

Karayolları Genel Müdürlüğü Ağındaki Beton Deneme Yolların Performans Değerlendirmesi

Muhammet KOMUT¹, E.Nazan ÜNAL², Şenol ALTIOK³

¹İnşaat Yüksek Mühendisi, Karayolu Genel Müdürlüğü, AR-GE Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

²Dr Kimya Yüksek Mühendisi, Karayolu Genel Müdürlüğü, AR-GE Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

³İnşaat Mühendisi, Karayolu Genel Müdürlüğü, AR-GE Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

Özet

Gelişmiş ülkeler ikinci dünya savaşı sonrası dönemde ve 1970’lerde karayolu ağlarını hızlı bir şekilde genişleterek ulusal karayolu sistemi inşa etmişlerdir. Bu eğilim şu anda birçok gelişmekte olan ekonomide yaşanmakta, çünkü ekonomik gelişmenin ilk belirtilerinden biri hızlandırılmış bir yol yapımı sürecidir. Ekonomik olarak hızlı bir şekilde gelişmekte olan ülkemiz için hızlandırılmış bir yol yapım süreci son dönemlerde acil eylem planları (AEP) ve stratejik planlar ile hayata geçirilmiş, doğrudan ya da dolaylı olarak birçok sosyo ekonomik katkı çarpan etkisi ile ülkemize kazandırılmış ve ekonomimizin itici gücü olmuştur.

Bu süreç beraberinde birçok yeni teknolojinin, tasarım yönteminin, alternatif mühendislik çözümlerinin vb ülkemize kazandırılmasını sağladığı gibi, ulaştırma altyapısı için Karayolları Genel Müdürlüğü’nün öncü ve kilit konumda olma özelliğini de teyit etmiştir. Karayolları Genel Müdürlüğü bu bağlamda malzeme, proje, yapım ve kontrollük gibi bir çok alanda yeni teknolojileri ve teknik gelişmeleri ülkemize kazandırırken, asfalt kaplamalara alternatif olarak beton yol konusunda da sektör temsilcileri bir araya gelerek farklı güzergahlarda deneme yolları yapmak suretiyle öncü rolünü hayata geçirmiştir.

Anahtar Kelimeler: AASHTO 93, Beton Yol, , Performans.

1. Giriş

Ulaştırma sistemlerinin gelişimi sosyoekonomik bir bağlamda gerçekleşmektedir. Ulaştırma altyapısının niceliği ve kalitesi ile ekonomik gelişme düzeyi arasındaki ilişki açıktır. Yüksek yoğunluklu ulaştırma altyapısı ve yüksek geometrik standartla bağlantılı ağlar genellikle yüksek gelişim düzeyleriyle ilişkilidir. Ulaşım sistemleri verimli olduğunda, piyasalara daha iyi erişilebilirlik, istihdam ve ek yatırımlar gibi olumlu çarpan etkileri ile sonuçlanan ekonomik ve sosyal fırsatlar ve faydalar sağlarlar. Bu nedenle ulaştırma altyapısı ihmal edilemeyecek önemli bir sosyal ve çevresel yük taşıdığı gibi sürdürülebilir kalkınma üzerinde de büyük bir etkiye sahiptir.

Gelişmiş bir karayolu ağı insan vücudundaki arter sistemi kadar önemli olduğu gibi, karayolu taşımacılığı da ulaştırma altyapısının dolayısıyla ekonomilerin ve dinamik toplumların bel kemiği durumundadır. Gelişmiş ülkeler ikinci dünya savaşından sonrası dönemde ve 1970'lerde karayolu ağlarını hızlı bir şekilde genişleterek ulusal karayolu sistemi inşa etmişlerdir. Bu eğilim şu anda birçok gelişmekte olan ekonomide yaşanmakta, çünkü ekonomik gelişmenin ilk belirtilerinden biri hızlandırılmış bir yol yapımı sürecidir.

Karayolları Genel Müdürlüğünün kurulmasıyla birlikte, öncelikli olarak yaz-kış geçit verebilen yollar yapmak hedeflenmiş ancak 1970 yıllardan sonra asfalt betonu kaplamalı yollar yapmak mümkün olmuştur. Ekonomik olarak hızlı bir şekilde gelişmekte olan ülkemiz için hızlandırılmış bir yol yapım süreci son dönemlerde acil eylem planları (AEP) ile hayata geçirilmiş, doğrudan ya da dolaylı olarak birçok sosyo ekonomik katkı çarpan etkisi ile ülkemize kazandırılmış ve ekonomimizin itici gücü olmuştur.

Hızlandırılmış bu yol yapım sürecinde, tüm Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de gerek yapım sırasında gerekse bakım/onarım işlemleri sırasında yolların trafiğe açık kalmasını sağlayacak şekilde çalışmaların yapılması hedeflenmiştir. Ayrıca trafiğe açık yollarımızda servis yolu gerektirmeyecek veya asgari seviyede servis yolu ihtiyacı oluşturacak yöntem ve teknolojiler önemli hale gelmiştir. Ulaştırma altyapısındaki bu hızlı gelişmeye paralel şekilde şehirleşme ve diğer tüm altyapı sektörlerindeki gelişmelerde dikkate alındığında, karayolu ağı ile ilişkili altyapı tesislerinin yapımı, modernizasyonu, kapasite artırımı, bakım/onarımı gibi çalışmalarda ekonomik kayıpların en aza indirgeneceği ve kolaylık sağlayacak esnek üstyapı uygulamaları hayata geçirilmiştir. Tüm bu nedenlerle birlikte yapım ve bakım kolaylığı, ilk yapım maliyetinin düşük olması, kademeli inşaat prensibine ve bütçe olanaklarına uygun olması gibi birçok nedenden dolayı asfalt kaplamalı yollar (esnek üstyapılar) tercih edilmiştir.

Bu süreç beraberinde birçok yeni teknolojinin, tasarım yönteminin, alternatif mühendislik çözümlerinin vb ülkemize kazandırılmasını sağladığı gibi, ulaştırma altyapısı için Karayolları Genel Müdürlüğünün öncü ve kilit konumda olma özelliğini de teyit etmiştir. Karayolu ağımızın genişlemesi ve mevcut ağdaki yolların yüksek standartlı hale getirilmesi için gerçekleştirilen tüm bu çalışmalar, aynı zamanda sektör temsilcileri ve tüm paydaşlarının da gelişmesine ve büyümesine son derece büyük katkı sağlamıştır.

Karayolları Genel Müdürlüğü bu bağlamda malzeme, proje, yapım ve kontrollük gibi bir çok alanda yeni teknolojileri ve teknik gelişmeleri ülkemize kazandırırken, asfalt kaplamalara alternatif olarak beton yol konusunda da sektör temsilcileri bir araya gelerek farklı güzergahlarda deneme yolları yapmak suretiyle öncü rolünü hayata geçirmiştir.

2. Esnek ve Rijit (Beton Yol) Üstyapılara Genel Bakış

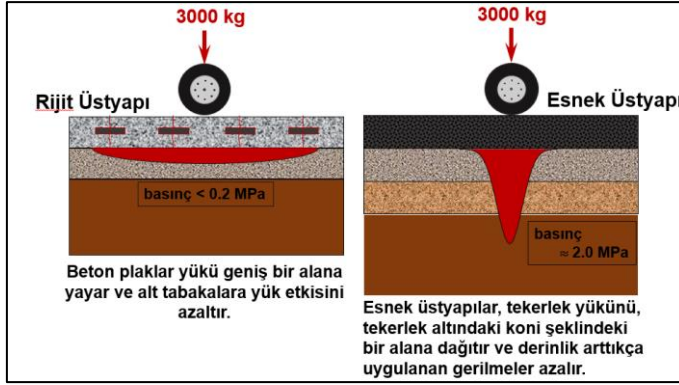
Karayolu üstyapıları, kullanılan malzemelerin niteliklerine göre esnek veya rijit olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Rijit ve Esnek Üstyapılar arasında; proje tasarımı, uygulama tekniği, yapım koşulları, bakım/onarım koşulları, çevresel ve iklimsel koşullar, konfor gibi birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarının bulunduğu birçok hususun olduğu bilinmektedir.

Beton yollar; çimento betonu ile yapılan ve üzerinden geçen dingil yüklerini tabana ileten bir kaplama türü olup, genel olarak üstyapı tabanı üzerine yerleştirilen granüler Alttemel/Temel tabakası ve/veya zayıf beton temel tabakası ve/veya bitümlü tabaka üzerine serilmiş beton plaktan oluşmaktadır.

Esnek ve Rijit üstyapıların trafik yüklerinin kaplama vasıtasıyla zemine iletme ve yayma kabiliyetlerinin birbirinden farklı oluşu aralarındaki en büyük farkı oluşturmaktadır. Esnek üstyapılar çok tabakalı olup istenilen gerilme ve deformasyonları karşılayacak kalınlıkta yapılırlar. Rijit üstyapılar, beton plakların yüksek rijitliklerinden ötürü teker yüklerinin beton plak alanının tümünde hemen hemen eşit olarak zemine iletmektedirler.

Rijit üstyapıların yapısal kapasitesi beton plağın rijitliğinden kaynaklanırken, esnek üstyapılarda ise her bir tabakanın yük yayma kabiliyetine ve kalınlığına bağlıdır. Zemin mukavemetinin rijit kaplama kalınlığı üzerindeki etkisi esnek üstyapılardan daha azdır.

Yapısal olarak, beton plağın elastisite modülü taban zemininkinden çok daha büyük olduğundan dolayı beton yol elastik zemine oturan bir kiriş şeklinde çalışır ve trafik yüklerini bu esasa göre, esnek üstyapıya nazaran daha geniş bir alana yayarak taban zeminine iletir. Bununla birlikte, rijit üstyapılarda beton plak doğal taban zemini üzerine oturtulamamaktadır. Bunun yerine genel olarak granüler alttemel veya kırmataş alttemel veya kırmataş temelden oluşan bir kaplama alt tabakası oluşturulmaktadır.



Şekil 1. Rijit ve Esnek Üstyapılarda Yük Dağılımı

3. Beton yolların Sınıflandırılması

Beton yollar genel olarak 3 farklı şekilde inşa edilebilmektedir;

3.1 Derzli Donatısız Beton Yollar (JPCP)

3-6 m uzunluğunda kısa anolardan oluşur, donatı çeliği içermezler ve plaka kalınlığı 125 -350 mm'dir. Boyuna derzlerde bağlantı donatısı, enine derzlerde ise kayma donatısı kullanılır. Anolar genel olarak granüler malzeme ve ya bitümlü tabakalar üzerine inşa edilir. Temel tabakası kalınlıkları 100-200 mm olabilir. Kısa derz aralığı ano ortası çatlamayı asgariye indirmek için kullanılır.

3.2 Derzli Donatılı Beton Yollar (JRCP)

Derzli Donatılı beton kaplamalar 8-30m uzunluğundaki anolardan oluşur. Ortalarında donatı çeliği içerirler ve bu sayede ano uzunluklarının fazla olması nedeni ile kaplamada oluşabilecek çatlakları engellerler. Plaka kalınlığı 150 -350 mm kalınlığındadır. Boyuna derzlerde bağlantı donatısı, enine derzlerde ise kayma donatısı kullanılır. Anolar genel olarak granüler malzeme ve ya bitümlü tabakalar üzerine inşa edilir, temel tabakası kalınlıkları 100-200 mm olabilir.

3.3 Sürekli Donatılı Beton Yollar (CRCP)

Enine derzler olmayan beton bir bloktan oluşur. Çelik donatı beton blok boyunca vardır ve derzler sadece imalat bitimlerinde konulur. Beton kalınlıkları genelde 150-250 mm'dir. Genelde kesit alanının %0,5-0,8'i kadar donatı içerirler. Derz olmadığı için 0.6-2.4 m'lik aralıklarla enine çatlaklar oluşur, ancak bu çatlaklar donatı çeliği sayesinde kapalı kalırlar. Bununla birlikte yoğun donatı kullanılmasından dolayı maliyetli olması, uygulamanın daha zor ve özel ekipmanlar gerektirmesi gibi nedenlerden dolayı en pahalı beton yol uygulamasıdır.

4. KGM Yol Ağında Beton Yol Deneme Kesimleri

Ülkemizde değişik trafik kategorileri, topoğrafik yapı, çevre ve iklim farklılıklarına maruz muhtelif yollarda beton kaplamalı deneme yolu kesimleri inşa edilerek, beton yolun davranışlarının gözlenmesi ve buna bağlı olarak ülkemiz koşullarına özgün uygulamalar için görüşlerin netleştirilmesi hedeflenmiştir.

Ülkemizde KGM yol ağındaki yollarda uygulanan deneme yollarının tamamında Derzli Donatısız Beton Yollar (JPCP) tercih edilmiştir. Beton kaplamalı bu yolların projelendirilmesi AAHTO 1993 amprik projelendirme metodu kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan deneme kesimlerinin performansları gerek yerinde gözlemsel olarak gerek fonksiyonel durum ölçüm cihazları marifetiyle belli periyotlarda gerçekleştirilmiş ve performans izlemesi halen devam etmektedir.

Ülkemizde yapılan beton deneme yolları ile ilgili özet bilgi tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Deneme Beton Yollar Özet Bilgi Tablosu

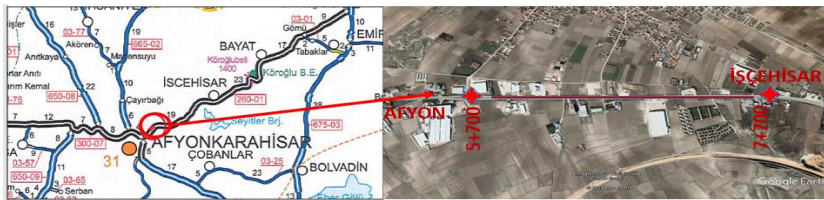
Beton Yol Verileri	Afyon-İşçehisar	Hasdal Kavşağı-Kemerburgaz	Ordu-Ulubey Devlet Yolu	Karamürsel Şehir Geçişi
Yolun Tipi	DDBK	DDBK	DDBK	DDBK
Bölgesi	3. Bölge	1. Bölge	7. Bölge	1. Bölge
Kilometresi	5+700-7+700	40+000-43+500	5+000-6+000	38+400 – 40+000
Yapıldığı Tarih	2004	2006	2007	2010
Proje Süresi	30 yıl	30 yıl	30 yıl	30 yıl
Protokol Tarafları	KGM - TÇMB	KGM - TÇMB	KGM - BOREN	KGM
Beton Yol Uzunluğu	2 km	3,5 km	1 km	1,6 km
Platform Genişliği	12 m	10,5 m	2x10,5 m	2 x 8.5 m
Şerit Sayısı	3	2	2 x 2	2 x 2
Derzler Aralığı	5 m	5 m	4,5 m	4,5 m
Plak Kalınlığı	27 cm	32 cm, 27 cm	28 cm	30 cm

Beton Plajın Oturduğu Zemin	Sathi Kaplama	PMT üzeri astar, 5 cm BSK	Sathi Kaplama	6 cm Binder
Çimento Tipi	CEM I 42,5 + (Silis Dumanı)	CEM I 42,5	Bor Katkılı	CEM I 42,5 R
Çimento Miktarı	375 kg/m ³	400 kg/m ³	350 kg/m ³	378 kg/m ³
Su / Çimento	0,41-0,45	≤ 0,35	~ 0,30	~ 0,43
Agregranın Özellikleri	Kırma çakıl, kırma kum, Dmak 32 mm	Doğal kum ve kırma taş Dmak 32 mm	Melet ırmağı kırma taş Dmak 25 mm	Kırma çakıl, kırma kum, Dmak 25 mm

4.1 Afyon-İscehisar Beton Yolu

Karayolları Genel Müdürlüğü ve Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) arasında imzalanan bir protokol çerçevesinde yapılan bu yol Karayolları Genel Müdürlüğü'nün ilk deneme amaçlı beton yolu özelliğini taşımaktadır. Afyon – İscehisar Km:5+700-7+700 arasında 2 km'lik bölünmüş yolun tek yönlü 3 şeritli taşıt yolunda TÇMB tarafından yapılan denem beton yolu 2004 yılında trafiğe açılmıştır.

Derzli donatısız beton yol tipinde 27 cm kalınlığında inşa edilen beton kaplama, Km:5+700-7+200 arasında 30 cm alttemel, 10-15 cm temel ve mevcut sathi kaplama üzerine, Km:7+200-7+700 arasında ise 25 cm alttemel, 15 cm PMT ve astar tabakası üzerine inşa edilmiştir.



Şekil 2. Afyon-İscehisar Beton Yolu Yer Bulduru Haritası

Deneme yolunda beton kaplamanın performansı ile ilgili yapısal ve fonksiyonel durum değerlendirmesi için gerekli incelemeler gözlemsel ve aletsel ölçümler ile periyodlar halinde gerçekleştirilmiştir. Afyon-İscehisar deneme beton yolunda, beton kaplamanın yapımından birkaç ay gibi kısa bir süre sonra beton plak yüzeyinde çoğunlukla rastgele yönde gelişen ve birleşerek harita tipine dönüşen çatlak sistemlerinin ortaya çıkmaya başladığı görülmüştür. Başlangıçta kılcal seviyede olan bu çatlaklar zaman içerisinde daha yaygınlaşıp derinleşerek beton

kaplama yüzeyine tamamen yayılmıştır. İlk dönemlerde 4-5 cm derinliğindeki çatlakların günümüzde 10-12 cm derinliğe ulaştığı alınan karotlardan ve yerinde yapılan kaplama kesit kontrollerinden anlaşılmaktadır. Buna karşılık alınan karot numunelerine uygulanan deney sonuçlarında beton basınç mukavemeti değerlerinin şartname kriterlerini sağladığı görülmüştür.

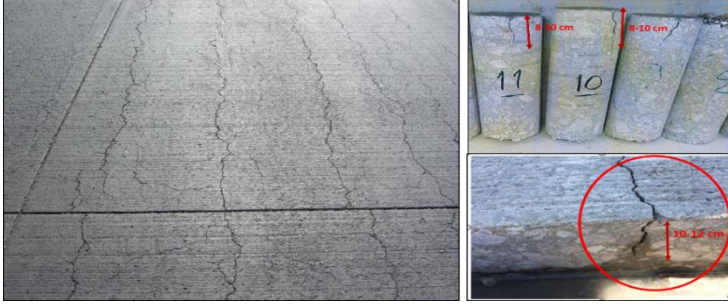
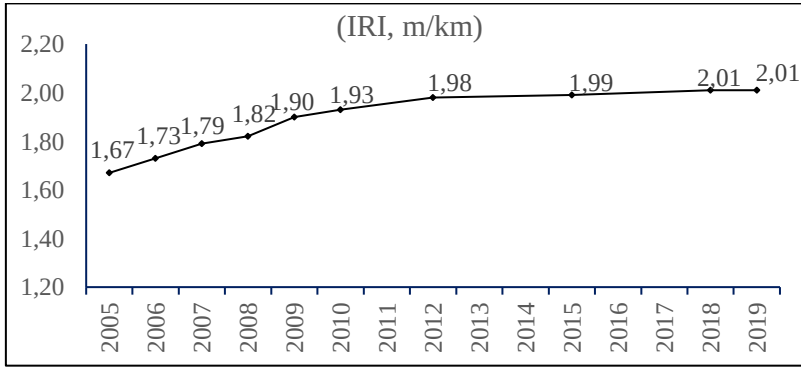


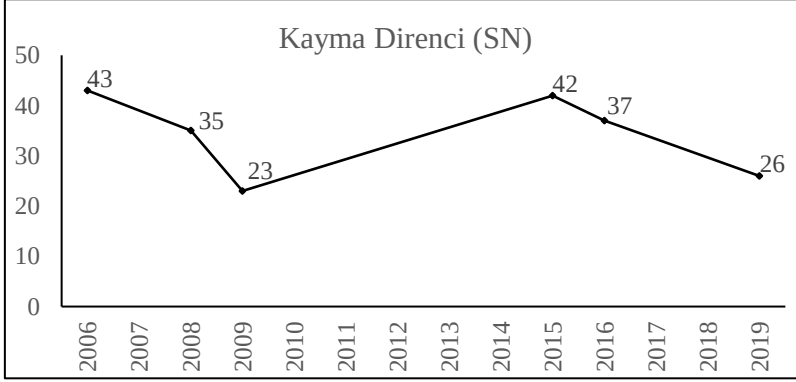
Foto 1. Karot Numuneleri Ve Yerinde Kesit İncelemesi

Yapısal incelemelerin yanında yüzey düzgünlüğü (IRI) ve kayma direnci gibi fonksiyonel durum ölçümleri farklı tarihlerde gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel durum ölçümlerinde kaplama yüzey düzgünlük (IRI) değerlerinin gerek ilk ölçüm yılında gerekse son ölçüm yılına kadar geçen süre içerisinde artmasına rağmen genel olarak iyi durumda olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 3. Afyon-İşçehisar Beton Yolu Yüzey Düzgünlük (IRI) Performansı

Kayma direnci ölçümlerinde başlangıçta iyi durumda olan performans değerlerinin 3 yıl gibi kısa bir sürede büyük düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun yapım sırasında telli fırçalarla elde edilen enine pürüzlülüğün kaynaklandığı, trafiğin aşındırıcı etkisi ile zamanla pürüzlülüğün kaybolmasına bağlı olarak kayma direncinin azaldığı gözlenmiştir. Daha sonraki dönemde elde edilen verilerin tekrar yükselmesinin nedeni olarak, kaplamadaki kılcal çatlakların artarak yüzeyde yaygınlaşması ve genişlemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. Afyon-İşçehisar Beton Yolu Kayma Direnci Performansı

4.2 Hasdal Kavşağı- Kemberburgaz Beton Yolu

Hasdal Kavşağı-Kemberburgaz Devlet yolu Km:40+000-43+500 arasındaki tek taşıt yolunda yapılan beton yol, Karayolları Genel Müdürlüğü ile Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) arasında imzalanan bir protokol çerçevesinde TÇMB tarafından bedelsiz olarak deneme amaçlı yapılmıştır.

Km:40+000-42+620 arasında 15 cm kırmataş alttemel, 15 cm plent miks temel ve 5 cm aşınma tabakası üzerine 27 cm beton kaplama, Km:42+620-43-500 arasındaki kesimde ise 15 cm kırmataş alttemel, 15 cm plent miks temel üzerine 32 cm beton kaplama olmak üzere iki farklı kesitli derzli donatısız beton yol yapılmıştır.



Şekil 5. Hasdal Kavşağı-Kemberburgaz Beton Yolu Yer Bulduru Haritası

Deneme yolunda beton kaplamanın performansı ile ilgili yapısal ve fonksiyonel durum değerlendirmesi için gerekli incelemeler gözlemsel ve aletsel ölçümler ile periyodlar halinde gerçekleştirilmiştir. Hasdal Kavşağı-Kemberburgaz deneme beton yolunda kısa sürede bozulmalar gelişmiştir. Bu yolun yapım aşamasında beton santrali ile beton serim finişeri kapasite uyumsuzluğu ve finişerin sürekli beslenememesine bağlı beklentiler ondulasyon sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Gözlemsel olarak farkedilemeyen bu sorunlar sürüş konforunu ve yüzey

düzgünsüzlüğünü olumsuz etkileyen unsurlar olarak karşımıza çıkmıştır. Ayrıca derz kesimlerinde uygun olmayan yöntemlerin kullanılması ve ekipmanların doğru kullanılmaması derz kenarlarında yıpranmalara, kırılmalara ve derz boyunca sapmalara neden olmuştur. Ayrıca beton kaplama plağında derz kenerlerinde çatlaklar gelişmiş, muhtelif birkaç noktada da yüksek şiddetli plak kırılmaları yaşanmıştır.

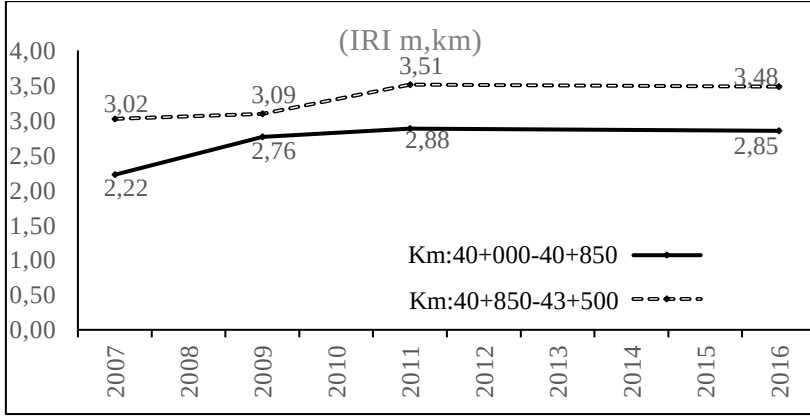
2006 yılında hizmete açılmasından sonra birkaç yıl içinde ağır taşıt şeritindeki bazı plaklarda boyuna çatlamlar yer yer köşe çatlamları meydana gelmiştir. Taşıma gücü yetersizliğine bağlı olarak, taban zemininde meydana gelen oturma ve malzeme kaybına bağlı olarak bu tür bozulmalar oluşabilmektedir.



Foto 2. Yüksek Şiddetli Plak Kırılmaları, Derz Kırılmaları, Köşe Çatlamları

Buna karşılık alınan karot numunelerine uygulanan deney sonuçlarında beton basınç mukavemeti değerlerinin şartname kriterlerini sağladığı görülmüştür.

Yüzey düzgünsüzlük (IRI) ve kayma direnci ölçümleri gibi fonksiyonel durum ölçümlerinde farklı tarihlerde gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel durum ölçümlerinde kaplama yüzey düzgünsüzlük (IRI) değerlerinin hedeflenen azami kriterlerin oldukça üzerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca kayma direnci (SN) değerlerinin ise hedeflenen asgari kriterlerin oldukça altında olduğu belirlenmiştir.

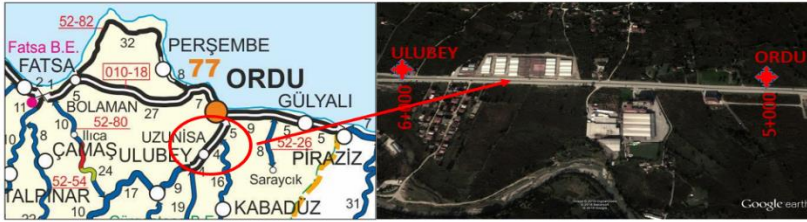


Şekil 6. Hasdal Kavşağı-Kemberburgaz Beton Yolu
Yüzey Düzgünsüzlük (IRI) Performansı

4.3 Ordu –Ulubey Devlet Yolu

Ordu-Ulubey devlet yolu Km:5+000-6+000 arasında Karayolları Genel Müdürlüğü ile Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) arasında imzalanan protokolle beton yol deneme kesimi yapılmıştır. Beton kaplama mevcut sathi kaplamanın üzerine 28 cm kalınlığında olacak şekilde inşa edilmiştir.

Farklı çimentoların performansının gözlenebilmesi amacıyla deneme beton yolunun 700 m'lik kısmı bor katkılı çimento ile, 300 m'lik kısmı ise normal katkısız çimento ile yapılmıştır.



Şekil 7. Ordu-Ulubey Beton Yolu Yer Bulduru Haritası

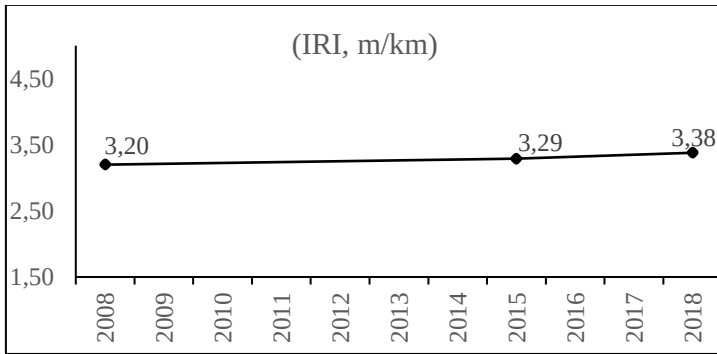
2007 yılında hizmete açılmasından sonra birkaç yıl içinde ağır taşıt şeritindeki bazı plaklarda boyuna ve enine çatlamlar yer yer köşe çatlamları meydana gelmiştir. Taşıma gücü yetersizliğine bağlı olarak, taban zemininde meydana gelen oturma ve malzeme kaybına bağlı olarak bu tür bozulmalar oluşabilmektedir. Enine çatlakların bir çoğu mevcut enine derzlere yakın noktalarda meydana gelmiştir.



Foto 3. Taşıma Gücü Yetersizliğine Bağlı Bozulmalar, Enine ve Köşe Çatlamları

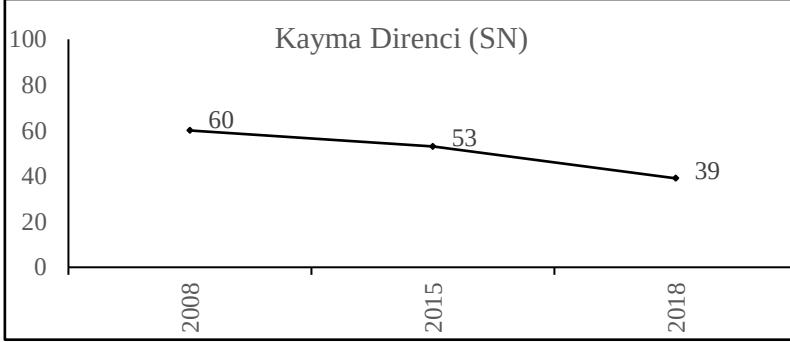
2018 yılında yapılan kontrollerde alınan karot numunelerine uygulanan deney sonuçlarında beton basınç değerlerinin şartname kriterlerini sağladığı görülmüştür.

Yüzey düzgünsüzlük (IRI) ve kayma direnci ölçümleri gibi fonksiyonel durum ölçümlerinde farklı tarihlerde gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel durum ölçümlerinde kaplama yüzey düzgünsüzlük (IRI) değerlerinin hedeflenen azami kriterlerin oldukça üzerinde olduğu ve zamanla artış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 8. Ordu-Ulubey Beton Yolu Yüzey Düzgünsüzlük (IRI) Performansı

Kayma direnci (SN) değerlerinin ise başlangıçta hedeflenen asgari kriterlerin üzerinde olduğu, ilk yapım yılından bu yana geçen sürede kayma direncini büyük ölçüde koruduğu ve iyi bir performans gösterdiği görülmektedir.



Şekil 9. Ordu-Ulubey Beton Yolu Kayma Direnci Performansı

4.4 Karamürsel Şehir Geçişi Beton Yolu

İzmit – Yalova D-130 Devlet Yolunun Karamürsel Şehir Geçişinde Km: 38+400 – 40+000 arasında 2010 yılında beton yol çalışması gerçekleştirilmiştir. Karamürsel şehir geçişi beton yolu Karayolları Genel Müdürlüğü’nün, üstyapı projelendirmesini, beton dizaynını, imalatını yaptığı ilk beton yol uygulamasıdır. 29.10.2009 tarihinde başlayan beton yol imalatı, 15.01.2010 tarihinde sonuçlanmıştır.

Çalışma yapılan 1600 m 'lik kesim, trafiğin yüksek ve sinyalizasyonlu kavşaklar nedeniyle trafik hızının düştüğü ve tekerlek izinde bozulma şeklinde bozulmaların yaygın olduğu bir kesimi kapsayacak şekilde seçilmiştir. Bu kesimde, mevcut bitümlü sıcak kaplamalı (BSK) yolda, asfalt tabakaları ve terasman kotu altındaki taşıma gücü düşük zemin kaldırılmış, terasman seviyesine kadar taş dolgu yapılarak, altyapı oluşturulmuştur. Daha sonra 20 cm plentmiks temel (PMT) tabakası ve 6 cm binder tabakası serilerek, üzerine 30 cm beton kaplama getirilmiştir.



Şekil 10. Karamürsel Şehir Geçişi Beton Yolu Yer Bulduru Haritası

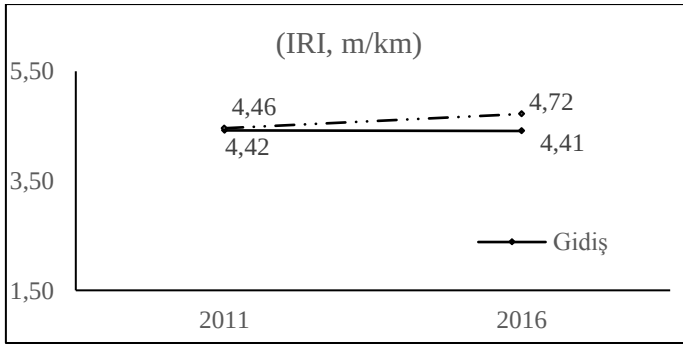
Ocak 2010 'da tamamlanarak trafiğe açılan Karamürsel Şehir Geçişi beton yol kesiminde bugüne kadar gelişen bozulmalar derz kenarlarında oluşan sökümler ile yer yer görülen enine çatlaklardır. Özellikle her iki yönde enine ve boyuna derzlerde meydana gelen sökümler oldukça yaygındır.

Erken gelişen derz sökümleri ve enine çatlaklar çoğunlukla betonun genleşme ve büzülme hareketi sınırlandırıldığında ortaya çıkmaktadır. Kayma demirlerinin uygun şekilde yağlanmadığı ve yanlış yönde yerleştirildiği durumlarda betonun büzülme hareketini sınırlayacağından derz kenarlarında sökümler meydana gelmektedir. Sökümlerin diğer bir nedeni de, derz dolgusunun iyi bir şekilde yapılmadığı ve derzin su içerdiği hallerde, suyun donup genişleşerek oluşturduğu basınç olabilmektedir.



Foto 4. Derz Sökümleri ve Yer Yer Enine Çatlaklar

Yüzey düzgünlük (IRI) ve kayma direnci ölçümleri gibi fonksiyonel durum ölçümlerinde farklı tarihlerde gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel durum ölçümlerinde kaplama yüzey düzgünlük (IRI) değerlerinin hedeflenen azami kriterlerin oldukça üzerinde olduğu ve zamanla artarak devam ettiği görülmüştür.

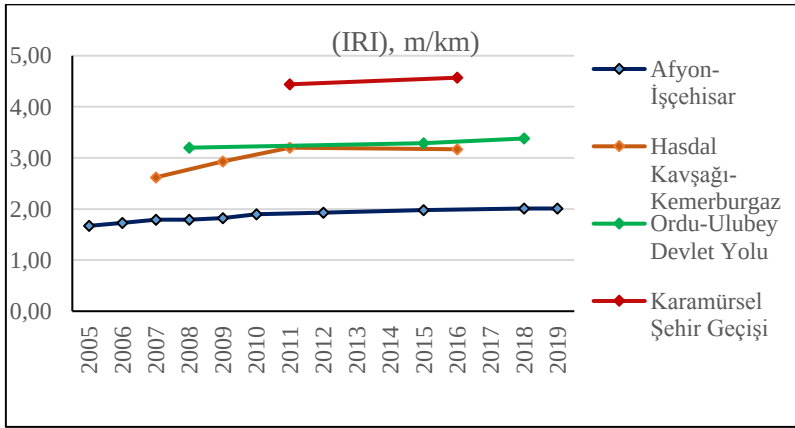


Şekil 11. Karamürsel Şehir Geçişi Beton Yolu
Yüzey Düzgünlük (IRI) Performansı

5. Deneme Beton Yolları Yüzey Düzgünsüzlüğü (IRI) Performans Değerlendirmeleri

Bildirinin bu bölümünde Dünya’da çok yaygın şekilde kullanılan fonksiyonel durum ölçümlerinden olan yüzey düzgünsüzlüğü (IRI) ölçümleri değerlendirilmiştir. Deneme beton yolları yapım işleri tamamlanıp trafiğe açıldıkları zamandan itibaren gerek gözlemsel gerekse performans ölçüm cihazları ile sürekli takip edilmiş ve performans değerleri kayıt altına alınmıştır.

Karayolları Genel Müdürlüğünün envanterinde bulunan ve tahribatsız performans ölçüm cihazı profilometre ile gerçekleştirilen ölçümler neticesinde, erken dönem yaygın çatlaklara rağmen ilk yapıldığı yıldan bu yana en iyi yüzey düzgünsüzlük performansını Afyon-İşcehisar deneme beton yolu göstermiştir. Buna karşın en kötü performans ise Karamürsel Şehir Geçişi deneme beton yolunda tespit edilmiştir.



Şekil 12. Deneme Beton Yolları Yüzey Düzgünsüzlüğü Karşılaştırması

6. Sonuçlar ve Değerlendirmeler

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından sorumluluk alanındaki değişik trafik kategorileri, topoğrafik yapı, çevre ve iklim farklılıklarına maruz Afyon-İşcehisar Yolu, Hasdal Kavşağı –Kemberburgaz Yolu, Ordu-Ulubey Yolu ve Karamürsel Şehir Geçişi yolu olmak üzere 4 farklı güzergahta deneme beton yolu yapılmıştır.

Deneme beton yollarında ilk yapıldıkları zaman diliminden itibaren gerek gözlemsel gerekse fonksiyonel durum ölçüm cihazları ile performans ölçümleri belli periyodlarla gerçekleştirilmiştir. Bildiri kapsamında yüzey düzgünsüzlüğü (IRI) ve kayma direnci (SN) ölçümleri değerlendirilmiştir.

Yapılan incelemeler neticesinde deneme beton yollarında beton basınç dayanımlarında herhangi bir sorunla karşılaşılmasına rağmen, enine çatlaklar, derz kırılmaları, köşe çatlamaları, plak kırılmaları, yer yer taşıma gücü

yetersizliklerine bağılı bozulmalar, derz doğrultularında sapmalar gibi birbirine benzer ya da farklı türde bozulmaların yapım tarihlerini takip eden kısa sürelerde ortaya çıktığı görölmüştür.

Genel olarak bakıldığında erken dönem bozulmaların ve yaygın çatlakların gözleendiği ilk deneme yolu olan Afyon-İşcehisar yolunda yüzey düzgünsüzlük performansının daha iyi olduğu, buna karşın diğeryollarda Yüzey düzgünsüzlük (IRI) performans değerylerinin sürüş konforunu olumsuz etkileyecek şekilde yüksek olduğu görölmüştür.

Kayma direnci değerylerinin başlangıçta yüksek olduğu deneme beton yollarda trafik altında kısa zamanda ciddi kayma direnci kayıplarının olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte kayma direnci performansı Ordu-Ulubey Deneme beton yolunda daha yüksek olduğu güncel ölçümlerde de görölmektedir.

Beton yollardan beklenen ve öngörölen asgari performans seviyelerinin ve proje ömürlerinin yakalanabilmesi için, beton kaplamanın performansını ve davranışını etkileyen üstyapı tabanı, temel veya alttemel malzemesi, betonda kullanılan malzeme özellikleri ve donatı özelliklerinin incelenmesi yanında, derz dizaynı ve derzlerin yapımı, bağlanıtı ve kayma demirlerinin yerleştirilmesi, betonun kür edilmesi başta olmak üzere her aşamada uygun ekip/ekipman, yeterli kapasite, büyük hassasiyet ve tecrübeli işçilik gibi detayların çok önemli olduğu görölmektedir.

Tüm bu değerylendirmelerle birlikte, deneme yollarından elde edilen tecrübelerle, beton yollardan beklenen ve öngörölen proje ömürlerinin yakalanabilmesi için trafik kategorileri, iklimsel ve çevresel faktörler, topoğrafik yapı, zemin koşulları gibi birçok proje parametresi dikkate alınmak suretiyle proje bazlı uygulamaların değerylendirilmesinin uygun olacağı düşünölmektedir.

7. Kaynaklar

AASHTO Guide For Design of Pavement Structures, (1993).

National Concrete Pavement Technology Center, 2007, Guide To Concrete Overlay Solutions, Iowa State University

Jung, Y.S, Freeman, T.J., Zollinger, D.G., 2008, Guidelines for Routine Maintenance of Concrete, Pavement, FHWA/TX-08/0-5821-1, Texas Transportation Institute, Texas

Kaşak, S., Komut, M., (2019). Karayolları Beton Yol Üstyapılar Projelendirme Rehberi, Karayolları Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

Pavement Design Manual, 1997, Alberta Transportation And Utilities, Edition I

Beton Yol Kaplamaları Teknik Şartnamesi, Karayolları Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, (2016).

