

BETON BARİYERLER (OTOKORKULUKLAR)



© **Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği**

Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir.

Hazırlayanlar:

Prof. Asım Yeğınobalı, TÇMB

Prof.Dr. Ali Osman Atahan, Mustafa Kemal Üniversitesi

Ahmet Gözen, Konya Çimento Hazır Beton

Tasarım:

Gizem Buzacı, TÇMB

2.Baskı - Nisan 2011

Yerleşim Adresi:

Cyberpark, Cyberplaza C Blok Zemin, Kat: 1 ve 2

Bilkent / Ankara

T : 444 50 57 - F : 0 312 265 09 06

www.tcma.org.tr - info@tcma.org.tr



Beton Bariyerler (Otokorkuluklar)

İçindekiler

Giriş	5
Bariyerlerin Fonksiyonları	6
Bariyerlerin Performansı	6
Bariyerlerin Maliyeti	6
Bariyerlerin Tipleri	7
Beton Bariyerler	8
Beton Bariyerlerinin A.B.D’de Kullanımı	8
Beton Bariyerlerinin Avrupa’da Kullanımı	13
Beton Bariyerlerinin Türkiye’de Kullanımı	14
Beton Bariyerlerin Yapımı ve Montajı	15
Beton Bariyerlerle İlgili İleriye Dönük Çalışmalar	16
Çelik Bariyer - Beton Bariyer Kıyaslaması	16
Çelik Bariyerlerin Avantajları	16
Çelik Bariyerlerin Dezavantajları	16
Beton Bariyerlerin Avantajları	17
Beton Bariyerlerin Dezavantajları	18
Sonuç	19
Kaynaklar	22

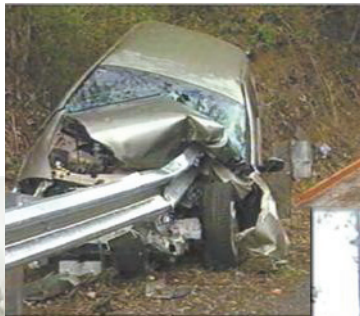
Giriş

Ülkemiz yollarında toplam taşıt sayısı dikkate alındığında çok fazla sayıda trafik kazası meydana geldiği görülmekte ve bu kazalarda can ve mal kayıpları olmaktadır. Son 10 yılda Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı sorumluluk bölgelerinde toplam 5 946 818 trafik kazası meydana gelmiş, 47 010 kişi hayatını kaybetmiş ve 1 444 273 kişi de yaralanmıştır [1]. Kaza sayısı yıllara göre genellikle bir artış göstermektedir [2]. Tek araçların yolu terketmesi sonucu meydana gelen kazalar, karayollarında meydana gelen kazaların yaklaşık %20 sini oluşturmaktadır [3]. Yolların şartnamelere uygun olarak tasarlanıp, gerekli yol işaretlerinin konularak, araçları yol sınırları içinde tutmak, bu tür kazaları önlemede başvurulacak ilk çözüm yoludur. İlaveten, yollarda bariyer kullanımı araçların yol dışına çıkmalarını veya karşı trafik yönüne geçmesini engelleyerek meydana gelebilecek kayıpları en aza indirmek için uygulanmakta olan bir yöntemdir.

Meydana gelen kazalar ve yapılan testler, mühendislik ilkeleri kullanılarak üretilen, uygun olarak birbirine bağlanan, nizami şekilde sonlandırılan beton bariyerler ile karayolunda meydana gelen kazaların ve kaza şiddetlerinin azalacağını belirtmektedir.

Gerçekten, diğer ülkelerdeki uygulamalar, yol orta refüjlerinde ve banketlerde beton bariyer kullanılması ile bu tür kazaların, can ve mal kayıplarının önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir.

Ülkemiz karayollarına genel olarak bakıldığında bariyer uygulamalarının kısmen yetersiz olduğu göze çarpmaktadır. Kullanılan bariyerlerin çok büyük bölümü çelik bariyerlerdir. Bu broşür ülkemizde henüz yeterince yaygın olmayan beton yol bariyerlerini tanıtmak amacı ile hazırlanmıştır. Ancak daha önce bariyerlerle ilgili bazı genel bilgiler verilecektir.



Bariyerlerin Fonksiyonları

Bariyerler daha ziyade trafiğin güvenli seyrini sağlamak amacı ile yol kenarlarına (banket ve/veya orta refüj tarafına) yerleştirilen bariyer veya engel işlevi gören insan yapısı elemanlardır.

Aracın yoldan çıkması durumunda oluşacak tehlikelerin (takla atma, uçuruma yuvarlanma, şiddetli darbe, karşı yöne geçme vb.), bariyerlere çarpmaktan daha riskli olduğu durumlarda kullanılırlar. Araç içindekilere gelecek darbe şiddetini azaltacak şekilde tasarlanırlar.

Ayrıca, trafiği geçici olarak yönlendirmek, yolu trafiğe kapamak, trafik gürültüsünün çevreye yayılmasını önlemek ve yüksekliklerine de bağlı olarak karşı yönden gelen trafiğin ışıklarını perdelemek gibi amaçlarla da kullanılırlar.



Aracın çarpması sırasında bariyerin deformasyonu ve / veya ötelenmesi söz konusudur. Yanal deformasyonun az olması halinde yolculara gelen darbe etkileri artar. Yanal deformasyonun fazla olması ise aracın stabilitesini ve hareket doğrultusunu olumsuz olarak etkiler. Dolayısı ile bariyerlerde bu tür deformasyonların mümkün olduğu kadar optimize edilmesi önemlidir.

Bariyerlerin Performansı

Bir bariyerin performansını değerlendirirken aşağıdaki hususlar dikkate alınır [4]:

- Çarpan aracın bariyer tarafından tutulabilmesi
- Bariyerin yanal deformasyonu ve/veya (ötelenmesi)
- Çarpan aracın stabilitesi
- Çarpışmadan sonra aracın hareket doğrultusu
- Yolculara gelen darbe etkileri



Bariyerlerin Maliyeti

İlerde açıklanağı gibi pratikte farklı tiplerde bariyerler kullanılmaktadır. Benzer performans gösteren bariyerler arasında bir seçim yaparken ekonomik bir değerlendirme yapılması da zorunludur. Böyle bir değerlendirmede aşağıdaki faktörlerin tümünün dikkate alınması gerekir:

- İlk yapım maliyeti (yerinde yapım veya prefabrik)
- Kullanım yerine taşıma maliyeti
- Yerine yerleştirme ve montaj maliyeti
- Bakım-onarım sıklığı ve maliyetleri
- Faydalı ömür
- Faydalı ömür maliyeti
- Hurda değeri

Bariyer Tipleri

Dünyada kullanılan bariyerler genel olarak 4 sınıfta toplanabilir. Bunlar: a) Çelik bariyer, b) Beton bariyer, c) Çelik halat bariyer ve d) Diğer bariyer tipleri olarak sınıflandırılabilirler.

Çelik bariyer: Çelik dikme, ray ve bağlantı elemanlarından oluşurlar. Dikmeler yol tabanına tesbit edilirler.

Beton bariyer: Prefabrik veya yerinde dökülen, kesitleri ve yüzey geometrileri özel olarak şekillendirilmiş betonarme elemanlardır. Yol yüzeyine yerleştirilip hareketli olarak istenen yerlere çekilebilir veya yol tabanına sabitlenebilirler.

Çelik halat bariyer: Çelik dikmeler arasına belli sayıda gerilmiş çelik halatlardan oluşurlar. Dikmeler yol tabanına tesbit edilirler.

Diğer bariyer tipleri: Yukarıda belirtilenlerden daha seyrek kullanılan bazı bariyer tipleri arasında: Ahşap, toprak, taş veya diğer malzemelerden yapılmış bariyer tipleri mevcuttur.



Çelik bariyer



Beton bariyer



Çelik halatlı bariyer



Diğer bariyer tiplerinden-plastik bariyer

Beton Bariyer

Beton bariyerler yerinde dökme veya prefabrik olarak yapılabilirler. Kısım ve tamamen çelik donatılı olarak tasarlanırlar. Yerinde dökümde kayar kalıp finişer gibi modern yöntemler kullanılmakla beraber son yıllarda yüzey pürüzlülüğünü azaltmak amacıyla prefabrikasyon daha yaygın hale gelmiştir. Prefabrik bariyerler yol zemininde istenen yerlere geçici veya kalıcı olarak yerleştirilirler. Gerekiirse dubellerle zemine tesbit edilirler veya birbirlerine bağlı olarak bariyer zincirleri oluştururlar. En çok kullanılan tiplerde trafiğe dönük yüzey çarpmalara karşı etkili olmak üzere özel olarak şekillendirilmiştir. Orta refüjde kullanılan “simetrik bariyer”lerde her iki yüzey, banketlerde kullanılan “asimetrik” bariyerlerde trafiğe dönük yüzey şekillendirilmiştir.

Yollarda beton bariyerlerin sistematik olarak kullanımı ve yüzeyi şekillendirilmiş bariyerlerin geliştirilmesi 1950’li yıllardan itibaren A.B.D.’de başlamış ve ülkemiz dahil, diğer ülkelerdeki uygulamaları etkilemiştir. Uygulanmış olan ve halen uygulanmakta olan beton bariyer tipleri genel olarak şunlardır [5].

- GM, New Jersey, F Tipleri ve benzerleri
- Tek eğimli tipler
- Düz duvar- boşluklu veya boşluksuz

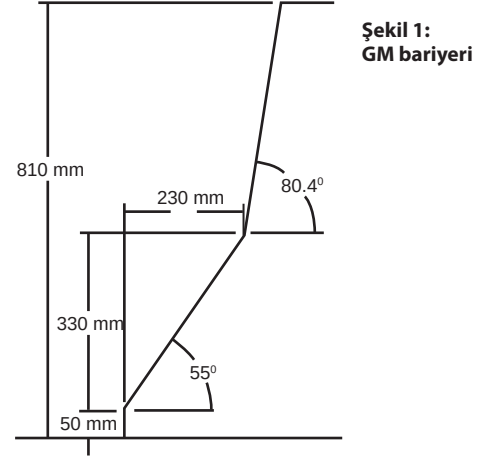
Kronolojik sırayı da dikkate alarak önce A.B.D. ve Avrupa’daki beton bariyer tiplerine ve kullanımlarına kısaca değinilecek daha sonra ülkemizdeki durum ele alınacaktır.

Beton Bariyerlerin A.B.D.’de Kullanımı

A.B.D. kaynaklarına göre beton bariyerlerin kullanımına 1950’li yıllarda başlandı. Kaliforniya eyaletinde dağlık bölgelerden geçen US-99 karayolunun çok sık kaza olan kesimlerinde çift yönlü trafiği ayırmak için kullanılan beton bariyerler kazaların azalmasına yardımcı olmuşlar ve çelik bariyerlere oranla konuya ekonomik bir çözüm getirmişlerdir [6].

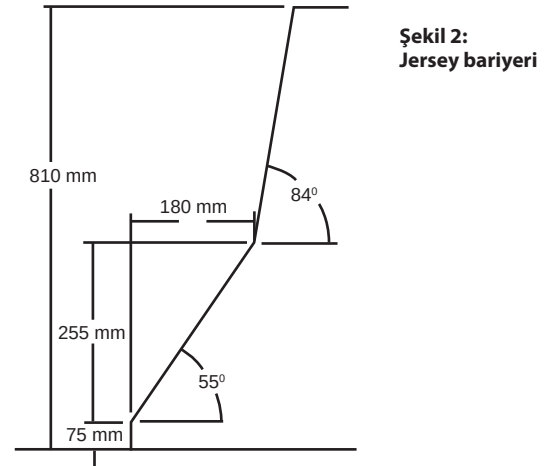
GM Tipi Bariyer

General Motors şirketinin tesislerinde 1950’lerde geliştirilmiştir. Altındaki eğimli yüzeye küçük açı (10° den küçük) ile çarpmalarda araç hasarını azaltmak için tasarlanmıştır. Eğimin değiştiği yükseklik 380 mm dir [4,5].



New Jersey (Jersey) Tipi Bariyer

New Jersey eyaletinde beton bariyerlerin kullanımı 1955 yılında başladı. GM geometrisinden esinlenerek üretilen bu bariyerin kullarımdaki performansı üzerinde yapılan gözlemler sonucu Stevens Teknoloji Enstitüsü’nde “Jersey bariyeri” geliştirildi. Yeni tasarımıda GM geometrisine göre eğimin değiştiği yükseklik 330 mm ye indirilmiş, altındaki eğimli yüzeyin yüksekliği 75 mm azaltılmış ve yerden dik yükseklik 25 mm arttırılmıştır. Ayrıca üst eğimli yüzey biraz daha dik hale getirilmiştir [4,5,7,8].



Uygulamaya 1959 yılında giren ve ikinci kuşak diyebileceğimiz beton bariyerlerin öncüsü olan Jersey bariyeri'nin önceden herhangi bir çarpma deneyine tabi tutulmamış olması ilginçtir [7,8].

Kaliforniya eyaleti Jersey bariyerini 1960 yılından itibaren "K-rails" ismi altında kullanmaya başladı [8].

Şekil 2' de gösterilen Jersey bariyerine çarpan bir aracın olası davranışı şöyle açıklanmaktadır [3,5,8]:



Aracın çarpması yatay veya yataya yakın, küçük bir açı ile ($< 100-150^\circ$) gerçekleşiyorsa tekerlekler alttaki eğik düzlemde kalır ve hasar en aza indirilmiş olur.

Çarpma açısının daha yüksek olduğu durumlarda bariyer iki kademeli etki gösterir. Önce ön tampon ve tekerlekler üstteki eğimli yüzeye temas eder, araç yukarı doğru tırmanır. Ön tamponda hasar oluşabilir. Araç bariyer ile paralele yakın bir duruma geldiğinde arka tekerlekler de alttaki eğimli yüzeye temas eder ve araç bir miktar daha yükselir. Modern araçlarda tampon – dingil mesafeleri kısalmış olduğundan bariyere tampon temasının hemen ardından tekerlek teması gelir. Bariyer yüzeyinin pürüzsüz ve kaygan olması aracın yukarıya fazla tırmanmasını kısmen önler. Aracın, arka tekerlekleri yol yüzeyinden kurtulacak kadar tırmanması yeterlidir. Bu durumda araç bariyer yüzeyinde kendisini çevirip yönlendirerek yola doğru alçalır. Bariyerin hemen bitişiğindeki yol yüzeyinin kaplanmış olması önemlidir. Aksi takdirde tekerlekleri yumuşak zemine temas eden araç devrilip takla atabilir. Çarpma sırasında aracın bariyer üzerinde fazla yükselmesi de

geriye dönerek devrilmesine yol açabilir.

Bariyerin tabanındaki 50-75 mm lik düşey kısım yolun yeniden kaplanması durumu için düşünülmüştür, aracın çarpmasında fazla etkisi olmaz. Bu bölgede açılacak drenaj delikleri yeterli boyda olmalıdır. Gereğinden büyük deliklere araç tampon veya tekerlekleri sıkışır ve çarpma olumsuz etkilendir. Yolun drenaj kanalları da bariyerlerin arka taraflarında oluşturulmalıdır.

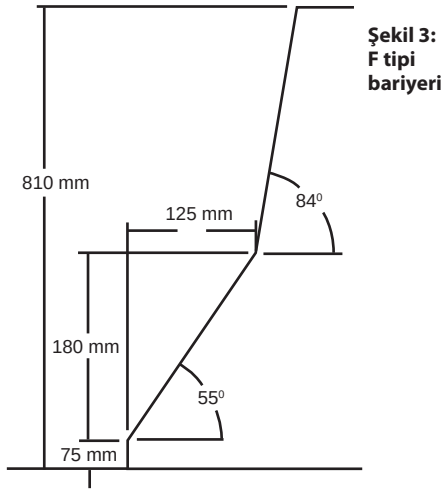
Jersey tipi bariyerlerin tasarımında alttan eğimlerin değiştiği noktaya kadar olan mesafe önemli bir parametredir. Örneğin, evvelce General Motors tarafından tasarlanan GM bariyerlerinde 380 mm olan bu yükseklik özellikle küçük araçların çok fazla tırmanıp yuvarlanmasına yol açıyordu. Bu nedenle Jersey bariyerlerinde bu mesafe 330 mm'ye indirilmiş ve GM bariyerlerinin kullanımına devam edilmemiştir.

F Tipi Bariyer

Bariyerlerde optimum tasarımı bulmak için 1970'li yıllarda Texas'da yapılan bir çalışmada Jersey bariyerlerinin geometrik parametrelerini sistematik olarak değiştirilerek elde edilen farklı bariyer tipleri A dan F'e kadar harflerle belirlenmiştir. Bilgisayar simülasyonları ve tam ölçekli çarpma deneyleri sonucu F tipinin, Jersey tipi dahil, özellikle geniş açılı ve yüksek hızda çarpmalara karşı diğerlerinden daha iyi performans gösterdiği ortaya çıkmıştır. Ancak, F tipi bariyeri Jersey bariyeri kadar yaygınlaşmamıştır. Jersey bariyeri de sonradan şart koşulan çarpma testlerini geçmiş, karayolları uygulamadan memnun kalmış ve ayrıca üreticiler büyük yatırım yaptıkları kalıpları değiştirmek istememişlerdir [5].

Şekil 3' de görüldüğü gibi F tipi bariyer Jersey bariyerine çok benzemektedir. Altta eğimler aynıdır. Sadece eğimlerin değiştiği noktaya olan mesafe 330 mm yerine 255 mm olup 75 mm daha kısadır. Daha alçak eğim değişme noktası çarpan aracın fazla tırmanmasına mani olmakta, beton bariyerin performansını arttırmaktadır [4,5].

Yol yüzeyinin kaplamalarla yenilenmesi durumunda Jersey bariyeri F tipi bariyerin şeklini alabilecek ancak toplam yüksekliği de kısılacağı için ağır vasıtalarla karşı etki si azalacaktır.



Şekil 3:
F tipi
bariyeri

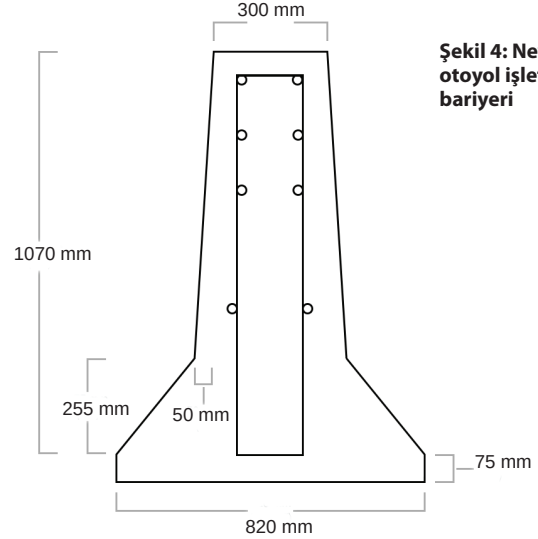
New Jersey Otoyol İşletmesi Bariyeri

Kamyonlar ve daha ağır taşıtlar beton bariyerle çarptıklarında bariyerin tepesine kadar tırmanır, daha sonra kasa altları bariyerin üst yüzeyinde kayarak doğrulurlar. Ancak bunun için bariyerin belirli bir yükseklikte olması gerekir. Jersey veya F tipi bariyerlerinin 810 mm kadar olan yükseklikleri küçük kamyonlar için yeterlidir. Daha büyük taşıtlar için bariyer yüksekliğinin artırılması gerekir. Taşıtın kasası bariyerin üstüne oturduğu için bariyer ağır yük taşıyan kısa bir kolon gibi düşünülmeli ve ona göre tasarlanmalıdır. Özellikle 1320 mm den daha yüksek bariyerlerde çelik donatı kullanılması önerilmektedir. Taşıtın üzerinde kayacağı bariyer üst yüzeyinde işaret levhası, ışıklıdırma vb engeller bulunmamalıdır.

Şekil 4 de New Jersey Otoyol İşletmesi'nin refüjlerde ağır taşıtlar için kullandığı bariyer gösterilmiştir. Jersey tipi bariyerinin yüksekliği 1070 mm, eğim değişim noktasına mesafesi 255 mm ve tepe genişliği 305 mm dir. Altındaki 75 mm lik düşey bölümü asfalt ile kaplanarak bariyerin devrilmesine karşı ilave önlem alınmıştır. Bu suretle bariyer F tipine dönüşmektedir. Yapılan çarpışma testleri sık donatılı betonarme bariyerin ağır vasıtaları bile güvenli bir şekilde durdurup doğrultarak düşey konuma getirebildiğini göstermiştir [5].

Gene 1070 mm yüksekliğinde ve tepe genişliği 305 mm olan bir beton bariyer (Ontario Tall Wall) ise Kanada'da donatısız olarak kullanılmaktadır. 1990 yılında Texas'ta yapılan çarpma testinde (Test 7162-1) 36 tonluk bir ağır vasıta 80 km/saat hız ve 15 derecelik açı ile bariyere çarpmış ve

sistemde donatıya gerek olmadığı kanıtlanmıştır. Donatısız bariyerlerde oluşan rötre çatlaklarının yapısal bir zararı görülmemiştir. Çarpma testlerinde asfalt kaplamanın bariyerden ayrıldığı da gözlenmiştir.



Şekil 4: New Jersey
otoyol işletmesi
bariyeri

Tankerlerin yapıları diğer ağır taşıtlarinkinden farklıdır. Tanklarının yerden yüksekliği 1980 mm kadardır. Gene de 1070 mm yüksekliğinde bir bariyer düşük hızla seyreden ve dar bir açı ile çarpan 36 tonluk bir tankeri kontrol edebilir. Daha yüksek hızlarda ve daha geniş açılarla çarpma durumlarında ise daha yüksek (örneğin 2290 mm) bariyerler gereklidir [5].

Düz Beton Bariyer (Parapet)

Yukarıda değinilen Jersey tipi, veya genel olarak çift eğimli, bariyerlerde çarpma sonrasında bariyere tırmanan aracın kinetik enerjisi kısmen potansiyel enerjiye dönüşmekte, araç yere indiğinde bu potansiyel enerji tekrar kinetik enerjiye çevrilmektedir [3,5].

Düz beton bariyerlerde bu tür enerji dönüşümü söz konusu değildir. Çarpma sırasında kinetik enerjinin büyük bölümü aracın hasar görmesi ile yutulmuş olur.

Araç bariyer yüzeyinde kayıp yukarıya tırmanmadığı için tekerlekler yerde kalır, devrilme veya takla atma olasılığı azalır. Araç tekerlekleri yatay değil düşey yükler için tasarlandığından çarpma anında ön tekerlekler hasar görür ve aracın daha sonra nasıl sürükleneyeceğini tahmin etmek zorlaşır. Yolculara gelen darbe yükleri diğer bariyer tiplerine göre daha yüksektir.

Yapılan çarpma testleri, düşey beton bariyerlerin belirli koşullar altında trafik bariyeri olarak kabul edilebileceğini göstermiştir. Basitleştirilmiş şekli kalıp işlerinde kolaylık sağlar. Kot farkı bulunan yollarda kullanımı kolaydır. Yol yüzeyine yapılacak ilave kaplamalar düz beton bariyerlerin performansını etkilemeyecektir [5].



Şekil 5: Düz beton bariyer

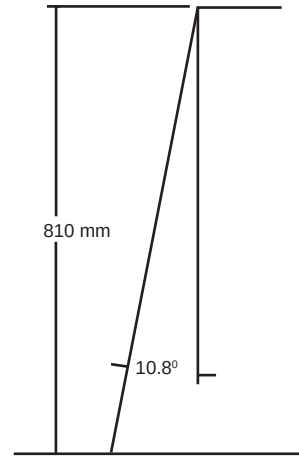
Tek Eğimli Beton Bariyerler

Düz beton bariyerlerin performansını daha tutarlı hale getirmek için yüzeylerinde tek eğim olan bariyerler geliştirilmiş olup özellikle Teksas ve Kaliforniya eyaletlerinde kullanılmaktadır [4,5].

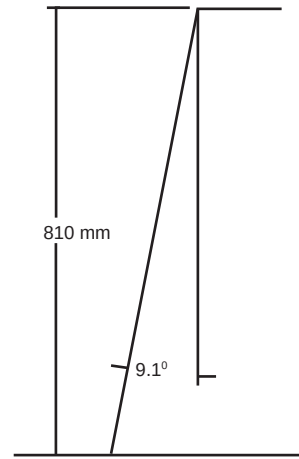
Teksas Tek Eğimli bariyerlerin yüksekliği 1070 mm olup yüzeyi düşeyle 10.8 derecelik eğim yapmaktadır (Şekil 6). Başlangıçta geçici kullanım için tasarlanan ve test edilen bariyer daha sonra sabit orta refüj bariyeri olarak yaygın kullanım bulmuştur.

Benzer tek eğimli bir bariyer, CALTRANS, da Kaliforniya'da geliştirilmiştir (Şekil 7). Yüksekliği gene 1070 mm olmakla beraber düşeyle 9.1 derecelik eğim yapan bariyer bu yönü ile üst yüzey eğimleri 6 derece olan Jersey ve F Tipi bariyerlerine de yaklaşmaktadır. Tip 60 olarak yol kenarlarında ve Tip 70 olarak köprülerde kullanılmaktadır.

Ağırlığı 8 tona kadar olan araçlarla yapılan çarpma testlerine göre Teksas Tek Eğimli bariyer, Jersey bariyeri ile, Kaliforniya Tek Eğimli bariyeri ise F Tipi bariyeri ile benzer performans göstermektedir. Bu bariyerlerin daha ağır taşıtlara karşı performansı henüz test edilmemiştir.



Şekil 6: Teksas sabit eğimli bariyer



Şekil 7: Kaliforniya tek eğimli bariyer

Tek eğimli bariyerler çift eğimli olanlara göre daha kolay üretilirler. Aracın takla atma riskini azaltırlar, ancak yolculara gelen yan ve ileri doğru darbeler artış gösterir. Yol yüzeyindeki kaplama kalınlığının artırılması bir problem teşkil etmez. (Gerçekte 255 mm ilave kaplamadan sonra bile yükseklikleri Jersey ve F tiplerinin yüksekliği olan 810 mm kadar olmaktadır) [5].

Ters Eğimli Alçak Bariyerler

Beton bariyerlerin eğimli yüzeyleri çarpan araçları yukarı doğru yönlendirirken ters eğim verilmiş yüzeyler de aracın aşağıda kalmasına yardımcı olmaktadır. Teksas Karayolları İdaresi tarafından geliştirilen 510 mm yüksekliğindeki portatif beton bariyerin yüzeyinde düşeyle 2.8 derece yapan ters eğim vardır. Bu alçak bariyerler daha ziyade kavşaklarda ve yoldaki çalışmaların çevresinde, yüksek bariyerlerin görüşü kısıtlamasının sakınca-

lı olacağı yerlerde kullanılmaktadır. Ters eğim, çarpan aracın tamponunu aşağı bastırarak kontrol altına almaktadır. Ters Eğimli Alçak bariyer 72 km/saat hızla giden bir pikap kamyonetle yapılan çarpma testini başarı ile geçmiştir. Daha büyük veya daha ağır araçlar henüz denenmemiştir [5].



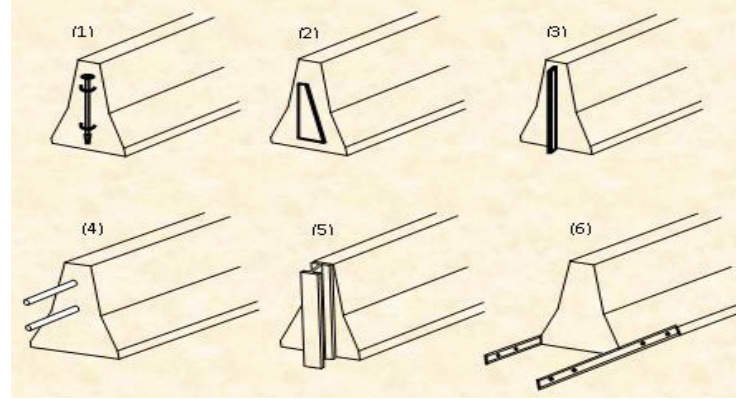
Şekil 8: Ters eğimli alçak bariyer

Portatif, Hareketli Beton Bariyerler

Hareketli beton bariyerler genelde prefabrik olarak üretilerek kullanılacakları yere taşınan ve burada birleştirilerek kullanılan bloklardan oluşur. Çift veya tek eğimli tiplerde üretilebilirler. Beton bloklar birleştirilerek istenilen uzunlukta zincirler halinde yol boyunca veya yoldaki çalışmaların çevresinde koruma sağlarlar [3 - 5,9].

Araç çarpması durumunda oluşacak ötelenmenin kontrolü gerektiğinden bariyerler arasındaki bağlantı sistemleri önem kazanır. En çok kullanılan birleşim tipleri Şekil 9' da gösterilmiştir [3 4].

Birleşimin beton bloklar arasında meydana gelen eğilme momentlerine ve çekme kuvvetlerine karşı dirençli olması istenirken aynı zamanda bariyer zincirinin yol yüzeyinde düşey veya yatay olarak kıvrılmasına olanak sağlaması da gerekir. Ötelenmenin azaltılmasında bariyer zincirinin uzun olması ve uçtaki veya ara blokların yere dubellerle tesbit edilmesi yararlı olur. Yol yüzeyi ile bariyer arasındaki sürtünme derecesi de hareket mesafesini etkiler.



Şekil 9: Hareketli beton blok birleşimleri

(1) Kanca ve Blon, (2) Plaka, (3) Profil, (4) Çift Blon, (5) I-Profil, (6) Alttan Birleşim

Bloklar yere sabitlenme durumlarına göre kalıcı bariyer olarak da kullanılabilirler. Şekil' 10 da hareketli bariyerler görülmektedir. Blokların alt kısımlarında drenaj, ve kar küremesi gibi işlemler için boşluklar bırakılabilmektedir.



Şekil 10: Portatif, Hareketli beton bariyerler

Yüzeyi Çift Eğimli Bariyerlerin Genel Özellikleri

A.B.D'de Karayolları İdareleri, yukarıda özellikleri kısaca belirtilen beton bariyer tipleri arasından, kullanacakları yere ve kullanım amaçlarına uygun olanları seçebilmekte ve başarı ile kullanılmaktadırlar. Bunlar arasında büyük çoğunlukla yüzeyi çift eğimli (GM, NJ, F,...) otokorkuluklar yer almaktadır. Bu tip bariyerlerin avantaj ve dezavantajları şöyle sıralanabilir [4]:

Avantajları:

- Küçük açılı çarpmalarda daha az hasar oluşmaktadır.
- Yolcular için darbe şiddeti ve yaralanma riski düşüktür.
- Ağır taşıtlar için tasarımları etkili ve sağlamdır.
- Üretimleri pratik ve hızlıdır.

Dezavantajları:

- Geniş açılı çarpmalarda araç stabilitesinin bozulması riski vardır.
- Hareketli sistemlerde bağlantı detaylarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

A.B.D'de geleceğe dönük olarak güvenlik yönünden 1070 mm lik F Tipi bariyerin en iyi tasarım olduğu görüşü ağır basmakta olup ileride bu bariyerin daha yaygınlaşacağı ve Jersey tiplerinin yerini alacağı düşünülmektedir.

Beton Bariyerlerin Avrupa'da Kullanımı

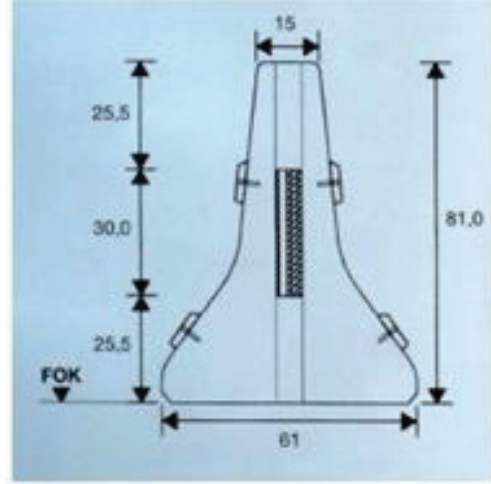
Diğer bazı ülkelerde olduğu gibi Avrupa ülkelerinde de Jersey tipi, F tipi ve benzeri tasarımdaki bariyerler kullanılmaktadır. Ayrıca, ilk defa Hollanda'da geliştirilmiş olan Basamaklı bariyer'in Almanya ve İngiltere'de kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır [10 -12].

İngiltere'de karşı yöne geçen taşıtlar yılda 400 kazaya ve 40 can kaybına neden olmaktadır. Refüjlerde Basamaklı bariyer kullanımı ile bu kazaların önleneyeğini düşünen Karayolları İdaresi M1,5, 6,18,62,180 ve A1,55 numaralı yollarda bu bariyerleri yerleştirmiştir. Ayrıca 2005 yılından itibaren yıllık ortalama günlük trafik değeri 25 000 taşıt ve üzeri olan yolların refüjlerinde çelik yerine beton bariyerin kullanımını şart koşmuştur [11-13]. Uygulamayı İrlanda da benimsemiştir.

Avrupa ülkelerinde kullanılacak beton bariyerlerin performans sınıfları, testleri karşılama düzeyleri ve kabul kriterleri EN 1317 serisi standartlarda belirtilmektedir [14].

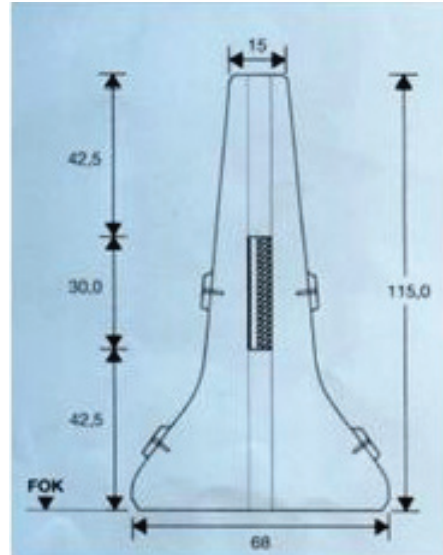
Jersey Tipi ve Benzeri Bariyerler

Jersey tipi bariyerlere ilaveten eğim kesişme noktaları yuvarlatılmış benzer tipler kullanılmaktadır. Şekil 11 ve 12'de gösterilen bu bariyerler yüksekliklerine göre Tip 81, Tip 115 gibi adlarla sınıflandırılmaktadırlar [10].



Yükseklik: 81 cm
Uzunluk: 350 cm
Genişlik: 61 cm

Şekil 11: Tip 81

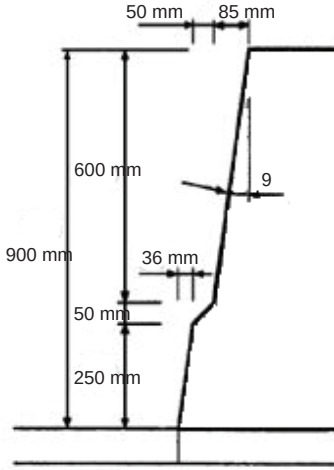


Yükseklik: 115 cm
Uzunluk: 350 cm
Genişlik: 68 cm

Şekil 12: Tip 115

Basamaklı Bariyer

Bu bariyer, Jersey bariyer ile Sabit Eğimli bariyer arasında bir şekle sahiptir. Jersey bariyerinden biraz daha yüksek ve daha dar olup tabanı Sabit Eğimli bariyerlerden daha geniştir (Şekil 13) [10 -13]. Alt ve üst bölümlerin eğimleri aynı olup düşey ile 8.1 derecelik açı yapmaktadır. Basamağın amacı ilk çarpma anında tekerlek darbesini karşılamak ve taşıtı korkuluk boyunca trafik doğrultusuna yönlendirmektir. EN 1317-2: 1998 standardına göre yürütülen çarpma testlerinde bu tip bariyerler 70 km/saat hız ve 20 derecelik açı ile çarpan 13 tonluk taşıtı kontrol ederek doğru yöne çevirmişlerdir (benzer testlerde çelik bariyerler sadece 1.5 tonluk araçlara kadar başarılı olmuşlardır.) Çarpmalardan sonra beton bariyerlerde çizikler ve ufak parça kopmaları dışında bir hasar meydana gelmemiştir [11].



Şekil 13 :
Basamaklı
bariyer

Beton Bariyerlerin Türkiye’de Kullanımı

Türkiye’de kullanılan beton bariyerler çoğunlukla Jersey ve Basamaklı tiplere benzemektedir, ancak boyutlarda farklılıklar olabilmektedir.

Ülkemizdeki ilk uygulama yerlerinden biri olarak 1988 yılında İstanbul’da Maviyler - Bostancı arasında 3 km lik bir kesimin adı geçmektedir. İstanbul İl Emniyet Müdürlüğü’nün verilerine göre bu kesimde uygulanan beton bariyerler sayesinde belirli bir süre içinde meydana gelen kazalar bir yıl öncesine göre % 48 oranında azalmıştır. Gene ilk uygulama yerleri arasında İzmir’de Alsancak-Karşıyaka arasında 2.5 km lik bir kesim, İzmir – Selçuk yolunun 6.5 km lik bir bölümü ve İskenderun-Belen geçi-

şinde 700 m lik bir bölüm sayılmaktadır [15]. Son yıllarda seyrek de olsa karayollarının bazı kesimlerinde beton bariyerlere rastlanmaktadır (TEM otoyolu Bolu kesimi gibi).



Belbeton ve şehirlerde bulunan bariyerler

Şehirlerimizde belediyelerin beton bariyer kullanımına giderek önem verdiği görülmektedir. Örneğin, Ankara Büyükşehir Belediyesi Belbeton şirketinin ürettiği beton bariyerleri alt geçitlerde, Eskişehir Yolu, İstanbul Yolu ve Konya Yolu’nda (toplam 45 km lik bir uzunlukta) daha ziyade orta refüjlerde kullanılmaktadır [10,16]. İstatistiklere göre beton bariyerlerin uygulanmasından sonra Eskişehir-

hir yolundaki kaza sayısında %8 oranında azalma meydana gelmiştir [10].

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Karayolu Teknik Şartnamesi' nde yollarda kullanılacak beton bariyerlerin yapımı ve uymaları gereken standartlar konularında ayrıntılı bilgi vardır [17]. Bu standartlar Avrupa'da da kullanılmakta olan EN 1317 serisi standartlardır. Ancak, ülkemiz karayollarında halen beton bariyerlerin yeterince yaygın kullanılmadığı görülmektedir. Bunun sebebinin beton bariyerlerin performans özelliklerinin iyi bilinmemesi olduğu düşünülmektedir.

Beton Bariyerlerin Yapımı ve Montajı

Evvelce değinildiği gibi beton bariyerler yerinde dökme veya prefabrik olarak üretilebilirler. Yerinde dökülenler genellikle sabit bariyerlerdir. Kesit ve yüzey şekillerine uygun olarak normal kalıplar veya kayar kalıp finişer kullanılarak dökülürler.



Kayar kalıp finişer ile dökümü

Prefabrik bariyer üretim tesisinde hazırlandıktan sonra kamyonlarla taşınırlar ve vinç yardımı ile yola yerleştirilirler. Gereğinde gene vinç yardımı ile kaldırılarak başka yerlere taşınabilirler. Bu nedenle üretim sırasında üst yüzeylerine vinçle kaldırılmaya uygun kanca demirleri monte edilmelidir.

Prefabrik bariyerler yan yana birleştirildiklerinde uzun bariyer zincirleri oluştururlar. Bu amaçla üretimde yan yüzlerinde kullanılacak bağlantı sistemi için gerekli tertibat hazırlanmalıdır. Bağlantı sisteminin kontrollü bir şekilde esnek olması istenir. Bu suretle zincirin yatay veya düşey yönlerde kıvrılması sağlanırken aşırı ötelenmesine mani olunur. Uç veya ara blokların dubellerle yere tesbiti de

ötelenmeyi kontrol etmek için uygulanan bir yöntemdir [3-5,9].



Montaj

Yoldaki yüzey suyunun drenajı için otokorkuluk alt kısımlarında yeterli büyüklükte boşluklar bırakılır. Ayrıca kar yağış bölgelerde karın yol yüzeyinden küreyerek atılması için korkuluklar arasında yer yer boşluklar bırakılması yaygın bir durumdur.



Bariyerlerle ilgili standartlara göre üretilirler. Bu standartlarda proje, boyutlar, kullanılacak beton ve donatı çeliği konularında bilgiler bulunur [14,17].



Yerinde Döküm

Beton Bariyerle İlgili İleriye Dönük Çalışmalar

Tam ölçekli testlere ilaveten, gelişen bilgisayar teknolojileri sayesinde bariyerlerin çarpışma testleri bilgisayar simülasyonları ile de yapılabilmektedir. Daha kısa sürede ve daha ekonomik olarak elde edilen simülasyon sonuçları doğrultusunda sistemlerde ve tasarımlarda düzeltmeler ve iyileştirmeler yapılabilmektedir [4].

Beton bariyerlerde de ileriye dönük olarak : Güvenlik performansı, tasarım (yüzey şekli) optimizasyonu, dayanıklılık, üretim yöntemleri, bağlantı ve ankraj detayları ile estetik gibi alanlarda iyileştirmeler üzerinde çalışılmalıdır. Örneğin,

- New Jersey ve F tipi gibi bariyerlerin geniş açılı çarpma etkilerine karşı daha güvenilir hale getirilmesi,
- Betonda enerji yutma kapasitesinin artırılması,
- Yüzey geometrisinde yapılacak basit iyileştirmelerle performansın geliştirilmesi,

gibi konuların ele alınması yararlı olacaktır.

Çelik Bariyer-Beton Bariyer Kıyaslaması

Bütün dünyada en fazla kullanılan çelik veya çelik halat bariyerler ile beton bariyerlerin performansları arasında çeşitli yönlerden farklılıklar vardır. Bir zamanlar yaygın olarak " Malzeme olarak çelik, betona oranla daha esnek ve sünek olduğundan bir aracın çarpması halinde enerjiyi daha fazla emerek araca ve içindekilere daha az zarar verecektir" görüşü benimsenmişti. Teorik olarak doğru olan bu görüş beton bariyer tiplerindeki gelişmeler ve aşağıda belirtilen nedenlerle uygulamada kanıtlanamamış, çelik bariyerler daha az güvenli bulunurken işletme masrafları da daha fazla olmuştur. Dolayısı ile son yıllarda A.B.D. ve Avrupa ülkeleri dahil bir çok ülkede çelik bariyerlerden beton bariyerlere dönüş başlamıştır.

Çelik ve beton bariyerlerin başlıca avantaj ve dezavantajları aşağıda sıralanmıştır [4,9-11,15].

Çelik Bariyerlerin Avantajları :

- Malzeme olarak çelik, enerji yutma konusunda standart betona göre daha ilerdedir.
- Çelik bariyer daha hafif ve daha esnektir.
- Kullanıldığı yere taşınması prefabrik beton bariyere göre daha kolaydır.

Çelik Bariyerlerin Dezavantajları :

- Genel olarak çelik bariyer üretimi daha büyük yatırım gerektirir. İşletme ve bakım masrafları daha yüksektir.
- Hatalı montaj riski vardır. Montajlarında özel donanım kullanılır. Dikmelerin çakılma derinliği, ray monte yüksekliği ve bulonlu bağlantı detayları hassas işçilik gerektirir
- Çelik bariyerlerde yatay bağlantı elemanları veya çelik halatlar ve aralarındaki boşluklar çarpan bir aracın takla atmasını veya karşı yöne geçmesini kolaylaştırır. Bu da aracın, karşı yöndeki trafiğin ve çevredeki direk veya ağaç gibi şeylerin daha fazla zarar görmesi anlamına gelir.
- Çarpma sırasında rayların kopma riski mevcuttur ve bu elemanların araç içerisine girmesi ve tehlike oluşturması mümkündür. Araç korkuluk boşluklarına sıkışarak daha fazla hasar görebilir.
- Çelik bariyerlerin büyük bir bölümü sabit olduklarından başka yerlere taşınamazlar.
- Çelik esnek bir malzeme olduğunda çarpışma sonrasında otokorkulukta hasar oluşur. Deforme olan veya parçalanmış bariyerin onarılması veya tamamen yenilenmesi gerekir. Bu da iş ve zaman kaybına ilaveten, yüksek maliyet getirir, ayrıca bariyerin yeri bir süre korumasız da kalabilir.
- Yatay elemanların veya çelik halatların aralarındaki boşluklar dolayısı ile çelik bariyerler ses yalıtımında ve karşı trafiğin ışıklarını perdelemekte etkili değildir.

Çelik bariyerlerde meydana gelen trafik kazaları



Beton Bariyerlerin Avantajları:

- Betonun ana maddesi olan çimento yurt içine dağılmış 46 fabrika ve 18 öğütme tesisinden kolayca temin edilebilen, tamamen yerli bir üründür. Beton bariyerler prefabrike olarak veya yerinde dökme olarak kolayca üretilir. Ülkemizde 800 den fazla hazır beton tesisi vardır.
- Prefabrike beton bariyerler vinç ile yerlerine yerleştirilirler. Montaj riski küçüktür.
- Beton bariyerlerin ömrü 40-50 yıldır. Yüksek dayanımı ve kütlesi dolayısı ile servis ömrü süresince çarpmalardan fazla etkilenmez ve yıpranmaz. Dolayısı ile çelik bariyerlere oranla uzun süreçte çok daha ekonomiktir. Donma – çözülme etkisine karşı betonda hava sürükleyici katkı kullanılması ve buz çözücü tuzlara karşı koruyucu tabaka uygulanması yeterli olacaktır.
- İlk yapım maliyeti çelik bariyerlerden daha fazla olması durumunda bile, uzun süreçte bakım ve işletme masraflarının düşük olmasından dolayı çelik sistemlere göre faydalı ömür bazında ekonomik olmaktadır.

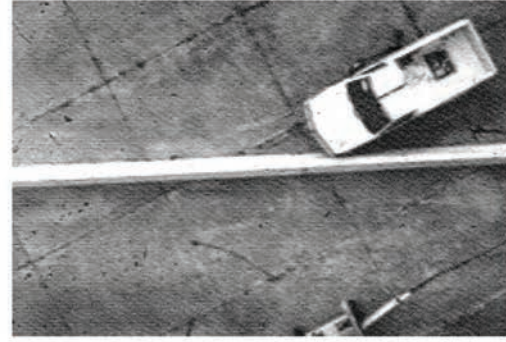
- Ağır vasıtalar için bariyer kullanılması durumunda (ağır hizmet bariyerleri) beton bariyer çelik sisteme göre hem ilk kurulum aşamasında ve hem de uzun süreçte daha ekonomik olmaktadır.
- Yeni teknolojilere göre üretilen beton bariyerler çarpan araçları güvenli bir şekilde durdurmakta veya ters yöne geçmesine izin vermemektedir. Bunda bariyer kesit ve yüzeyinin özel geometrisi ve biçimlendirilmiş olması rol oynar. Çarpan aracın tekerlekleri kısmen yol yüzeyinden ayrılır, araç bariyer yüzeyinde kalır, yön değiştirmez ve yavaşlar. Dolayısı ile olası hasar en aza iner.
- Beton bariyerler meydana gelen bir kazadan sonra aynı bölgeye çarpan ikinci bir aracı da güvenle durdurabilecek özelliktedir. Bu durum karayolunun sık kullanıldığı, erişimin zor olduğu, bakımın çok pahalı olduğu veya görevlilerin girişinde sorun olan bölgelerde beton bariyerin seçilmesinde büyük avantaj sağlamaktadır.
- Beton bariyer çarpan aracın takla atmasını ve ters yöne geçmesini önlerken karşı yöndeki araçların ve çevre-

deki ağaçların, aydınlatma direkleri vb. tesisatın da hasar görmesini engellemiş olur.

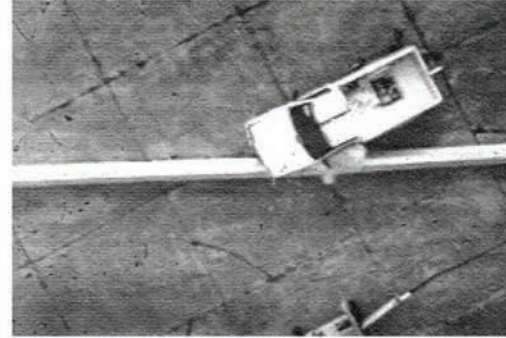
- Beton bariyer veya bariyer zinciri araç çarptığında bir miktar ötelenerek araçtaki çarpma etkisini daha da azaltır.
- Portatif beton bariyerler, tek veya birbirlerine bağlı elemanlar olarak istenilen yere taşınarak çok amaçlı olarak kullanılabilirler.
- Beton bariyerler çok amaçlı olarak kullanılabilir. Banketlekiler çevre için ses yalıtımı sağlarken refüjdekiler yüksekliklerine bağlı olarak karşı trafiğin farlarını perdelerler.
- Beton bariyerlerde üretim sırasında alt kısımlarında boşluk bırakarak yol dışına doğru yüzey drenajı ve kar küremesi sağlanabilmektedir.
- Araştırmalara göre daha masif görüntüye sahip olan beton bariyerler psikolojik olarak sürücülerin daha dikkatli araç sürmesini sağlamaktadır.

Beton Bariyerlerin Dezavantajları:

- Betonun enerji yutma kapasitesi düşüktür. Ancak enerji yutan betonlar üzerinde ümit verici çalışmalar devam etmektedir.
- Beton bariyerler daha ağırdır.
- Prefabrik olarak kullanım yerine taşınmaları daha zordur.
- Kar birikimi ve buz çözücü tuz korozyonuna karşı ek önlem gerekmektedir.



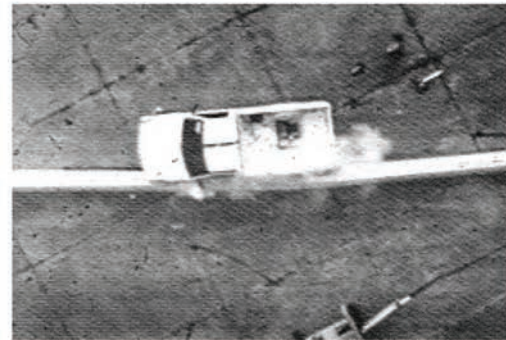
0,000 s



0,066 s



0,133 s



0,199 s

Çarpma hızı: 100 km
Çarpma açısı: 25 derece

Beton bariyer karşı yöne geçişi engeller [18].

Sonuç

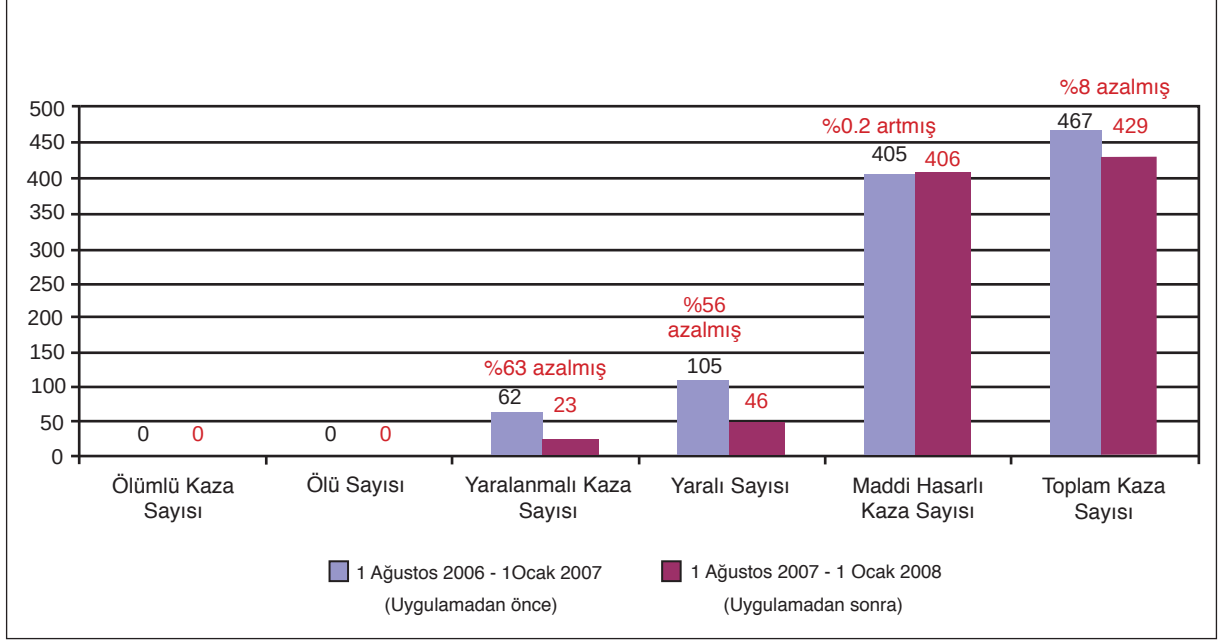
Ülkemiz karayollarında kaza sayısı genellikle artış göstermektedir. Kazaların önemli bir bölümünü tek araçların yolu terk etmesi sonucu meydana gelen kazalar teşkil etmektedir.

Yollarda bariyer uygulaması bu tür kazaları ve meydana gelecek can ve mal kayıplarını azaltmakta etkili olan bir yöntemdir. Yukarıdaki kıyaslamadan ve diğer ülkelerdeki uygulamalardan da anlaşılacağı gibi, sağladıkları güvenlik, uzun servis ömürleri, ekonomik avantajları, yapım, bakım ve işletme kolaylıkları dolayısı ile beton bariyerlerin çelik bariyerlere göre üstünlükleri vardır.

Ülkemiz yollarında bariyer uygulaması kısmen yetersizdir. Kullanılan bariyerlerin çok büyük bölümü de çelik bariyerlerdir. Trafik kazalarının neden olduğu çok yüksek can ve mal kayıplarını en aza indirmek için şehirlerarası ve şehiriçi yollarda beton bariyer kullanımını yaygınlaştırmak rasyonel bir çözüm olacaktır. Bunu sağlamak için bariyer seçimin-den ve uygulamasından sorumlu kuruluşlara (Karayolları Genel Müdürlüğü, Emniyet Genel Müdürlüğü, Yerel Yönetimler) büyük sorumluluk düşmektedir.



Eskişehir Yolu New Jersey Bariyer Uygulamasından Önceki ve Sonraki Trafik Kazası İstatistikleri [11]



Çelik bariyerlerde meydana gelen trafik kazası haber kupürleri





Aşti Bulvarı üzerinde aracıyla seyir halinde olan sürücü, aşırı hız ve dikkatsizlik sonucu aracın kontrolünü kaybederek bariyerlere çarptı.

Gebze'de yaşanan akıl almaz kazada yerinden çıkan bariyer, sürücü ve arkadaşının AYAKLARINI KOPARTTI



Aman Allahım bu nasıl kaza

Eskişehir Feribot İskelesi yönüne giden cip aşırı hız ve yağmurun etkisiyle kontrolden çıktı.

Karşı yola geçen araç, son sürat bariyere çarptı. İşte o anda cipten çöklükler yükseldi. Yerinden çıkan bariyer araçtan içeri girerek, sürücünün ve arkadaşının iki ayağını koparttı.



Kaynaklar

1. www.trafik.gov.tr / genel kaza istatistikleri, 2009
2. Türkiye İstatistik Kurumu, 2009
3. Atahan, A.O., Gözen,A., “ Karayolu Güvenliği: Beton Otokorkuluklar ve Özellikleri”, Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu, 6-8 Mayıs,2010, Ankara
4. Atahan,A.O.,” Niçin Beton Otokorkuluklar?”, TÇMB Hazır Beton Komitesinde sunum metni, İstanbul, 2009.
5. McDevitt, C.F.,” Basics of Concrete Barriers”, Public Roads, vol.63, no.5, 2000.
6. www.jensenprecast.com /highway barriers,2009
7. Laurie, Maxine,Mappen, Marc,eds, Encyclopedia of New Jersey, p.422, Rutgers University Press, 2005.
8. “http://en.wikipedia.org/wiki/Jersey_barrier” http://en.wikipedia.org/wiki/Jersey_barrier
9. National Precast Concrete Association.” Precast Concrete Highway Barriers” Cernel, IND,U.S.A, 2009.
10. Gözen,A.,”Yollarda Kullanılan Beton Bariyerler”TÇMB Hazır Beton Komitesinde sunum metni, İstanbul, 2008.
11. www.concretecentre.com/safety barriers, 2009.
12. www.highways.gov.uk/knowledge, 2009.
13. http://en.wikipedia.org/wiki/concrete_step_barrier, 2009.
14. EN 1317- 1-5 “Road Restraint Systems” (TS EN 1317-1-5 Yol Korkuluk Sistemleri standart serisi, Ankara, 2009)
15. Türkiye Prefabrik Birliği “Prefabrike Beton Yol Korkulukları”,Ankara, 2009.
16. www.belbeton.com.tr, 2009.
17. Karayolları Genel Müdürlüğü, “ Karayolu Teknik Şartnamesi ”, Ankara, 2006.
18. National Crash Analysis Center, George Washington University, Ashburn, VA, U.S.A, 2009

Ekli CD, beton bariyerlerle yapılan çarpma testlerini göstermektedir.





Cyberpark, Cyberplaza C Blok
Zemin, 1 ve 2 Kat
06800 Bilkent / Ankara
T : 444 50 57
F : +90 (312) 265 09 06
www.tcma.org.tr - info@tcma.org.tr