

Türkiye'de Beton Yol ve Beton Bariyer Fırsatları*

Emin ŞENGÜN¹, Elif KIRAN², İ. Özgür YAMAN³

Özet

Dünyanın en gelişmiş yirmi ekonomisi içerisinde bulunan ülkemiz, özellikle son yıllarda yapmış olduğu büyük altyapı projeleri ile dikkatleri üzerine çekmektedir. Ancak, ülke adına planlanan ve gerçekleştirilen her yeni proje aynı zamanda daha fazla trafik yükünü de beraberinde getirmektedir. Her geçen gün artan bu trafik yüklerinin güvenle taşınarak, daha uzun ömürlü, daha az bakım gerektiren ve sürdürülebilir bir üstyapı ile taşınması yol uygulamalarında önemli bir noktayı teşkil ederken, diğer taraftan artan bu trafik yükleri ile birlikte artış göstermesi beklenen trafik kazalarındaki can ve mal kayıplarının azaltılmasına yönelik alınan tedbirler içerisindeki yol otokorkuluk ve bariyer teknolojisinin kullanılması da ayrı bir noktayı teşkil etmektedir. Bu iki nokta da ülkemiz adına; ağır tonajlı tekrarlı yüklerin yoğun olduğu yüksek trafik hacmine sahip yollarda sağlamış olduğu yüksek eğilme dayanımı ve taşıma kapasitesi ile beton yol teknolojisi ile özellikle tek araçların yolu terk etmesi sonucu meydana gelen kazaların azaltılması adına beton bariyerler önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu beton yol ve beton bariyer teknolojilerinden yeterince faydalanılması ayrıca ülke ekonomisine özellikle ham maddenin yerli sermayeden karşılanabilmesi adına önemli avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

Giriş

Dünyanın en gelişmiş yirmi ekonomisi içerisinde bulunan ülkemiz, özellikle son yıllarda yapmış olduğu büyük altyapı projeleri ile dikkatleri üzerine çekmektedir. Ancak, ülke adı-

na planlanan ve gerçekleştirilen her yeni proje aynı zamanda daha fazla trafik yükünü de beraberinde getirmektedir. Her geçen gün artan bu trafik yüklerinin güvenle taşınarak, daha uzun ömürlü, daha az bakım gerektiren ve aynı zamanda kullanıcılara daha iyi performans veren yollara dönüşebilmesi için karar verilecek üstyapı tipine büyük iş düşmektedir.

Trafik yüklerini güvenle taşıyarak taban zeminine aktarılmasını sağlayan yol üstyapıları, aynı zamanda sağlamış olduğu kayma direnci güvenliği ve sürüş konforu sayesinde yol performansında da önemli bir parametre olmaktadır. Tüm dünyada genel olarak yol üstyapıları iki ana kısma ayrılmıştır. Bunlar bağlayıcı malzemesi bitüm esaslı olan esnek (asfalt) üstyapılar ve bağlayıcı malzemesi hidrolik esaslı çimento olan rijit (beton) üstyapılardır. Maruz kaldığı trafik yüklerine, çevre koşullarına, sürdürülebilir etkilerine, uygulanabilirliğine ve ekonomik koşullara göre birbirlerine göre avantajlı konuma gelebilen bu üstyapı tiplerinin iyi bir şekilde tanınması özellikle tek bir üstyapı tipinin hâkim olduğu ülkelerde

diğer teknolojiden de faydalanmak adına büyük önem arz etmektedir.

2. Beton Yollar ve Uygulamaları

Beton yollar hidrolik çimento esaslı bağlayıcı malzemesi ile yüksek mukavemete, taşıma gücüne ve eğilme dayanıma sahiptirler. Beton yollar derz durumlarına ve içerisinde donatı içerip içermemesine göre üç farklı tipte uygulanmaktadırlar. Bunlar derzli donatısız beton yollar (JPCP), derzli donatılı beton yollar (JRCP) ve sürekli donatılı beton yollardır (CRCP) [1]. Tüm dünyada en fazla tercih edilen beton yol tipi daha düşük

Opportunities for Concrete Pavements and Concrete Safety Barriers in Turkey

Our country, which is in the world's twenty-most developed economies, takes attention with its major infrastructure projects, especially in the recent years. However, every new project planned and realized on behalf of the country also brings more traffic loads. While carrying heavier daily traffic loads with an enduring, durable and sustainable pavement structure constitute an important point in road applications, among the measurements to decrease fatalities and property losses in traffic accidents, which are expected to increase with the increasing traffic loads, development of concrete safety barrier structures also constitutes another significant point.

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi (AYBÜ), Ankara, esengun@ybu.edu.tr ² Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara, elifk@tcma.org.tr

³ Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Ankara, ioyaman@metu.edu.tr

⁴ Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen Beton İstanbul 2017 Hazır Beton Kongresi'nde sunulmuştur.

maliyeti ve uygulanabilirliğindeki kolaylığı ile derzli donatısız beton yollardır. Bu yol tipinde betonda oluşan çatlakların kontrol edilebilmesi için belirli aralıklarla bırakılan enine derzler arasında yük transferinin sağlanması için kayma çubukları kullanılmaktadır. Ayrıca, yol boyunca farklı şeritleri birbirine bağlayan boyuna derzler arasında ise demir donatılar / baş demirleri vardır. Derzler ise kaplama kalınlığı gibi bazı faktörlere bağlı olarak 3,5 ile 6 m arasında değişmektedir. Özellikle, ağır tonajlı tekrarlı trafik yüklerin yoğun bulunduğu yüksek hacimli yollarda tercih edilen beton yolların sağladığı bazı avantajlar olarak; yüksek dayanıma ve taşıma kapasitesine sahip olması, en az 30-40 yıllık uzun servis ömrü, daha az bakım ve onarım istemesi yüksek dayanımlı temel ve alt temele ihtiyaç duymaması, kinetik sürtünme enerjisinin az olması ile yakıt tasarrufu sağlaması, açık rengi ile aydınlatmada enerji tasarrufu sağlaması, uygun yüzey bitirme işlemleri ile kızaklama süresini kısaltması sayılabilir.[2]

Ülkemizde yollarda kullanılan üstyapı tiplerine bakılacak olursa; Ocak 2016 tarihi itibarıyla KGM sorumluluğu altında bulunan ve otoyol devlet yolu ve il yolu olmak üzere sınıflandırılan toplam 66.437 km yol bulunmaktadır. Bunların yaklaşık % 29'u asfalt kaplama, % 65'i ise sathi kaplamadır. Diğerlerini ise stabilize, parke ve toprak yollar oluşturmaktadır [3]. Ülkemizde henüz beton yol teknolojisinden yeterince yararlanılmamıştır. KGM sorumluluğu altındaki yollar içinde ülkemizdeki ilk uygulama TÇMB ile KGM arasında yapılan protokoller çerçevesinde 2004 yılında Afyon Emirdağ ayırım yolunda 2 km'lik tek doğrultuda, 2006 yılında Hasdal Kavşağı Kemerburgaz 3,5 km'lik tek doğrultuda deneme kesimleri olarak gerçekleştirilmiştir. Bunların dışında yine

. At these two points, concrete barriers which reduce crossover accidents and concrete pavements with their high strength and load carrying capacity which have been achieved in roads with high traffic volumes where repetitive loads are heavy, provide significant opportunities in our country. It is believed that concrete pavement and concrete barrier technologies will provide significant advantages to our country's economy especially in deriving raw materials from the domestic resources when they are widely utilized.

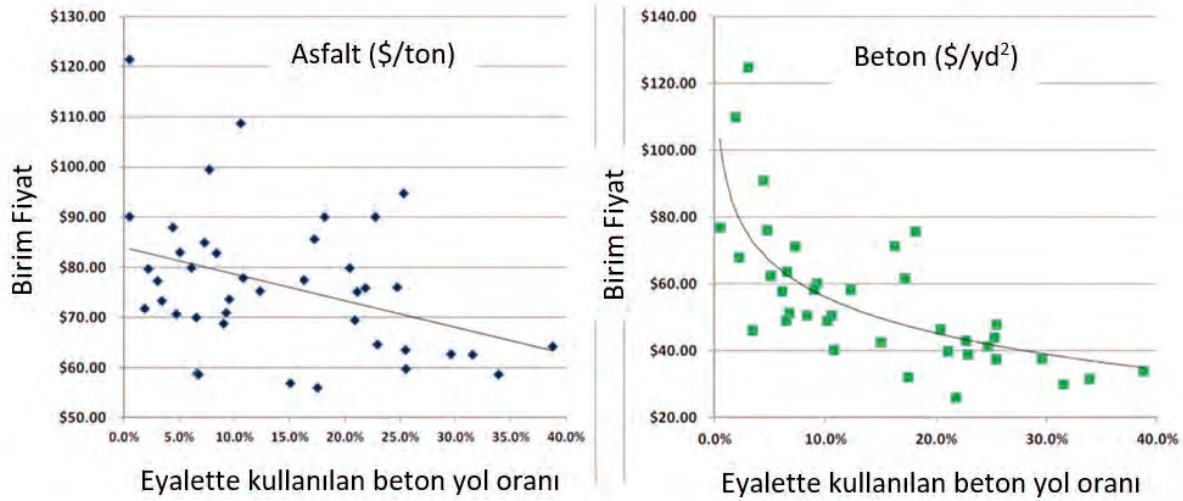
KGM bünyesinde Ordu Ulubey arasında ve Karamürsel şehir geçişinde 2007 ve 2010 yıllarında yine iki pilot uygulama yapılmıştır [4]. Oysaki gelişmiş ülkeler özellikle ağır tonajlı yüksek trafik hacmine sahip tekrarlı trafik yüklerin yoğun olduğu bölgelerde sahip olduğu yüksek eğilme dayanımı ve taşıma kapasitesi ile beton yol teknolojisinden oldukça yararlanmaktadır. Avusturya'da otoyolların yaklaşık % 75'i, Belçika'da otoyolların yaklaşık yarısı ve hatta köy yollarının % 60'ı, Almanya'da ise otoyolların % 25'ini beton yollar oluşturmaktadır. ABD'de ise ilk beton yol 1891'de inşa edilmiş olup, günümüzde beton yollar tüm yolların % 10'unu oluşturmakta ve özellikle ağır tonajlı araçların kullandığı eyaletlerarası yollarda tercih edilmektedir. Örneğin Los Angeles kentinin yüksek hacimli ağır tonajlı araçların kullandığı çevre yollarında beton yol kullanımı %90'lara yaklaşmaktadır. Kuzey Amerika'daki bir başka ülke olan Kanada'da ise beton yol kullanım oranı % 5 civarında olmasına rağmen beton yollar ülke trafik hacminin yarısından fazlasını taşımaktadır [5].

Ayrıca ABD'de görece daha az kullanılan beton yolların üstyapılarda bir alternatif olması ile oluşan sağlıklı rekabet anlayışı ile eyalet bazında esnek (asfalt) üstyapıların birim fiyatlarındaki düşüşü gösteren araştırma [6], ülke ekonomisine kazandırdıklarını göstermesi açısından önemlidir. Bu çalışmaya göre ABD'de 45 farklı eyaletteki karayolları kurumlarından alınan mevcut üstyapı teklif bilgileri "Oman Systems" tarafından değerlendirilmiştir. Buna göre incelenen ortalama beş yıllık üstyapı maliyetler raporları üstyapı tipleri (asfalt ve beton) arasında güçlü bir denge sağlayan eyaletlerin tek tip üstyapı (asfalt) kullanan eyaletlere göre paralarının karşılığını daha fazla aldıklarını göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1: Üstyapı için ayrılan yıllık 200 Milyon dolar (\$) için yapılan başa baş analizi [6]

Toplam Bütçe	Beton Üstyapı Payı	Asfalt			Beton		
		Yapılan Harcama (\$)	Birim Maliyeti (\$)	Kullanılan Miktar (ton)	Yapılan Harcama (\$)	Birim Maliyeti (\$)	Kullanılan Miktar (m ²)
200 Milyon \$	% 0	200 Milyon \$	83,88 \$	2.384.232	---	---	---
	% 10	180 Milyon \$	78,59 \$	2.290.382	20 Milyon \$	56,13	297.925
	% 20	160 Milyon \$	73,29 \$	2.182.989	40 Milyon \$	45,32	738.024
	% 30	140 Milyon \$	68,00 \$	2.058.869	60 Milyon \$	38,99	1.286.618

Üstyapı sektörleri arasında rekabetin büyümesiyle birlikte (beton yolun payının artması -grafikte x ekseninin sağa doğru hareketi) ortalama olarak hem asfalt hem de beton kaplamalarda birim fiyatlarının düştüğü Şekil 1'de açıkça görülmektedir. Rekabet ayrıca izin verilen bütçenin daha da efektif kullanılmasını sağlayarak aynı bütçe ile daha fazla üstyapının yapılmasına olanak vermekte ve ayrıca üstyapı için uzun ömürlü çözümlerin getirebilmesine de mümkün kılmaktadır. Uzun ömürlü (beton) üstyapı çözümlerden kasıt, üstyapının fazladan sunmuş olduğu servis ömrünü kullanarak avantaj sağlamaktır.



Şekil 1: ABD de beton yolların kullanılması ile asfalt ve beton birim fiyatlarındaki değişim [6]

2.1 Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yollar ve Uygulamaları

Ülkemizde son yıllarda kullanılmaya başlanan bir başka rijit yol üstyapı yapım yöntemi ise silindirle sıkıştırılmış beton (SSB) yollardır. 1970'li yıllardan itibaren başta ABD ve Kanada olmak üzere özellikle ağır endüstriyel depolama alanlarında, limanlarda, yükleme iskelelerinde, park alanlarında, fabrikalarda ve kırsal ve kent içi yollarda kullanılmaya başlamış ve her geçen gün kullanımı alanı ve miktarı artmıştır [7]. 2011 yılı itibarıyla ABD'de sadece yol uygulamasına bakıldığında SSB yol miktarı 12.000.000 m²'yi aşmıştır [8]. Su, çimento, agrega gibi geleneksel betonla aynı içeriğe ve yaklaşık aynı mekanik özelliklere sahip olmasına rağmen SSB'ler de bunların kullanım oranları farklıdır. Geleneksel betona göre daha az çimento ve su oranına sahip olması ama daha fazla ince agrega içermesi sayesinde yoğun matrisleri ile SSB'ler isminden de anlaşılacağı üzere taze halde iken çelik tamburlu silindirleri üzerinde taşıyabilecek kadar katı kuru kıvama sahiptirler. Bu özellikleri sayesinde SSB'ler uygulama aşamasında geleneksel asfalt yol uygulamalarına benzer yerleştirme ve sıkıştırma işlemlerine tabi tutulmaktadır. Bu durumda özellikle ülkemiz gibi asfalt yol uygulamaları ile ön plana çıkan ve beton yol uygulamalarında gerekli ekipman ve işçilik tecrübesi bulunmayan ülkeler için rijit üstyapılara geçişte büyük avantaj sağlamaktadır. SSB'lerin sağlamış olduğu diğer avantajlardan birkaçı ise özel ekipman, işçilik gerektirmemesi düşük çimento oranı ile ekonomik ve sürdürülebilir olması,

geleneksel betona göre çok daha hızlı uygulanabilmesi ve yolun hafif trafiğe çok daha erken açılabilmesi, daha düşük çimento içeriği ile hem ekonomik ve sürdürülebilir etkinin sağlanması hem de daha az rötre çatlağına maruz kalması, geleneksel beton yol uygulamalarından farklı olarak özel bir kalıp ve bitirme tekniği istememesi ve kayma çubuğu ve bağ demiri gibi komşu plakalar arası yük transferini sağlayacak ekipmanlara ihtiyaç duymaması, sahip olduğu yoğun matrisi ile düşük geçirimsizliğe sahip olması ve böylece çevresel koşullara daha dayanıklı hale gelmesidir.

Tüm bu avantajlarının yanında, SSB uygulamaları sırasında dikkat edilmesi gereken bir önemli husus ise SSB'lere özel yüzey bitirme işlemi uygulanmadığı takdirde kızaklama mesafesini arttırdığı için genellikle düşük hızlı yollarda tercih edilmesidir. Ülkemizde ise bu teknoloji ile yeni tanışılmış olmasına rağmen sağlamış olduğu kolay işçilik ve esnek (asfalt) yol yerleştirme ve sıkıştırma sürecine benzer yapım yöntemi sayesinde belediyeler ve il özel idareleri tarafından tercih sebebi olmaya başlamıştır. Antalya ve Denizli Büyükşehir Belediyelerinin yanı sıra Samsun Büyükşehir Belediyesinde, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesinde SSB uygulamalarına özellikle köy yollarında yer verilmeye başlanmıştır. Ayrıca, Bursa, Gaziantep ve Kocaeli gibi çeşitli kentlerimizde pilot uygulamalar yapılmıştır. SSB yollar gerek yapım kolaylığı ve hızı gerek ekonomikliği gerekse hızlı trafiğe açılabilir olması sebebiyle SSB yollar sathi kaplama yollara ciddi bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 2: Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yol uygulaması (Bursa)

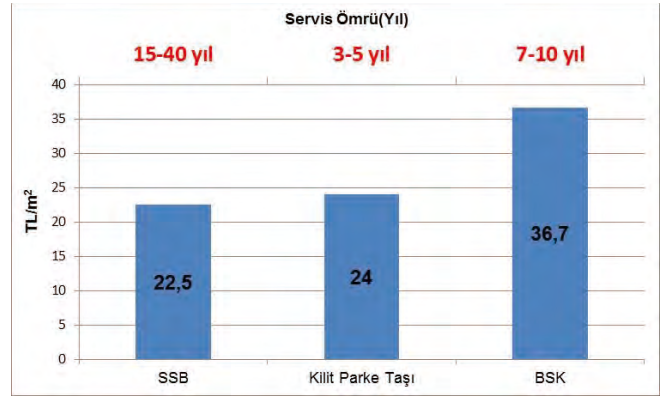
2.2. Diğer Kırsal Kesim ve Şehir İçi Uygulamaları

Ülkemizde, KGM sorumluluğu dışında kalan ve bugün için belediyeler ve il özel idareleri sorumluluğunda bulunan yol ağı tam olarak bilinmemekle birlikte yaklaşık 300.000 km civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu yollarda uygulanan ilk derzli donatısız beton yol uygulaması 1986 yılında Adana'da yapılmıştır. 30 yıldır hizmet vermekte olan bu beton yolda henüz hiçbir tamirat yapılmamıştır. Trabzon'da 2012 yılında yeşil yol adıyla da bilinen (Tonya Kalınçam-Erikbeli-Kadırga grup yolu) ve uzunluğu 11 km olan yol ise Türkiye'de bu teknik ile yapılan en uzun yol olma özelliğindedir. Ayrıca, özellikle Karadeniz Bölgesi'nde geleneksel beton yol tipleri arasında sayılmayan ve saha betonu olarak adlandırılan donatısız ya da çelik hasır donatılı beton yol uygulamaları ise uzun yıllardır yöre insanları tarafından uygulanmaktadır. Trabzon'da beton yol olarak inşa edilen yol ağı 1.500 km'yi bulmakta olup toplam yol ağının %12'sine karşılık gelmektedir.



Şekil 3: Karadeniz Bölgesi kırsal kesim beton yol uygulaması

Günümüzde bu tür uygulamaların ilk yapım maliyetleri neredeyse sathi kaplama ile yarışabilir duruma geldiği için özellikle kırsal kesimde tercih sebebi olmaktadır. Örneğin, Kocaeli Belediyesinde 2015 yılında yapılan ihalelerde 6,5 m genişliğindeki bir beton yolun ilk yapım maliyeti 258.500 TL iken aynı yol sathi kaplama olarak inşa edildiğinde 228.500 TL'ye mal olmuştur. Neredeyse her yıl yenilenen sathi kaplama yollara göre beton yolların onlarca yıl hizmet verebildiği göz önüne alındığında aradaki %12'lik ilk yapım maliyet farkının önemsiz olduğu açıkça görülecektir. Bütün bu alternatiflerin birim fiyatları ve beklenen servis ömürleri Şekil 4'te özetlenmiştir.



Şekil 4: Karşılaştırmalı birim maliyetleri.

3. Beton Bariyerler

Ülkemiz yollarında toplam taşıt sayısı dikkate alındığında çok fazla sayıda trafik kazası meydana geldiği görülmekte ve bu kazalarda can ve mal kayıpları olmaktadır. Ülkemiz şartlarına bakıldığında ise son 10 yılda gerçekleşen kaza sayısı 12.355.387'dir. Bu kazalarda 54.010 kişi hayatını kaybederken, 2.310.865 kişi de yaralanmıştır [9]. 2015 yılında yerleşim yeri içerisinde gerçekleşen kazaların %6,73'ü, yerleşim yeri dışında gerçekleşen kazaların %37,83'ü, toplam kazaların ise %14,5'i araçların yoldan çıkmasından kaynaklanmıştır[9]. Kaza sayısı yıllara göre genellikle bir artış göstermektedir. Tek araçların yolu terk etmesi sonucu meydana gelen kazalar, karayollarında meydana gelen kazaların yaklaşık %15'ni oluşturmaktadır. 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 çıkmasını veya karşı trafik yönüne geçmesini engelleyerek meydana gelebilecek kayıpları en aza indirmek için uygulanmakta olan bir yöntemdir.

Ülkemizde en sık kullanılan ulaşım türü olan karayolu ulaşımında trafik güvenliğinin bir parçası olan otokorkuluklar; çelik, ahşap, plastik, beton malzemelerden ya da hibrid olarak yani bu malzemelerin birlikte kullanımı ile imal edilebilmektedir. Beton otokorkuluklar üretim yöntemine göre prefabrik veya yerinde döküm olarak ikiye ayrılmaktadır. Beton otokorkuluklar ilk olarak 1959 yılında ABD’de kullanılmaya başlamıştır. Ülkemizde ise ilk uygulama 1988 yılında İstanbul, İzmir ve İskenderun’da gerçekleştirilmiştir. Günümüzde, Türkiye ve Avrupa’da prefabrik beton otokorkulukların EN 1317 serisi standartlarda belirtilen çarpışma testlerine tabi tutularak performansının belirlenmesi ve Yapı Malzemeleri Yönetmeliği kapsamında CE işareti taşıması gerekmektedir. Çarpışma testleri esnasında farklı araçlar farklı hız ve açılarla bariyerlere çaptırılmakta ve bunun sonucunda bariyer performansı belirlenmektedir. Bariyerlerden beklenen performans gerekleri arasında çarpan aracın bariyer tarafında tutulabilmesi, bariyerin yanal hareketi, çarpan aracın stabilitesi, çarpışmadan sonra aracın hareket doğrultusu ve yolculara gelen darbe etkilerini (ivmeleri) kısıtlamak sayılabilir.

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 şiddetinin 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 her ne kadar Avrupa’daki ilk uygulamaların Türkiye’de uygulanmış olmasına rağmen daha sonra kullanımına devam edilmemiş ve beton bariyer uygulamalarının kısmen yetersiz olduğu göze çarpmaktadır. Özellikle KGM kontrolündeki yollarda kullanılan bariyerlerin çok büyük bölümü çelik bariyerlerdir. Beton bariyerlerin çelik bariyerlere kıyasla bazı önemli üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlar arasında uzun ömürlü olmaları, üretim kolaylığı, işletim ve bakım masraflarının çok düşük olması, uygulama esnasında işçilik kaynaklı hataların oldukça az olması ve karşıya geçme riskini oldukça düşürmesi dolayısıyla da vahim sonuçlara yol açmaması sayılabilir.

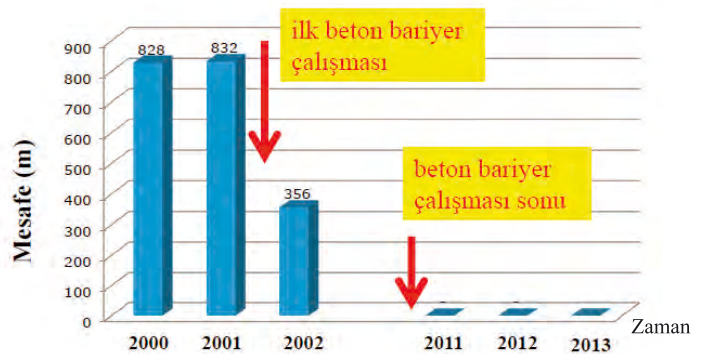
EN standartlarında bariyerlerde kullanılacak olan malzemeyle yönelik bir açıklama yer almamakta ancak kullanım yerine göre bariyer seçimi yol tasarım mühendislerine bırakılmaktadır. Örneğin, İngiltere’de refüjlerde deformasyon yapmayan böylece karşı tarafa araç geçişine izin vermeyen beton bariyerlerin kullanımı mevzuatta zorunlu tutulmuştur (Şekil 5).



Şekil 5: Orta refüj beton bariyer kullanımı örneği (İngiltere)

Belçika gibi birçok Avrupa ülkesinde ise yine refüjlerde beton bariyer kullanım zorunluluk olmasa da uzun vadede bakım masraflarının düşük olması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir. Şekil 6’dan da görüleceği üzere A25 no’lu bir yol kesiminde 2001 yılından itibaren zamanla hasar gören çelik bariyerler beton bariyerlerle değiştirilmeye başlanmış ve onarım yapılan bariyer miktarı yol kesimindeki bariyerlerin tamamen beton olarak değiştirilmesinden sonra tamamen sona ermiştir. Şekil 7’de bu yoldaki bazı hafif kazalardan örnekler gösterilmiştir.

Yerinde dökme bariyerler de CE belgesi gerekliliği birçok üye ülke mevzuatı çerçevesinde kullanılabilen ve Avrupa Komisyonu tarafından yapılan açıklama ile EN 1317 kapsamına dâhil edilmektedir. ABD’de de benzer şekilde özellikle otayolların şehir içi geçişlerinde yerinde dökme ya da prekast beton bariyerler tercih edilmektedir.



Şekil 6: Belçika’da beton bariyer kullanımıyla birlikte onarım yapılan bariyer miktarı



Şekil 7: Belçika'da hafif kazalar sonrası beton bariyer ve çelik bariyerlerdeki hasar

4. Değerlendirme ve Öneriler

Ülkemizde her geçen gün artan trafik yüklerinin güvenle taşınarak, daha uzun ömürlü, daha az bakım gerektiren, daha sürdürülebilir ve en önemlisi tamamıyla öz kaynaklardan üretilen bir üstyapı ile taşınması hem kullanıcıların emniyeti hem ülke ekonomisi açısından oldukça önemli olacaktır. Bu noktada beton yollar; yüzde yüz öz kaynaklarla üretilmesi, esnek yollara kıyasla daha yüksek trafik yükünü taşıyabilmesi, asfalt yollara göre daha açık renkli olması sayesinde gece görüş mesafesini artırması, gece saatlerinde beton yolu aydınlatmak için gereken ışık miktarının asfalt yola göre az olması sayesinde elektrik tüketiminde tasarruf sağlaması, tekerleklerin asfalt yollarda olduğu kadar yola gömülmemesi sayesinde yakıt tüketimini dolayısıyla CO₂ salınımını azaltması gibi nedenlerden ötürü ekonomik, çevreci ve uygun bir seçenek olabileceği açıkça görülebilmektedir. Günümüzde beton yolların özellikle de SSB yol teknolojisinin gelişmesi ile birlikte ilk yapım maliyeti esnek yollarla çok daha rahat rekabet edebilir duruma gelmiştir. Ayrıca rekabet koşullarının oluşması durumunda kamunun bundan olumlu bir şekilde yararlanacağı yurtdışındaki örneklerde tespit edilmiştir. Bu bağlamda Türkiye'de beton yolların tercih edilebilir hale gelmesi önemlidir. Diğer taraftan artan trafik yükleri ile oluşabilecek kaza sayısındaki artış ile can ve mal güvenliğinin sağlanması adına otokorkuluk ve banket uygulamalarında beton bariyerlerin kullanılması araçların yol dışına çıkmalarını veya karşı trafik yönüne geçmesini engelleyerek meydana gelebilecek kayıpları en aza indirmesi açısından oldukça faydalı olacaktır. Nitekim İngiltere'de refüjlerde deformasyon

yapmayan böylece karşı tarafa araç geçişine izin vermeyen beton bariyerlerin kullanımı mevzuatta zorunlu tutulmuştur. Tüm bu bağlamda beton yol ve beton bariyer teknolojisinden yeterince yararlanılması hem ülke ekonomisi hem de kullanıcı güvenliği açısından oldukça avantajlı olacaktır.

Kaynaklar

- [1] E. J. Yoder and M. . Witczak, *Principles of Pavement Design, Second Edition*. 1975.
- [2] Y.Huang, *Pavement Analysis and Design, Third Edition*. 2004.
- [3] KGM Sanat Yapıları D. B. Tüneller Şubesi Müdürlüğü, "2016 Faliyet Raporu," 2016.
- [4] Ahmet, Ü. N. G. A. Gürkan, and Sağlık, "Karayolu Beton Yol Deneme Kesimleri Performans Değerlendirmesi," in *Hazır Beton Kongresi*, pp. 96-111.
- [5] K. Hall, D. Dawood, S. Vanikar, R. Tally Jr, T. Cackler, A. Correa, P. Deem, J. Duit, G. Geary, and A. Gisi, "Long-life concrete pavements in Europe and Canada," 2007.
- [6] L. W. (ACPA), "Pavement Type Selection: What Is The Ideal Process?," 2014.
- [7] D. Harrington, F. Abdo, W. Adaska, C. V Hazaree, H. Ceylan, and F. Bektas, "Guide for roller-compacted concrete pavements," 2010.
- [8] İ. Ö. Yaman and H. Ceylan, "Silindire sıkıştırılmış beton yollar," *HAZIR Bet.*, pp. 69-82.
- [9] Y. E. T. Genel, G. Directorate, and P. Security, *Traffic Accident Statistics General Directorate of Public Security Traffic Accident Statistics General Directorate of Public Security*. 2013.