



**Teknik Not
(Technical Note)**

Beton Yollar ve Beton Yol Yapımının Araştırılması

Mehmet KOZAK

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları 7. Bölge Yol Müdürlüğü, Afyonkarahisar / TÜRKİYE
mkozak15@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada beton yol ve yapım aşamalarının araştırılması amaçlanmıştır. Bir ülke için kalkınma bakımından, ulaşım kolaylığının büyük bir etken olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Gelişmiş ülkelere göre ülkemizin ulaşım ağları yetersiz kalmakla birlikte yollarımızdaki trafik yoğunluğu da artmaktadır ve artan trafik yoğunluğu ile birlikte yol kaplamalarına büyük bir görev düşmektedir.

Bu çalışmada beton yolların taşınması gerektiği özellikleri, üstünlükleri ve yapımı hakkında bilgi verilmiş ve beton yolların diğer yol türlerine göre çoğu bakımdan daha iyi sonuçlar verebildiği kanısına varılmıştır. Amerika'da 100, Avrupa'da 75 yıldır kullanılan beton yol teknolojisinin ülkemiz karayollarında kullanılması ile ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacağı yapılan literatür çalışmaları ile bilinmektedir.

Beton yolların: Daha kısa duruş mesafesi; tekerlek izi oluşumuna karşı dirençli; her mevsimde ve her koşulda yapılabilir; trafik seyir hızında artış sağlayabilir; hava koşulları ve yakıt, yağ dökülmesi vb. etkilere karşı dirençli; çevre dostu; yerli malzeme kullanır; daha az mevsimsel hasara uğrar; akaryakıt tasarrufu sağlayabilir; uzun ömürlü ve gece görüşünü kolaylaştırır olması gibi avantajlarının öne çıktığı belirlenmiştir. Bu avantaja sahip olan beton yollara, diğer gelişmiş ülkelerde verilen önemin, artık gelişmekte olan ülkemizde de verilmesi gerekmekte olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beton Yol, Beton Yol Yapımı, Beton Yolun Avantajları

Investigation of Concrete Roads and Concrete Road Construction

Abstract

This study aims at researching of concrete road and its building. It's an unarguable fact that transportation easiness is a big factor in terms of development of a state. Compared with developed countries, transportation net is insufficient and traffic intensity at our roads is increasing and road coverings falls to a big duty due to traffic intensity which is increasing.

In this study, some information is given about the features of concrete roads, their advantages and their construction and it's concluded that by comparison with other road types concrete road can give better results in most aspects. Thanks to literature studies, it is known that being used at our state's roads concrete roads technology which are used for 100 years in America, for 75 years in Europe will make a major contribution to the state economy.

It is determined that concrete roads have many advantages such as, the vehicles stop at shorter distances, they can be made in every seasons at every condition, they can provide an increase at traffic speed, they stand up to factors such as weather conditions and fuel-oil spillovers. They are environmentally friendly, the home made materials are used, concrete roads suffer less from seasonal damages, they can be provide fuel saving, they are long-lasting, they make the night sight easy. It is thought that the importance, given in other developed states to concrete roads, should be given to our country.

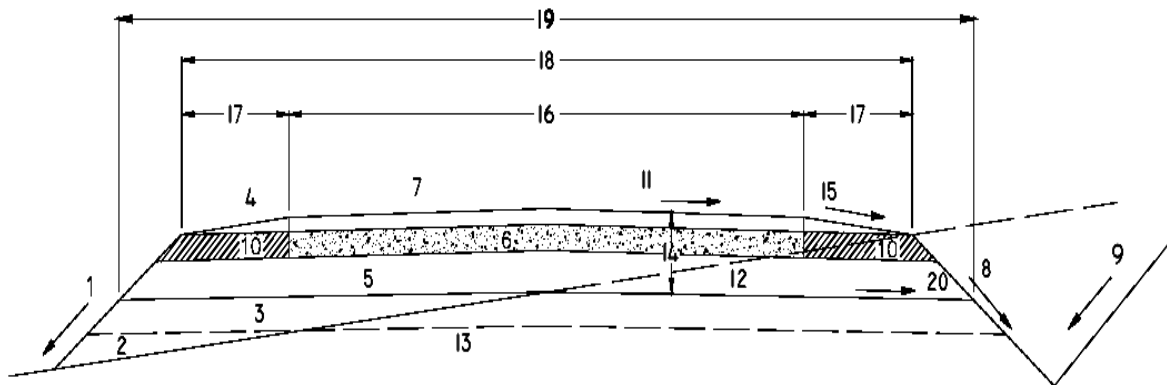
Keywords: Concrete Road, Concrete Road Building, Advantages of Concrete Roads.

1. GİRİŞ

Ulaşım, insan veya eşyanın, ihtiyaçlarını gidermek amacıyla zaman ve mekan faydası sağlayacak şekilde yer değiştirmesini mümkün kılan bir hizmettir. Bir ülke için kalkınma bakımından, ulaşım kolaylığının büyük bir etken olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Fakat bir ülkenin ulaşım kolaylığının sağlanabilmesi için; karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu gibi ulaştırma türlerine ait altyapı tesisleri ile ülke koşullarına uygun düşen bir bütünlük göstermesi ayrıca, bu türlerin işletmelerinde koordinasyonunun sağlanması gerektiği de hemen belirtilmelidir. Ancak böyle bir bütünlük halinde ülke çapında hızlı, güvenilir, kolay ve ekonomik bir ulaştırma hizmeti sağlanabilir [1].

Modern bir karayolunda, can ve mal emniyeti, insanların konforu ve yolun uzun ömürlü olması ön plana çıkmaktadır. Bir ülkenin ulaşım ağının yeterli düzeyde ve uygun standartta olması o ülkenin gelişmişliğinin bir göstergesidir. Gelişmiş ülkelere göre ülkemizdeki ulaşım ağı yetersiz olduğu gibi, buna karşın ağır taşıt trafiği artmaktadır. Ağır yük taşıtları, yol üstyapısının bozulmasında etkin bir rol oynamaktadır [2]. Bu doğrultuda karayolu üstyapısının önemi daha da artmaktadır.

Karayolu yapısı, önceden belirlenen geometrik standartlara uygun olarak saptanmış olan bir güzergâh boyunca, doğal zeminin istenilen yükseltilere getirilebilmesi ve üzerine motorlu taşıtların istenilen hız, güvenlik ve konfor koşullarında hareketlerinin sağlanabilmesi amacıyla inşa edilen yapıların tümü olarak tanımlanabilir. Karayolu yapısı, görevi, yapım sırası ve özellikleri açısından alt ve üst yapı olarak iki ayrı bölümde incelenebilir [3]. Karayolu yapısını oluşturan elemanlar Şekil 1.'de verilmektedir.



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1—Dolgu Şevi | 11—Yolun Enine Eğimi |
| 2—Doğal Zemin | 12—Taban Yüzeyi (Tesviye Yüzeyi) |
| 3—Seçme Malzeme Tabakası (Gerekli Olduğu Durumda) | 13—Yol Gövdesi (Taban Zemin) |
| 4—Banket Kaplama | 14—Üst Yapı Proje Kalınlığı |
| 5—Alt Temel | 15—Banket Eğimi |
| 6— Temel Tabakası | 16—Trafik Şeritleri Genişliği |
| 7—Kaplama Tabakası | 17—Banket Genişliği |
| 8—Hendek Şevi | 18—Yol Genişliği (Platform Genişliği) |
| 9—Yarma Şevi | 19—Üst Yapı Taban Genişliği |
| 10—Banket Temeli | 20—Taban Yüzeyinin Enine Eğimi |

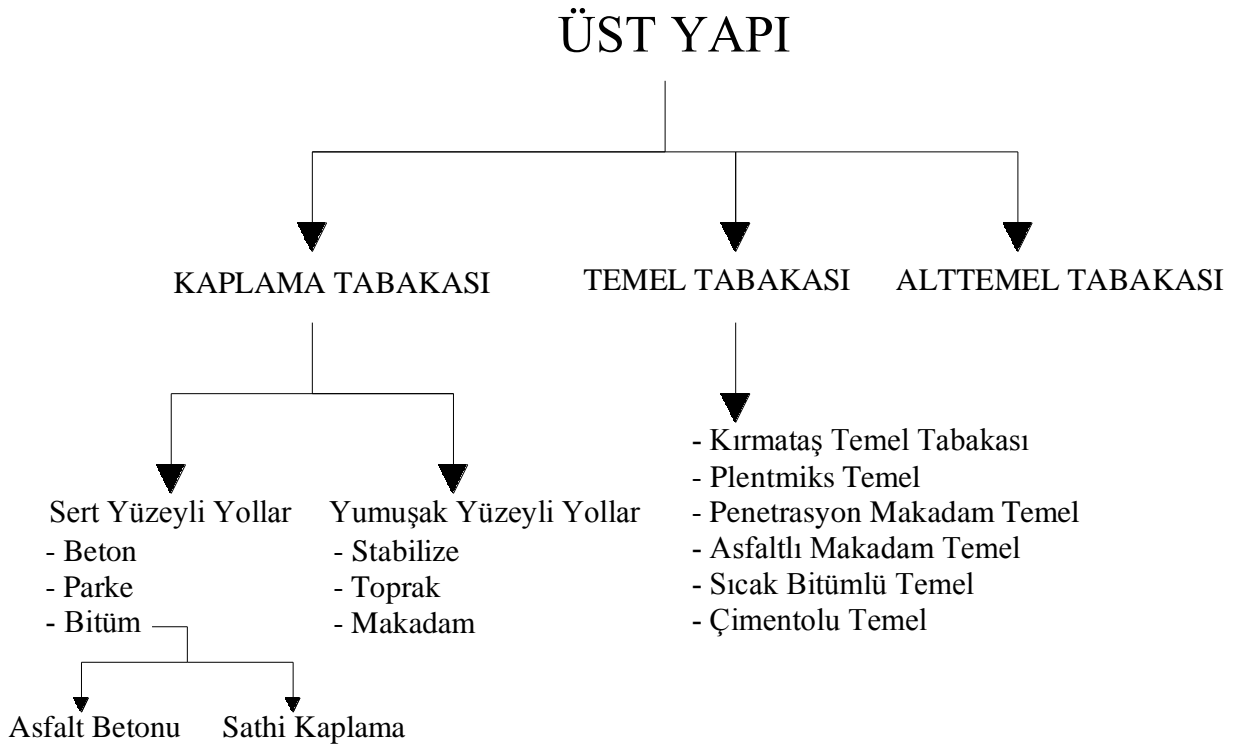
Şekil 1. Karayolu yapısını oluşturan elemanlar

Karayolu Altyapısı; yapımı tamamlanmış bir karayolunda, tesviye yüzeyi ile doğal zemin çizgisi arasındaki bölgeye denilmektedir. Altyapı, yolun dolgu kesimlerinde, dışarıdan getirilen toprak ile oluşturulmuş bir toprak gövde, yarma kesimlerinde ise doğal zemindir. Ancak, kazı işleminden sonra istenilen düzlüğü ve eşit yük dağılımını sağlamak amacıyla döşenen ve sıkıştırılan toprak da, yarma kesimindeki altyapıya dahildir [4].

Alt yapının görevleri; istenilen kotta düzgün bir yüzey sağlamak, üstyapı tarafından iletilen yükleri daha geniş bir alana yaymak ve az da olsa, yolu dış etkilerden korumaktır [5].

Karayolu Üstyapısı; önceden belirlenen geometrik standartlara göre saptanmış güzergâh boyunca, doğal zeminin istenilen yükseltilere getirilebilmesi ve üzerinde motorlu taşıtların istenilen hız, güvenlik ve konfor koşullarında hareketlerinin sağlanabilmesi amacıyla inşa edilen yapıların tümü karayolu yapısını oluşturur [4].

Üstyapılar, kaplama tabakasında kullanılan malzemelerin türlerine, özelliklerine ve yapım yöntemlerine göre rijit ve esnek olarak iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Taban zeminine, trafiğe, çevre koşullarına ve ekonomik hususlara bağlı olarak en uygun üstyapı tipi seçilir [3]. Karayolu üstyapısını oluşturan elemanlar ve sınıfları Şekil 2.'de verilmektedir.



Şekil 2. Karayolu üstyapısını oluşturan elemanlar ve sınıfları

2. BETON YOL

Çimento betonu ile yapılan kaplamalara “beton yollar” denir [6]. Şehir içi yollarda, orta ve ağır trafik yoğunluğu olan yollarda kullanılan kaliteli bir kaplama tipidir [7]. Yol kaplaması olarak betonun görevi, trafikten gelen şiddetli tekil yükleri tabana iletmek ve bu sırada tabanın deforme olmamasını sağlamaktır [6]. Yol yapımında kullanılan beton karışımının su / çimento oranı 0,20-0,45 arasında, minimum çimento miktarı 375 kg/m³, minimum hava miktarı %3, ayrıca betonun 28 günlük karakteristik minimum basınç dayanımı 30 MPa olmalıdır [8]. Yol yapımında kullanılacak beton malzemelerinden istenilen belli başlı özellikleri aşağıda kısaca verilmektedir;

- Kullanılacak kimyasal katkıların birbirleriyle ve bağlayıcı malzemelerle etkileşimi ön deneylerle belirlenmeli,
- Kullanılacak agregaların sağlanacağı kaynaklar belirlenmeli, kalite kontrol deneyleri geliştirilmeli ve alkali-slika reaktivitesi deneyleri yapılmalıdır.
- Kullanılacak çimentonun kimyasal özelliklerinin ve inceliğinin beton özelliklerine etkisi belirlenmeli,

- Kullanılacak su/çimento oranı sistematik bir şekilde belirlenmeli ve bunun geçirimsizliğine olan etkisi tespit edilmeli,
- Kullanılacak malzeme karışım oranları, betonun dayanıklılığı yönünden sorun çıkarmamalı ve donma-çözülme hasarlarına yol açmamalıdır.
- Su/çimento oranının mikro çatlaklara ve aşırı büzölmelere neden olması engellenmeli ve beton dökümü sırasında hava durumu ve beton bakım koşullarına göre su/çimento oranında ayarlamalar yapılmalıdır.
- Malzemelerin çeşidi ve miktarı, betonun sertleşmiş halde öngörölen özelliklerine uygun olmalıdır. Laboratuvardan inşaat sahasına geçerken yapılacak düzeltmeler belirlenmelidir.
- Farklı beton karışım zamanları, üretim yerleri ve yerleştirme teknikleri için düzenlemeler yapılmalıdır. Yerleşmiş betonun hava boşluklarını tayin edecek yöntemler geliştirilmelidir.
- Beton bakımı için kullanılacak kür malzemeleri, beton dökümü sırasındaki hava koşulları ve betonda kullanılan karışım oranına göre belirlenmelidir.
- Agregası şekli ve karışım oranına göre agregaların beton içinde nasıl paklendiğini karakterize edecek bir yöntem geliştirilmelidir [9].

Beton yollar; çimento betonu ile yapılan ve üzerinden geçen dingil yüklerini tabana ileten bir kaplama türü olup, üstyapı tabanı üzerine yerleştirilen alttemel tabakası, zayıf beton tabakası veya bitümlü tabaka üzerine serilmiş beton plaktan oluşmaktadır. Rijit üstyapılar, derzli donatısız, derzli donatılı ve sürekli donatılı olmak üzere üç farklı şekilde inşa edilmektedirler ve bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Derzli Donatısız Tipteki Rijit Üstyapılar: Derzli donatısız tipteki rijit üstyapılar, 3-6 m uzunluğunda kısa anolardan oluşur. Bloklar 125-350 mm kalınlığında olup donatı çeliğı içermezler. Derzler zayıflatılmış yüzey kasılan tipte olup geçmeli veya geçmesiz olabilirler. Anolar genel olarak granöler malzeme, çimento veya bitümlü tabakalar üzerine inşa edilir.

Temel tabakası kalınlıkları 100-200 mm olabilir. Derzli donatısız tipteki rijit üstyapılarda kısa derz aralığı, ano ortası çatlamayı asgariye indirmek ve derz açıklıklarını nispeten küçük tutmak için kullanılır. Aynı sebepten dolayı bağlanmış boyuna derzler de buna dahildir. Derzlerde bağlantı yükü transferinde, malzeme kenetlenmesinden yararlanır. Ağır trafik taşıyan yollarda, özellikle nemli bölgelerde, yük transferini geliştirmek için beton demirleri veya daha ziyade stabilize temel tabakası kullanılır.

Derzli Donatılı Tipteki Rijit Üstyapılar: Derzli donatısız tipteki rijit üstyapılar, uzunlukları 8-30 m'lik anolardan oluşur. Blok kalınlıkları 150-350 mm. olup, ortalarında donatı çelik ağı geçmektedir. Temel tabakası kalınlığı 100-200 mm'dir. Daha uzun derz aralığı verildiğinde kurumadan dolayı büzölmeye ve ısıdan dolayı kıvrılmaya bağılı olarak bu tür kaplamada çatlaklar oluşur.

Donatı çeliğı kullanılmasının amacı da bu ano ortası çatlaklarının oluşmasını engellenmesidir. Çatlakları sıkı tutarak, yük transferinin sağlanması çelik tarafından yapılır. Burada çelik, beton bloğun esneklik kapasitesini artırmak için kullanılmamaktadır. Daha uzun derz aralığı kullanılması ayrıca daha büyük derz açıklıklarına neden olur. Dolayısı ile derzler arası yük transferini sağlamak için donatı çubukları kullanılır.

Derzli donatısız tipteki rijit üstyapılar, donma ısısındaki bölgelerde ve nemli bölgelerdeki şehirlerarası yollarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Derzli donatılı tipteki rijit üstyapılar, enine derz aralıklarının artırılmasına olanak tanıyan donatılar dışında derzli donatısız tipteki rijit üstyapılar ile benzerdir.

Sürekli Donatılı Tipteki Rijit Üstyapılar: Sürekli donatılı tipteki rijit üstyapılar, enine derzler olmaksızın döşenen beton bir plaktan oluşur. Yüksek donatı içeriği buna olanak tanır ancak diğer tüm betonarme yapılarda olduğu gibi, donatılar çatlakları önlemez sadece kontrol altında tutar. Çelik donatı plak boyunca sürekli olarak vardır ve derzler yalnızca her gün iş bitiminde konulur. Plak kalınlıkları 150-250 mm olur. Bu tür kaplamalarda derzli donatılı tipteki rijit üstyapılardan oldukça fazla çelik vardır. Genel olarak kesit alanının % 5- 7'i kadardır.

Uzun derz aralıklarının bir sonucu olarak, bu tür kaplamalarda kaplama ömrünün ilk birkaç yılı boyunca 0.6-2.4 m'lik aralıklarla enine çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar plak içindeki donatı çeliği sağlam olduğu sürece sıkıca kapalı kalırlar. Eğer çelik yüksek çekme gerilmelerine karşı koyamayacak durumda ise, enine çatlaklar açılarak bozulabilirler. Uzunlamasına çatlaklarla birleşen bozulmuş çatlak bölgeleri, ciddi kaplama bozulmasına işaret eden, yüzeysel oyulmalara (zımbalama etkisi) yol açabilir. Plak desteğini artırmak ve tekerlek yükleri altındaki ano gerilmelerini azaltmak için bu kaplama ile birlikte genellikle bir stabilize temel kullanılır.

Bu kaplama türünün yaygın olarak kullanılmasına karşılık toplam beton kaplamaya oranı oldukça düşüktür. Derzli donatısız ve derzli donatılı tipteki rijit üstyapılarda görülen ayırma membranı, beton temel ile alt-temel arasında daha yüksek bir düzeydeki sürtünmenin elde edilebilmesi için sürekli donatılı tipteki rijit üstyapılarda çıkarılmıştır. Alt-temel ile sağlanan desteklik üstyapı sonundaki oynamaları azaltmaktadır ve istenilen çatlama modelini korur. Plaktaki süreksizliklerin, kabarıp dökülme riski ile birlikte birbirine yakın aralıklı çatlamalara olanak tanması nedeniyle, mümkün olan her yerde önüne geçilmesi gerekmektedir. Bu sebepten dolayı rögarların ve su yollarının bu tipteki rijit üstyapı plaklarının dışında bulundurulması gerekmektedir [10].

Beton Yol Yapımında Kullanılan Beton Tür ve Tekniklerini: Akıcı, kuru yoğun, lifli, öngerilmeli, geçirimli betonlar, sürekli betonarme ve kilitli beton parke kaplamaları olmak üzere yedi grupta toplanabilmektedir. Beton yol yapımında genellikle iki tip uygulama yöntemi kullanılmakta olup bunlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

Sabit Kalıp Kullanımı; sabit kalıpla beton yol yapımında, yol boyunca ahşap veya çelik kalıplar kurulmakta, makineler bu kalıplar arasında döküm yapmaktadır. Bazı makineler kalıplar üzerinde ileri geri giderek çalışmakta ve mastarlama işi genellikle el aletleriyle yapılmaktadır. Bu yöntem, kayar kalıp kullanımına göre daha fazla işçilik gerektirdiğinden, genişliği fazla olan yol yapımlarında pek tercih edilmemektedir.

Kayar Kalıp Kullanımı; kayar kalıp kullanımında, makinede bulunan vibratörler ile istenen boyutlarda ve yüksek kalitede beton yerleştirilmesi sağlanmaktadır. Betonlama yapılan alan, ip veya lazer ışını kılavuzuyla hassas olarak kılavuzlanarak, sürekli derzsiz ve aynı nitelikte beton ile kaplanabilmektedir. Kıvam bakımından çökme değeri düşük betonlar kullanılmaktadır. Bazı kayar kalıplı döküm makineleri, derzlerin açılmamasını sağlayan donatı yerleştirme ve bitirme işlerini de yapmaktadır [11].

3. BETON YOLLARIN AVANTAJLARI

Taşıma Gücü Yüksek: Beton yol üzerine gelen yükleri asfalta göre daha geniş bir alana yayarak, taban zeminine iletir. Yani taşıma gücü taban zeminine bağlı değildir. Bu nedenle, beton yol zayıf taban zeminleri üstünde asfalt yollara göre daha iyi sonuçlar vermekte, dayanma bakımından her türlü etkiye karşı koyacak şekilde hazırlanabilmektedir. Asfalt kaplılar ise, üzerlerine gelen yükleri bir alt tabakaya yayarak iletir. Kaplamadan temele, temelden alttemele ve nihayet alttemelden taban zeminine iletilen yükler, her bir tabaka geçişinde gittikçe yayılmakta ve daha geniş bir alana dağılmaktadır. Dolayısıyla taban zemini zayıfsa ve çeşitli gerilmeler altında deforme oluyorsa, asfalt kaplama da deforme olan bu

profili izlemekte ve yolun üstünde şekil değişiklikleri, ondülasyonlar görülmektedir. Bu yüzden, ağır trafik altındaki yollarda, beton yol uygulaması, dayanıklılığı sebebiyle çok daha uygun olmaktadır.

Daha Kısa Duruş Mesafesi: Beton kaplamanın yüzey pürüzlülüğü, kullanıcılar için sürüş güvenliği göz önüne alındığında önemlidir. Tekerlek izi oluşan kaplamalarda, yağışlar sırasında tekerlek izi içinde su birikir ve taban zemine geçebilir. Ayrıca soğuk havalarda tekerlek izi içine yerleşen su donabilir ve yol güvenliğini azaltabilir. Beton kaplamaların kayma sürtünme katsayıları yüksektir (kaymaya dirençlidir). Beton yolun boyuna sürtünme katsayısı 0.70, enine sürtünme katsayısı ise 0.65 civarındadır. Ayrıca ıslak oldukları zaman sürtünme katsayısında görülen küçülme, diğer plastik bağlayıcılarla yapılan kaplamalara göre daha düşüktür. Yol yüzeyi düzgün olduğundan yağış suları kolay akar ve yüzey çabuk kurur. Sürücülerin güvenliği düşünülürse, beton yolun yapısı daha da önem kazanır. Asfaltta oluşan tümsekler ve çukurlar yağışlı havalarda fazladan su tutar. Bu da su kızıağı tehlikesi için büyük bir potansiyel oluşturur. Ayrıca, biriken sular soğuk havalarda don yapabilir [12].

Tekerlek İzi Oluşumuna Karşı Direnç: Tekerlek izi oluşumu asfalt betonu kaplamalarda görülen bozulma türlerinden biridir. Taşıt tekerleklerinin yola değme noktalarında, yol boyunca oluşan düşey kalıcı deformasyonlar olarak tanımlanır. Ticari taşıt sayılarındaki artış, bunların dingil sistemlerinin değişmesi ve dingil ağırlıklarının artması, çift tekerlek yerine geniş tabanlı tek tekerlek kullanılması ve lastik iç basınçlarının artması nedenleriyle, tekerlek izi çözülmesi gereken bir sorun haline gelmiştir. Tekerlek izi oluşumuna neden olan başlıca faktörler; aşırı yükler, uzun süreli veya durağan yükler, aşırı yük tekrarı, uygun olmayan malzeme kullanımı, tasarım ve yapım hataları olarak sıralanabilir [13]. Beton kaplamalar, bu tip bozulmanın oluşmasını önlemektedir [12].

Beton Yollar Her Mevsimde ve Her Koşulda Yapılabilir: Asfalt uygulaması düşük sıcaklıkta ve yağışlı havalarda yapılamadığından, yapım ve onarım mevsimi kısadır. Beton yol uygulaması ise asfaltın aksine ıslak zemin de dahil olmak üzere, hemen her iklim koşulunda yapılır. Asfalt kaplamalar belirli bir sıcaklıkta dökülmesi ve silindirle sıkıştırılması gerekmektedir. Beton kaplamalar ise vibratörlerle sıkıştırmakta olup, ısı kaybı gibi bir sorun söz konusu değildir [14].

Beton Yollar Trafik Seyir Hızında Artış Sağlar: Mevcut yolların beton kaplamalı yola dönüştürülmesi, yüksek trafik yoğunluklu yollarda, tıkanıklık ve sıkışıklıklarda belirgin bir azalma sağlayarak, trafik seyir hızlarında önemli artışlara yol açmaktadır. Hızlardaki bu artış, onarımlara gereksinim göstermeyen ve kazı yapılma olanağı bulunmayan düzgün beton yol yüzeyi nedeniyle olmaktadır. Artan trafik akımı, hem zaman ve yakıt tasarrufunu, hem de boşa çalışan motorların yol açtığı kirlenmenin azalmasını ifade etmektedir.

Beton Yollar Hava Koşulları ve Yakıt, Yağ Dökülmesi vb. Etkilere Karşı Dirençlidir: Beton kaplamalı yollar, su geçirmez olduklarından, yağmur tarafından hasara uğratılmamakta ve ısı etkisiyle yumuşamamakta ve bozulmamaktadır. Ayrıca, beton kaplamalı yolun bağlayıcı maddesi çimento, bitümlü bağlayıcının aksine herhangi bir uçucu madde içermemekte, bu nedenle beton kaplamalı yol için gevrekleşme ve yaşlanma söz konusu olmamaktadır. Beton kaplamalar taşıtlardan yakıt, yağ gibi kimyasal maddelerin sızması nedeniyle bağlayıcılarını kaybetmemekte ve herhangi bir değişime uğramamaktadır. Beton kaplama, bu özellikleri nedeniyle, çoğu olumsuz koşul altında hasar görmemektedir.

Beton Yollar Çevre Dostudur: Bir beton kaplamalı yolun faydalı ömrü 35 - 40 yıl civarında bulunmaktadır. Beton yeniden yapıldığında, eski yüzey kırılarak, yeni yolda kullanılabilir. Çevre dostluğu açısından bakıldığında, beton kaplamalı yollar asfalt kaplamalı olanlara göre bir çok üstünlüklere sahip bulunmaktadır. Öncelikle, beton üretimi, tesislerde üretilen sıcak bitümlü karışım gibi atmosferi kirletmemektedir. Ayrıca, beton kaplamalara, termal güç tesislerinin kirletme yan ürünü olan ve betonun yoğunluğunu ve kimyasal reaksiyona direncini arttıran uçucu kül ilave edilebilmektedir. Bunun

yanı sıra, taşıtların beton yollar üzerinde daha hızlı seyretmeleri, taşıt emisyonlarından kaynaklanan kirlenmenin daha düşük düzeyde olmasını sağlamaktadır.

Beton Yollar Yerli Malzeme Kullanır: Beton kaplamalı yollarda, bol miktarda sağlanması mümkün olan kireç gibi, yerli malzemelerden üretilen çimento kullanılmaktadır. Oysa, asfalt kaplamalı yollar, ithal edilen ham petrolden elde edilen bitüme gereksinim göstermektedir.

Beton Yollar Daha Az Mevsimsel Hasara Uğrar: Betonun dayanıklılığının en fazla önem kazandığı mevsim ilkbahardır. Amerikan Devlet Karayolu ve Taşımacılık İdareleri Birliği (AASHTO) tarafından Kanada'da yapılan bir araştırmaya göre, asfalt kaplamaların % 61'i bahar koşullarında bozulurken, beton kaplamaların aynı koşullardaki bozulma oranı sadece % 5,5 olmaktadır [11].

Beton Yol Akaryakıt Tasarrufu Sağlar: Ağır araçlar esnek kaplamalarda rijit kaplamalara göre daha fazla deformasyona neden olurlar. Kaplamadaki bu deformasyon, taşıt enerjisinin bir kısmını emer. Ve şöyle bir hipotez ortaya çıkar: Esnek kaplamalarda sürüş için daha fazla enerjiye, bu nedenle daha fazla yakıt tüketimine ihtiyaç vardır. Bu farklılık ilk olarak Dr. John P. Zaniwski tarafından ortaya çıkarılmıştır. 1982 yılında Dünya Bankası ve Brezilya hükümeti için yapılan bir çalışma ile yol yapımındaki maliyetler incelenmiştir. Yakıt maliyetleri bunlardan biridir ve bu çalışmada beton kaplamalarda asfalt kaplamalara göre yaklaşık % 20 yakıt tasarrufuna ulaşıldığı belirtilmiştir [7].

Beton Yollar Gece Görüşünü Kolaylaştırır: Beton doğal olarak açık renklidir ve araçlardan veya sokak lambalarından gelen ışıkları, koyu asfalt kaplamalara göre daha az emerler. Böylece gece görüşü artar. Islak olduğu zaman bile tehlikeli far ışığı yansımalarına sebep olmaz. Bu olay trafik güvenliği açısından çok önemlidir [15].

Beton Yollar Uzun Ömürlüdür: Beton kaplamanın en önemli üstünlüğü uzun hizmet ömrü ve üstün dayanıklılığıdır. A.B.D' de yapılan bir araştırmada, beton yolların servis ömürleri en az 20-25 yıl civarında olurken kaliteli asfalt yollarda 6-14 yıl olmaktadır [8].

Taşıtın Yıpranması Geciktirir: 1985 yılında Dünya Bankası'nın değişik ülkelerde yaptığı ölçümler sonucunda, taşıtın yıpranması (bakım maliyetleri, yedek parça tüketimi, yağ tüketimi vb.) ve yolun boyuna geometrik düzgünlüğü ile ilgili bir parametre olan IRI (Uluslararası Pürüzlülük İndeksi) arasında önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Tekerlek lastiğinin aşınması üzerinde yapılan detaylı araştırmalar sonucunda, tekerlek lastiğinde meydana gelen aşınmanın, daha pürüzlü yol yüzeyinde, pürüzlülüğü az olan yol yüzeyine göre üç kat fazla olduğu gözlenmiştir. Bu gözlemler sonucunda yol yüzeyi mikrodokusunun tekerlek lastiğinin aşınmasında belirleyici bir rolü olduğu saptanmıştır [16].

4. BETON YOLLARIN DEZAVANTAJLARI

Açık rengi dolayısıyla güneşte göz kamaşmasına sebebiyet verir. Betona boya karıştırılıp renkli yol yapılarak bu sakıncaları giderilebilmektedir.

Derzler ve kaplama yüzeyinde hem drenaj ve hem de kaymaya karşı direnç sağlanması için oluşturulan ince kanallar (tinning) özenle yapılmazsa gürültü yapmakta ve sürüş konforunu azaltmaktadırlar [12].

5. BETON YOL YAPIM AŐAMALARI

Türkiye’de ve dünyada modernleşmenin simgelerinden birisi yollardır. Yolların stabilize köy yollarından Őose yollara, asfalt kaplamaları karayollarına ve otopanlara uzanan bir geçmişi vardır. Afyon’daki 2 kilometrelik ilk beton yol denemesi bu geçmişin son noktasıdır. Afyon Emirdağ arasındaki 2 kilometrelik deneme amaçlı beton yol inşaatı 28 Mayıs 2004 tarihinde başlamış ve 6 ay sürede tamamlanmıştır.

Temel tabakasının yapımından sonra mevcut yol yüzeyi Şekil 3.’de görüldüğü gibi basınçlı hava ile tozdan arındırılmaktadır. Finişer ilk geçiş için yolun bir kenarına yanaşarak, Şekil 4.’de görülmekte olduğu gibi algılayıcı kılavuz teli ayarlanmış ve bu sırada beton tesislerinde transmikserler yüklenmiştir.



Şekil 3. Yol yüzeyinin tozdan arındırılması



Şekil 4. Algılayıcı kılavuz telinin ayarlanması

Transmikserlerle gelen beton finişerin önüne Şekil 5.’de görüldüğü gibi boşaltılmış ve daha sonra işçiler ve finişerin önündeki helezon Őaft yardımı ile geçiş genişliğine beton yayılmıştır. Daha önce hazırlanan kayma demirlerinin bulunduğu sehpalar 5 m aralıklarla yol yüzeyine çakılmış ve dökülen betonun sehpaları yerinden oynatmamasına ayrı özen gösterilmektedir.



Şekil 5. Betonun, finişer önüne boşaltılması ve serilmesi



Gelen her beton üzerinde çökme ve hava miktarları deneyi yapılmaktadır. Uygun olmayan sonuçlar beton santraline telefonla bildirilerek beton karışımında gerekli düzeltmeler yapılması sağlanmalıdır. Ayrıca beton partisi bekletilerek veya yeni bir beton partisi ile karıştırılarak uygunsuz sonuçların iyileştirilmesine

alışmalıdır. Basınç kontrolü için de periyodik olarak örnek numuneler alınarak beton basınç kontrol edilmelidir.

Yavaşça ilerleyen finişer, üzerinden geçtiği taze betonu mekanik olarak sıkıştırmakta ve beton arkadan kalıplanmış olarak çıkmaktadır. Bu sırada betonun yüzeyi işçiler tarafından şekil 6.'da grldği gibi mala ve elik master ile dzlenmelidir.



şekil 6. Beton, finişerin arkasından kalıplanmış olarak çıkmadı ve yüzeyi işçiler tarafından düzlenmesi

Hemen sonra beton yüzeyinin fira ile enine pürüzlendirilmesi işlemine geçilmelidir ve bu işlem finişerin arkasından gelen pürüzlendirme birimi tarafından şekil 7.'de grldği gibi mekanik olarak gerçekleştirilmektedir. Przlendirmeden sonra beton yüzeyine, şekil 8.'de grldği gibi kr kimyasalı mekanik olarak püskürtülmüştür.



şekil 7. Beton yüzeyinin enine pürüzlendirilmesi şekil 8. Beton yüzeyine kr kimyasalının uygulanması

Bağlantı demirleri, plak yarı yüksekliğinde yarı boylarına kadar ve 100 cm aralıklarla taze betonun içine batırılmıştır. Derzlerin kesimi beton yeterince sertleştikten sonra, ancak 24 saat içinde gerçekleştirilmiştir. Enine derzler 5 metre aralıklarla alttaki kayma demir sehpalarının hizasından, kayma demirlerine dik olarak yaklaşık 9 cm derinliğe kadar kesilmiştir. Bu şekilde zayıf kesit oluşturulup çatlakların burada toplanması amaçlanmaktadır.

Afyonkarahisar-Emirdağ yol ayrımı 5+700 ile 7+700 km arası yapılan beton yolda, boyuna eğilme derzi ilk dökülen 7,5 m genişliğinde plağı ortalayarak kesilmiş. İlaveten, 7,5 ve 4,5 genişliklerde ayrı dökülen plaklar arasında ve bağlantı demirlerine dik olarak boyuna inşaat derzi oluşturulmuştur.

Daha sonra Şekil 9.'da örüldüğü gibi derz genişletme ve pah açma işlemlerine geçilmiş ve 1-2 mm olan derz kalınlığı özel testere ile 25 mm derinliğe, kadar 7-8 mm ye çıkarılmıştır. Daha sonra başka bir testere ile pah açılmış ve derz ağızları toplam 17 mm ye kadar genişletilmiştir.



Şekil 9. Derzlerin genişletilmesi ve pah açılması

6. SONUÇLAR

Yıllık 10 milyon ton çimento ve klinker üretimi ile Avrupa'nın en büyük, dünyanın ikinci büyük ihracatçısı olan ülkemizde 63 bin kilometrelik karayolu ağı üzerinde bugüne kadar petrol ürünleri kullanılmıştır. Halbuki ülkemizde bulunan milyonlarca ton çimento, agrega ve kum beton yol olarak değerlendirilebilir. Amerika'da 100, Avrupa'da 75 yıldır kullanılan beton yol teknolojisinin ülkemiz karayollarında kullanılması ile ülke ekonomisine büyük katkılar sağlanacaktır [9].

Karayollarının yapılmasında, ortam ve koşullara göre en uygun seçeneğin tercih edilerek, ülkemiz için en kazançlı ve verimli olan yol seçilmelidir. Bu doğrultuda, özellikle ağır taşıt trafiğinin yoğun olduğu, sık sık bakım-onarım yapılmak zorunda kalınan yollar kuşkusuz beton yolar için uygun bir başlangıç noktası olacağı düşünülmektedir. Beton yolların avantajları;

- Daha kısa duruş mesafesi olması,
- Tekerlek izi oluşumuna karşı dirençli olması,
- Her mevsimde ve her koşulda yapılabilir olması,
- Trafik seyir hızında artış sağlayabilir olması,
- Hava koşulları ve yakıt, yağ dökülmesi vb. etkilere karşı dirençli olması,
- Çevre dostu olması,
- Yerli malzeme kullanır olması,
- Daha az mevsimsel hasara uğrar olması,
- Akaryakıt tasarrufu sağlayabilir olması,
- Uzun ömürlü olması,
- Gece görüşünü kolaylaştırır olması

Ülkemizde karayolu ağı, günümüze kadar asfalt ve asfalt sathi kaplama şeklinde inşa edilmiştir. Halbuki Dünyada beton yol yapımına 100 yıl önce başlanmıştır ülkemizde de artık, beton yollara önem verilmesi gerekmekte olduğu düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Kozak M., 2010, “Beton Travers Üretiminde Agregası Türü (Bazalt-Kalker) ve Çelik Lifin Kullanılabilirliğinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar
2. Şimşek, O., Sancak, E., Yaprak, H., 2005, “Beton Yollarda Alternatif Bir Malzeme: Vakumlu Beton”, 4th International Advanced Technologies, ss 1132-1137, Konya
3. Umar, F., Ağar, E., 1991, “Yol Üstyapısı”, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
4. Erel, A., 1978, “Düşey Dinamik Dingil Yükleri Altındaki Demiryolu Yapısında, Taban Zeminlerinin Taşıma Gücüne Bağlı Olarak Minimum Balast Kalınlığının Hesaplanması”, Doktor Tezi, İstanbul 1978.
5. Ilıcalı, M., 1988, “Karayolu Üstyapısında Erdemir Cürufunun Kullanılabilirliğinin Araştırılması” Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
6. Ağar, E., Sütas, İ., Öztaş, G., 1998, “Beton Yollar”, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul
7. Türkiye Hazır Beton Birliği Beton Yollar Teknik Çalışma Grubu, 2003, “Beton Yollar”, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 247, 2003/5
8. Yeğinobalı, A., Başkoca, A., 2005 “Afyonkarahisar’daki Beton Yolun Hikayesi”, TÇMB/ARGE/Y05.01, Ankara
9. Topcu, İ. B., 2006, “Beton Teknolojisi”, Uğur Ofset A.Ş., Eskişehir
10. Çetin, O., 2009, “Beton Yollarda Yeni Teknolojiler Silindirle Sıkıştırılan Beton” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
11. İyınam, Ş., Ağar, E., 2004, “Karayollarında Hazır Beton” Türkiye Hazır Beton Birliği Beton 2004 Kongresi 10-12 Haziran, İstanbul
12. Macit, S., 2009, “Beton Yol İnşaatında Kendiliğinden Yerleşen Beton’un Kullanılması Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
13. Avcı, E., 2009, “Sıcak İklimli Bölgelerde Kullanılan Asfalt Betonunu Karışım Değişkenlerinin Kaplama Tabakası Performansına Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
14. Karpuz, O., 2008, “Beton Yol Karışımındaki İnce Agreganın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
15. Zülkadiroğlu, Ö., F., 2006, “C ve F Sınıfı Uçucu Kül Katkılı Betonların Yol Kaplama Betonunu Olarak Kullanılabilirlik İmkânlarının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
16. Ergün, M., Öztaş, G., “Beton Yolların Yüzey Özelliği ve Etkileri”, http://www.as-beton.com/pdf/beton_yollar.pdf 30.03.2011