3].

TS EN 1317-2'ye göre bariyerin performans sınıfını belirlemek için Tablo 1'de tarif edilen taşıt çarpma deneyine tabi tutulduğunda, güvenlik bariyeri Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5'de belirtilen gereklere uygun olmalıdır.

Tablo 1. Taşıt çarpma deneyine ilişkin tarifler (TS EN 1317-2)

Deney	Çarpma hızı km/h	Çarpma açısı	Toplam kütle kg	Taşıt tipi
TB11	100	20	900	Otomobil
TB21	80	8	1 300	Otomobil
TB22	80	15	1 300	Otomobil
TB31	80	20	1 500	Otomobil
TB32	110	20	1 500	Otomobil
TB41	70	8	10 000	Rijit HGV
TB42	70	15	10 000	Rijit HGV
TB51	70	20	13 000	Otobüs
TB61	80	20	16 000	Rijit HGV
TB71	65	20	30 000	Rijit HGV
TB81	65	20	38 000	Römorklu HGV

Bariyer sınıfları, araçları yolda tutma seviyelerine göre, geçici (T), normal (N) ve ağır (H) olmak üzere 3 farklı sınıfta tanımlanmıştır (Tablo 2). N sınıfı sistem normal araçları (otomobil), H sınıfı sistem ağır vasıtaları (kamyonet, otobüs, tır vb.) kapsamaktadır (Şekil 3).

Tablo 2. Yolda tutma seviyeleri (TS EN 1317-2)

Yolda tutma seviyeleri			Kabul deneyi
Düşük açıyla yolda tutma	T1	/	TB 21
	T2	/	TB 22
	T3	/	TB 41 ve TB 21
Normal seviyede yolda tutma	N1	/	TB 31
	N2	/	TB 32 ve TB 11
Yüksek seviyede yolda tutma	H1	/	TB 42 ve TB 11
	L1	/	TB 42 ve TB 32 ve TB 11
	H2	/	TB 51 ve TB 11
	L2	/	TB 51 ve TB 32 ve TB 11
	H3	/	TB 61 ve TB 11
	L3	/	TB 61 ve TB 32 ve TB 11
Çok yüksek seviyede yolda tutma	H4a H4b	/	TB 71 ve TB 11 TB 81 ve TB 11
	L4a L4b	/	TB 71 ve TB 32 ve TB 11 TB 81 ve TB 32 ve TB 11

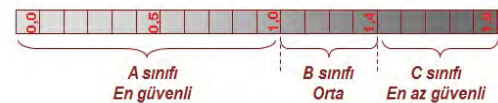


Şekil 3. Yolda tutma seviyelerine göre güvenlik bariyerleri sınıfları

Bariyer sınıfları, taşıt yolcusu çarpma şiddeti değerlendirme ASI ve THIV indeks değerlerine göre, A, B ve C sınıfı olmak üzere 3 farklı sınıfta tanımlanmıştır (Tablo 3). Yoldan çıkmış bir otomobilde bulunan yolcu için çarpma şiddeti seviyesi A, B seviyesine göre daha yüksek, B seviyesi de C seviyesine göre daha yüksek güvenlik seviyesi sağlar (Şekil 4) [4].

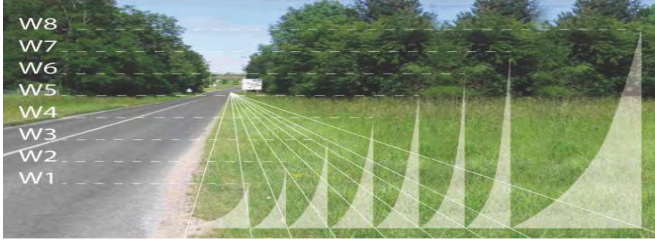
Tablo 3. Çarpma şiddeti seviyeleri (TS EN 1317-2)

Çarpma şiddeti seviyesi	İndeks değerleri	
	A	ASI ≤ 1,0
B	ASI ≤ 1,4	
C	ASI ≤ 1,9	

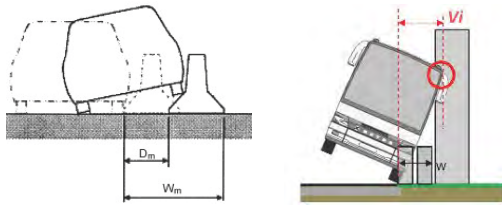


Şekil 4. Çarpma şiddet seviyeleri

Son kriter ise sistem deplasmanı yani çalışma genişliğidir (Şekil 5). Çarpma deneyi esnasında güvenlik bariyerinde oluşan şekil değiştirme, dinamik yer değiştirme, çalışma genişliği ve taşıt girme mesafesi ile nitelendirilir (Şekil 6).



Şekil 5. Çalışma genişliği seviyeleri



Şekil 6. Dinamik yer değiştirme (D_m), çalışma genişliği (W_m) ve taşıt girme mesafesi (V_m) ölçüm değerleri

Dinamik yer değiştirme (D_m), bariyerin dinamik yanal yer değiştirmesidir. Çalışma genişliği (W_m) ise, bariyerin, şekil değişimine uğramamış başlangıcı ile yanal yer değiştirme bitimi arasında kalan yanal mesafedir. Ağır yük taşıtlarına ait taşıt girme mesafesi (V_m) de, otobüsün dinamik yanal konumudur.

TS EN 1317-2'de verilen güvenlik sisteminde oluşan şekil değiştirme sınıfları Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmektedir.

Standardlaştırılmış çalışma genişliği seviyelerine ait sınıflar	Standardlaştırılmış çalışma genişliği seviyeleri m
W1	$W_N \leq 0,6$
W2	$W_N \leq 0,8$
W3	$W_N \leq 1,0$
W4	$W_N \leq 1,3$
W5	$W_N \leq 1,7$
W6	$W_N \leq 2,1$
W7	$W_N \leq 2,5$
W8	$W_N \leq 3,5$

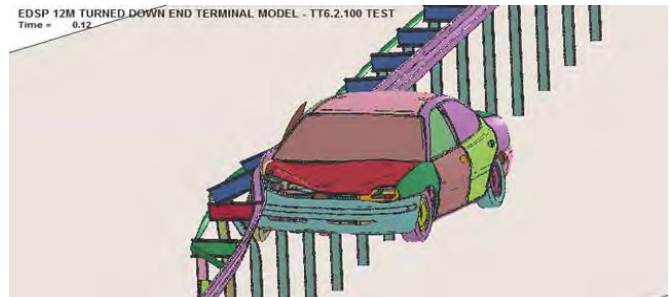
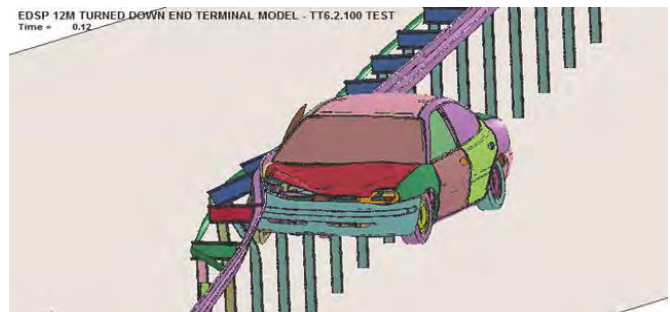
Tablo 4. Çalışma genişliği seviyeleri (TS EN 1317-2)

Standardlaştırılmış taşıt girme mesafesi seviyelerine ait sınıflar	Standardlaştırılmış taşıt girme mesafesi seviyeleri m
V1	$V_N \leq 0,6$
V2	$V_N \leq 0,8$
V3	$V_N \leq 1,0$
V4	$V_N \leq 1,3$
V5	$V_N \leq 1,7$
V6	$V_N \leq 2,1$
V7	$V_N \leq 2,5$
V8	$V_N \leq 3,5$
V9	$V_N > 3,5$

Tablo 5. Taşıt girme seviyeleri (TS EN 1317-2)

Güvenlik bariyerlerinin enerji yutma performansını tespit etmek için darbe deneyleri yol gösterici olmaktadır. Gerçek çarpışma deneylerine hazırlık olarak, beton bariyerin darbe yüklerini yutma kapasitesi ve yüzeyin kayma/fren dayanımını ölçme amaçlı Çimsa Hazır Beton test alanında sarkaç deneyleri yapılmıştır (Şekil 7).

Beton otokorkuluğun çarpışma davranışını ölçme ve ölçülen performans değerleri ile TS EN 1317-2 Standardı'na göre belgelendirme için yapılan örnek çarpışma pist alanı test görüntüleri Şekil 8'de verilmektedir.



Şekil 7. Çarpışma testi öncesi laboratuvar ortamında yapılan modelleme çalışmaları



Şekil 8. Çarpışma testi görüntüleri

3. Sabit ve Hareketli Beton Bariyerlerin Trafik Güvenliğindeki Önemi

3.1. Motosiklet Trafiğine Hizmet Veren Yollarda Beton Bariyerlerin Trafik Güvenliğindeki Önemi

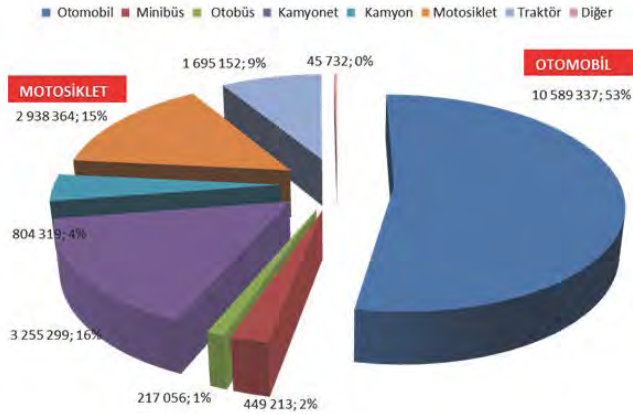
Bariyere çarpmalı motosiklet kazalarının görüldüğü yerlerin başında, korkuluklu sert virajlar ve yüksek hız limitli duble yollar gelmektedir. 2012 yılı İngiltere’de bariyere çarpmalı kaza verileri incelendiğinde, bariyere çarpan bir motosikletlinin yaşamını kaybetme ihtimalinin otomobil yolcularına oranla 7 kat daha fazla olduğu gözlemlenmiştir [5].

Şekil 9’da verilen 2015 yılında yapılan TÜİK, Karayolları Trafik Kaza İstatistiklerine göre ölümlü ve yaralanmalı toplam kaza sayısının %16’sı motosiklet kazası olmasına rağmen, ölümlerin %28,7’si, yaralıların % 30,7’si bu kazalarda meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, motosiklet kazalarının şiddet derecesinin yüksekliğini göstermektedir.

Taşıt cinsi	Trafığe kayıtlı taşıt sayısı	Ölümlü yaralanmalı		Ölen sürücü sayısı		Yaralanan sürücü	
		kazaya karışan taşıt sayısı	kazaya karışan taşıt sayısı (%)	Toplam	Toplam ölen sürücü sayısına göre %	Toplam	Kazayan araç Sayılarına göre %
Toplam - Total	19 994 472	290 072		3 065		128 036	
Otomobil - Car	10 589 337	149 449	51,5%	1 214	39,6%	55 735	43,5%
Minibüs - Minibus	449 213	9 140	3,2%	40	1,3%	1 745	1,4%
Otobüs - Bus	217 056	6 843	2,4%	23	0,8%	716	0,6%
Kamyonet - Small truck	3 255 299	45 452	15,7%	273	8,9%	14 873	11,6%
Kamyon - Truck	589 426	8 596	3,0%	121	3,9%	2 504	2,0%
Çekici - Tractor trailer	214 893	6 684	2,3%	76	2,5%	2 111	1,6%
Motosiklet - Motorcycle	2 938 364	46 310	16,0%	880	28,7%	39 368	30,7%
Traktör - Tractor	1 695 152	3 194	1,1%	226	7,4%	1 300	1,0%
Diğer - Other	45 732	14 404	5,0%	212	6,9%	9 684	7,6%

TÜİK, Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2015

Şekil 9. Ölümlü ve yaralanmalı kaza istatistikleri, TÜİK, 2015 [6]

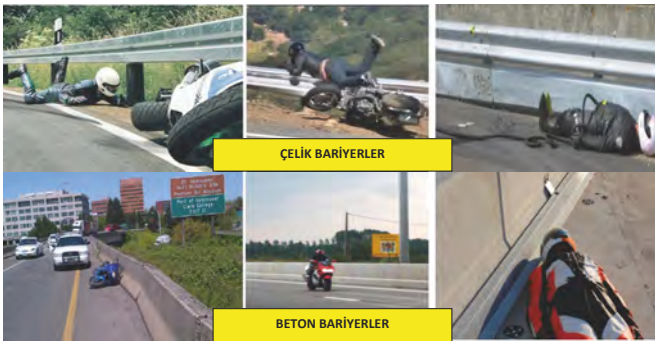


Şekil 10. Araç tipi dağılımı sayıları ve yüzdesi, TÜİK, 2015 [7] TÜİK 2015 sonuçlarına göre trafikte, yaklaşık 20 milyon araç bulunmaktadır. Bunun, %15'i (3 milyona yakın) motosiklettir (Şekil 10). Bununla birlikte, %10'u motosiklet olmak üzere her yıl yaklaşık 900 bin araç trafiğe katılmaktadır. Bu veriler de, motosiklet kazalarının olasılık derecesinin gitgide arttığını göstermektedir.

Motosikletliler açısından beton ve çelik bariyerler Şekil 11 ve aşağıda kıyaslanmıştır.

Çelik bariyerler:

- Ülkemizde en yaygın olarak kullanılan W bariyer tipidir.
- Kayan motosikletli çelik bariyerin altından geçebilir ve dikmelere çarpabilir.
- Dik pozisyonda çarpan motosikletli dikmelerin üstüne düşebilir.
- Ülkemiz gerçekleri de hesaba katıldığında tehlikesi tartışılmaz.
- Bu sebeplerden ötürü birçok ölümlü kaza yaşanmaktadır.



Şekil 11. Motosikletliler açısından beton ve çelik bariyerler

Beton bariyerler:

- Sürekli yüzey bulunmaktadır.
- Bariyerin altından geçme problemi yoktur.
- Çıkıntılar, keskin kenarlar ve uçlar yoktur.

- Çarpışma anında darbe geniş alana yayılmaktadır.
- Rijit bir sistem olduğu için darbe emilimi düşüktür.
- Dik açılı çarpışmalarda tehlikelidir.

3.2. Tek Yönlü Araç Trafiğinde Hareketli Beton Bariyerlerin Trafik Güvenliğindeki Önemi

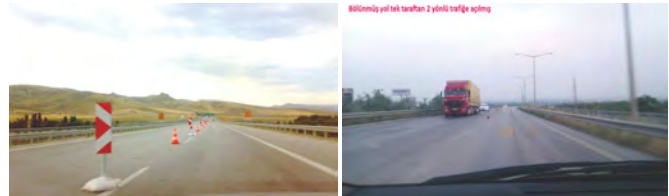
Avrupa'da tek yönlü araç trafiğinin yoğun olduğu saatlerde, araç trafiği yoğun olan yönün şerit sayısını arttırarak, diğer yönün şerit sayısını düşürerek, trafik yoğunluğunu azaltma çalışmaları hareketli beton bariyerlerle sağlanmaktadır (Şekil 12.a, Şekil 12.b).



Şekil 12.a. Tek yönlü araç trafiği **Şekil 12.b.** Hareketli beton bariyer ile tek yönlü araç trafiği çözümü

3.3. Yol Çalışmalarında Hareketli Beton Bariyerlerin Trafik Güvenliğindeki Önemi

Ülkemizde bakım, tamir, yeniden imalat gibi yol çalışmalarında, çalışmanın yapılacağı bölüm ya da çalışmadan kaynaklı tek yönün gidiş-dönüş ikiye bölünmesi sadece trafik konileri ile yapılmaktadır (Şekil 13).



Şekil 13. Yol çalışmalarında trafik güvenliğinin olmaması

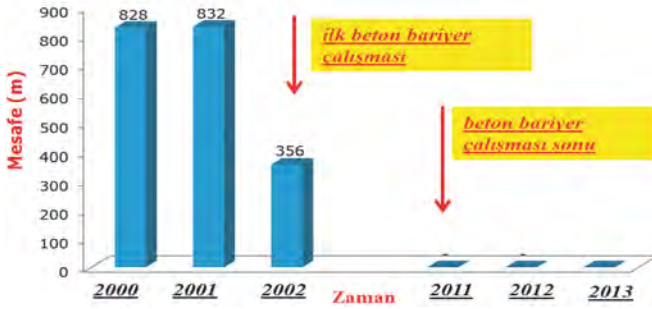
Avrupa'da yol bakım, imalat işlemleri esnasında hareketli beton bariyerler ile hem çalışan hem de taşıt ve yolcu güvenliği sağlanmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14. Hareketli bariyerler ile yol çalışması güvenliği

3.4. Bakım Sıklığı ve Maliyeti Açısından Beton Bariyerlerin Trafik Güvenliğindeki Önemi

Bariyerlerde uygulama sonrası bakım oldukça önemlidir. Kazalarda hasar alma oranlarına göre bakımlar yapılır ve bunun içinde ekstra maliyetler ve işçilikler söz konusudur. Belçika Liege bölgesinde 7 km'lik bir yolda çelik otokorkuluklar yerine beton otokorkuluk yapılmıştır. Bu dönemde yapılan bakımlara ait istatistikler Şekil 15'te gösterilmektedir.



Şekil 15. Refüjde bariyer onarım maliyeti (Belçika 2012 yılı verileri) [8]

Şekil 16'da gösterilen Endonezya Bali Adası'nda bulunan karayolu, beton bariyerler ile trafik güvenliğinin sağlanması açısından iyi bir örnektir.



Şekil 16. Örnek beton bariyer uygulaması

4. Sonuçlar

TS 1317-2 taşıt çarpma deneyine göre güvenlik bariyerleri performans sınıfları yolda tutma seviyesi, çarpma şiddet seviyesi ve çalışma genişliği seviyesine göre belirlenmiştir.

Beton bariyerler, motosiklet trafiğine hizmet veren yollar için dikme, çıkıntı, keskin kenar, uçlarının olmaması, pürüzsüz ve sürekli düz yüzeye sahip olması, motosikletlinin altından geçme probleminin olmaması, çarpışma anında darbenin geniş alana yayılmasından dolayı çelik bariyerlere oranla daha güvenlidir.

Hareketli beton bariyerler, tek yönlü araç trafiğinin yoğun olduğu saatlerde, araç trafiği yoğun olan yönün şerit sayısını arttırarak, diğer yönün şerit sayısını düşürerek, trafik yoğun-

luğunu azaltma çalışmalarına imkân sağlamaktadır.

Hareketli beton bariyerler, yol bakım, imalat işlemleri esnasında çalışan, taşıt ve yolcu güvenliğini sağlamaktadır.

Gelişmiş ülkeler karayolu güvenliğinde beton bariyerleri tercih etmektedir. Özellikle, karayolu trafik güvenliği açısından kritik kesim olan orta refüjlerde beton bariyer seçimi yapılmaktadır.

Güvenlik bariyeri olarak beton bariyer kullanımı bakım sıklığı, bakım bedeli, ömrü ve kaza bedeli ele alındığında diğer malzemeler (çelik, çelik halat, ahşap) ile üretilen bariyer kullanımına göre daha güvenli ve avantajlıdır.

Kaynaklar

1. Diamandouros K., Otokorkuluk Güvenlik Standartları, Sınıflandırılması ve Avrupa'da Gelişimi, **Beton Otokorkuluklar ve Karayolu Güvenliği Çalıştayı**, 2014
2. Kadioğlu H., Beton Otokorkulukların Kullanılması, **Beton Otokorkuluklar ve Karayolu Güvenliği Çalıştayı**, 2014.
3. TS EN 1317-2 Yol Güvenlik Sistemleri - Bölüm 2: Taşıt Parapetleri Dâhil Güvenlik Bariyerleri İçin Performans Sınıfları, Çarpma Deneyi Kabul Kriterleri ve Deney Yöntemleri, 2011.
4. Atahan A. O., "Yolkenar Güvenliğine Giriş ve Beton Otokorkulukların Genel Tanımı", **Beton Otokorkuluklar ve Karayolu Güvenliği Çalıştayı**, 2014.
5. Erginbaş C., "Motosikletler ve Beton Otokorkuluklar" **Beton Otokorkuluklar ve Karayolu Güvenliği Çalıştayı**, 2014.
6. TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Karayolu Kaza İstatistikleri, 2015.
7. TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Karayolu Araç Dağılım Yüzdeleri, 2015.
8. Kadioğlu H., Beton-Çelik Otokorkuluk Karşılaştırması, **Beton Otokorkuluklar ve Karayolu Güvenliği Çalıştayı**, 2014.