

ŞEHİRİÇİ YOLLARDA UYGULANAN ASFALT KAPLAMALARA GENEL BAKIŞ

Altan ÇETİN Arş. Gör. Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi İnşaat Mühendisliği Böl. Eskişehir, Türkiye	Ahmet TUNCAN Prof. Dr. Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi İnşaat Mühendisliği Böl. Eskişehir, Türkiye	Mustafa TUNCAN Prof. Dr. Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi İnşaat Mühendisliği Böl. Eskişehir, Türkiye
---	--	--

ÖZET

Taşıt trafiğın yoğun olduğu ve sık sık kesintiye uğradığı kentiçi yollarda kaplama yapımına gereken özenin gösterilmesi gerekmektedir. Tasarımı ve yapımı gereğine uygun bir şekilde gerçekleştirilmeyen asfalt kaplamalarda çok kısa sürede bozulmalar olmaktadır. Trafiğın akışını ve yoldan beklenen güvenlik, hız ve konfor gibi servis özelliklerini büyük ölçüde azaltan bu bozulmaların ya tamiri yoluna gidilmekte ya da kısa bir servis ömrü sonunda yeni bir takviye tabakasına ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke açısından oldukça maliyetli olan asfalt kaplamaların ilk yapım safhasına gereken hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, asfalt kaplamaların performansını etkileyen bozulma tipleri ve son zamanlarda performansın iyileştirilmesine yönelik gelişmelerden bahsedilerek, yerel yönetimlerin bu konudaki gelişmeleri takip etmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Asfalt karışımların performansının iyileştirilmesine yönelik yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında yer alan modifikasyon konusuna değinilerek, lastik modifiye asfalt konusunda gerçekleştirilen laboratuvar ve uygulama çalışmaları verilmiştir. Lastik modifiyesinin ülkemiz koşullarındada uygulanabileceği ve en az diğer polimer katkıları kadar iyi sonuçlar elde edildiği vurgulanmıştır.

AMAÇ

Asfalt kaplamalarda meydana gelen gelişmelere değinerek, yerel yönetimlerin sorumluluğu altında bulunan yollarda uygulanan asfalt kaplamalar hakkında yapılan genel bir değerlendirme sonucunda, yapılması gerekenler hususunda bazı öneriler getirilerek belediyelerin dikkati çekilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, yapılan çalışmalar doğrultusunda asfalt karışımların lastikle modifiyesinin performans karakteristiklerine olumlu etkileri ve ülkemiz koşullarında uygulanabilirliği sunulmaya çalışılmıştır.

GİRİŞ

Türkiye'de uygulanmakta olan şehirlerarası yollar ve şehiriçi yollarda kaplama olarak kullanılan yoğun gradasyonlu asfalt betonu karışımlar, malzeme kalitesi ve seçimin hatalı oluşu, karışım tasarımının yetersiz oluşu ve yapım aşamalarındaki hatalar sebebiyle beklenen performans ömrünü gösterememektedir. Bunların yanısıra otomotiv sanayiinde meydana gelen gelişmeler sonucu geleneksel kaplamalar yeteri kadar ihtiyaca yanıt veremediğinden Avrupa ve A.B.D'de yeni arayışlar içerisine girilmiştir. Bu gelişmeler arasında mevcut kaplama karışımların özelliklerinin çeşitli katkı malzemeleri kullanılarak iyileştirilmesi, performans özelliklerini dikkate alındığı yeni tasarım yöntemlerinin geliştirilmesi ve geleneksel kaplama karışımlarının yanısıra agrega gradasyonunun değiştirildiği yeni kaplama tiplerinin uygulanmasını söyleyebiliriz.

Türkiye Cumhuriyeti Karayolları (TCK)'nın sorumluluğu altındaki yolların tasarımı ve yapımı safhalarında gerekli önem verilmeye çalışılmakta, hatta dünyadaki gelişmeler takip edilerek yeni kaplama teknolojilerinin ülkemizde de uygulanabilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Ne yazık ki belediyelerin kentiçi yollarda uyguladıkları asfalt kaplamalar için aynı hassasiyetin gösterildiğini söylemek mümkün değildir. Taşıt trafiğın yoğun olduğu ve sık sık kesintiye

uğradığından daha fazla trafik yüküne maruz kalan kentiçi yolların yapımına gereken özenin gösterilmesi gerekmektedir. Tasarımı ve yapımı gereğine uygun bir şekilde yapılmayan asfalt kaplama karışımları çok kısa sürede bozulmalar olmaktadır. Trafiğin akışını ve yoldan beklenen güvenlik, hız ve konfor gibi servis özelliklerini büyük ölçüde azaltan bu bozulmaların ya tamiri yoluna gidilmekte ya da kısa bir servis ömrü sonunda yeni bir takviye tabakasına ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ve ekonomik açıdan çok zor dönemlerin yaşandığı bir ülke açısından oldukça maliyetli olan kaplama karışımların ilk yapım safhasına gereken hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir.

Yapılan asfalt kaplamalarda başarı ölçüsü dökülen asfalt miktarı ile değil, kaplamanın bozulmaya uğramadan sağlayacağı hizmet ömrünün uzunluğu olmalıdır. Dolayısıyla ilk yapım maliyetinin en aza indirmekten ziyade, yatırım, işletme ve bakım maliyetleri birlikte gözönünde tutulmalıdır. Burada yerel yönetimlere büyük görevler düşmektedir. Bunlar arasında ilk sırada yol üstyapısı hususundaki gelişmeleri takip etmek ve asfalt kaplama karışımların tasarım ve uygulama esnasında şartnamelere uygunluğu ve kalite kontrolü ihmal edilmemelidir.

ASFALT BETONU KAPLAMALARDA MEYDANA GELEN BOZULMALAR

Asfalt betonu kaplamalardaki bozulmaları kalıcı deformasyonlar, çatlaklar ve ayrışma olarak üç ana grupta toplamak mümkündür. Bu bozulmaların genel nedenlerini ise temel, alt temel ve taban zemininin taşıma gücü yetersizliği, trafiğin bozucu etkileri, iklim koşulları ve asfalt betonunun özellikleri olarak sıralayabiliriz.

3.1. Kalıcı Deformasyonlar

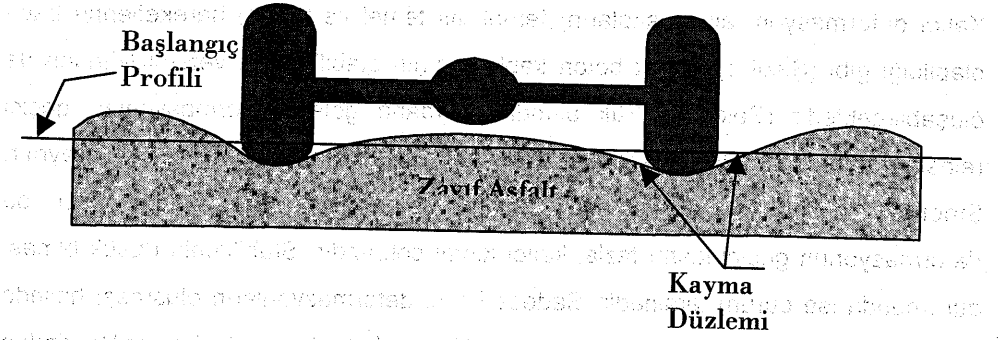
Karayollarımızda en sık görülen bozulmalardan biri olan kalıcı deformasyon, genel anlamda, kaplama yüzeyinin orjinal kotuna göre değişikliğe uğramasıdır.

Kalıcı deformasyon, alt tabakaların (temel, alt temel ve taban) hareketlerine bağlı olabildiği gibi (Şekil 1), asfalt beton kaplamasının stabilitesinin yetersizliğinden de oluşabilmektedir (Şekil 2). Yük altında meydana gelen deformasyonlar, geçici (elastik) deformasyonlar ve kalıcı (plastik) deformasyonlar olmak üzere ikiye ayrılır. Stabilité yüksek olduğu sürece toplam deformasyon az olduğu gibi bu deformasyonun geçici kısmı fazla, kalıcı kısmı çok azdır. Stabilitenin düşük olması durumunda ise durum tersinedir. Sadece kalıcı deformasyonların oluşması halinde ise stabiliteden söz edilemez. Yüksek sıcaklıklar asfaltın termoplastik özelliklerinden dolayı stabiliteyi düşürür. Yük tekrarı kalıcı deformasyonların artmasına neden olur. Yani, kalıcı deformasyonların sıcaklık etkisi ve yük tekrarı şekil değiştirmeye sebep olur (1).

Bu grubun en yaygın olarak görülen bozulma tipi olan **tekerlek izi oluşması**, asfalt betonu kaplamalarında en sık görülen, gerek teknik ve gerekse ekonomik açıdan çok önemli kabul edilen bozulma tipidir. Tekerek izi oluşması özellikle ülkemiz gibi problemli araziye sahip, trafiği ağır ve sıcak ülkelerde problem olmaktadır. Tekerek izleri, üstyapıyı oluşturan tabakaların hepsinde veya bir kısmında yada sadece bitümlü tabakalarda oluşan deformasyonların birikiminden meydana gelir (Şekiller 1 ve 2).



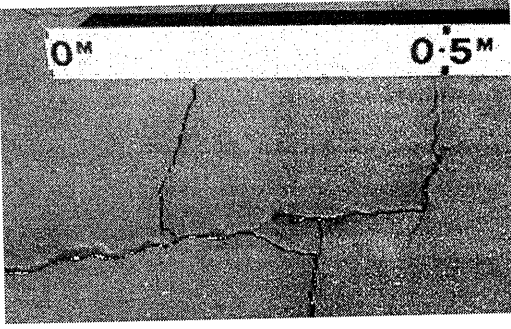
Şekil 1. Zayıf Taşıma Kapasiteli Taban Zeminine Bağlı Tekerek İzi Oluşumu



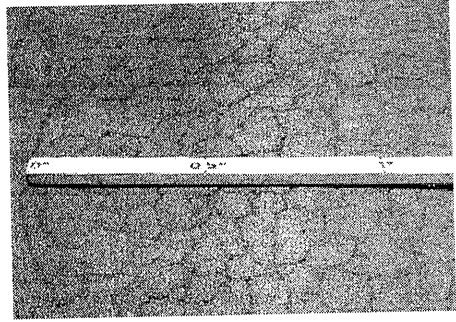
Şekil 2. Zayıf Bitümlü Tabakaya Bağlı Tekerlek İzi Oluşumu

3.2. Çatlamlar

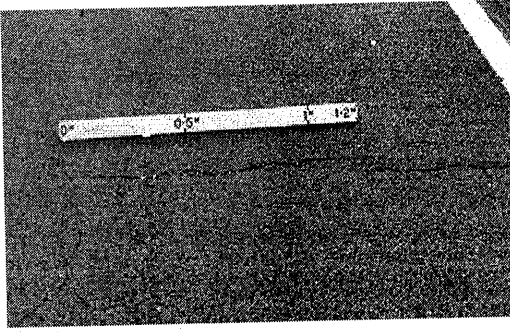
Esnek kaplamalarda en sık rastlanan ve kaplamanın performansını azaltan olumsuz etkilerden biriside çatlakların sebep olduğu bozulmalardır. Esnek kaplamalarda görülen başlıca çatlak türleri yorulma çatlakları ve termal çatlaklardır. Tekrarlı ağır trafik yüklerinin ve taşıtların ani hızlanma ve yavaşlamalarının sebep olduğu yorulma çatlakları, ilk olarak blok çatlaklar (Şekil 3) ve daha ileri safhasında da timsah sırtı çatlaklar (Şekil 4) olarak karşımıza çıkar. Termal çatlaklar ise, soğuk bölgelerde kaplamanın büzülmesi sebebiyle yolda enine olarak görülen çatlaklardır (Şekil 5). Diğer bir çatlak tipide, kaplama kenarından yaklaşık 30 cm içerde ve yol eksenine paralel olarak oluşan kenar çatlaklarıdır (Şekil 6). Genellikle banketlerin yeteri kadar yanıl destek sağlamadığı kesimlerde görülür. Kenar çatlakları, drenaj yetersizliği, don, üstyapı ile banket arasında büyük nem farkı bulunması (banketlerin aniden kuruması) nedeni ile de oluşabilir. Asfalt ve diğer malzemelerde meydana gelen çatlak oluşumunu üç safhadan oluşur. Birinci safhada, malzeme içerisinde mikro çatlaklar oluşur, ikinci safhada bu çatlakların bazıları yayılarak makro çatlaklar meydana getirir, son safhada ise makro çatlaklar yayılarak asfalt kaplamalarda kırılmalara sebep olur.



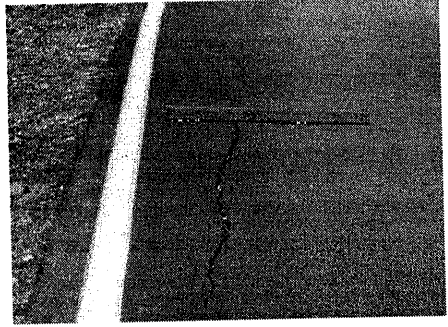
Şekil 3. Blok Çatlaklar



Şekil 4. Timsah Sırtı Çatlaklar



Şekil 5. Termal (Enine) Çatlaklar



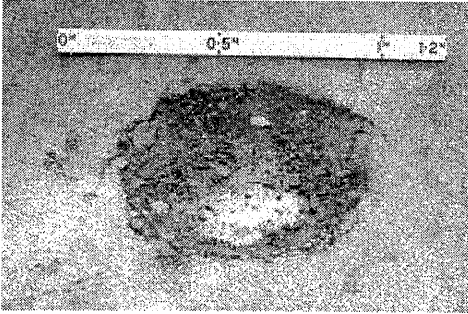
Şekil 6. Kenar Çatlakları

Yorulma çatlaklarının oluşum mekanizmasının anlaşılması kolay olmasına karşın oluşum sebepleri çok kolay anlaşılamamaktadır. Karışımı oluşturan malzeme özelliklerine, karışım özelliklerine, ağır trafiğin etkisine ve çevresel koşullara bağlıdır. Günümüzde, daha uzun ömürlü kaplamalar üretmek üzere performans esaslı tasarım yöntemleri kullanılmaktadır. Kaplamanın en önemli performans özelliklerinden biriside çatlakların oluşumuna sebep olan yorulma davranışı karakteristiklerinin belirlenmesi, yorulma ömrünün tahmin edilebileceği modellerin oluşturulmasıdır.

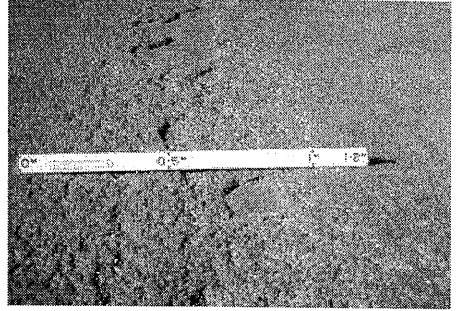
3.3. Ayrışmalar

Ayrışma, iklim ve trafiğin mekanik etkisi ile agrega tanelerinin kaplamadan koparak ayrılmasıdır. Bu olay asfalt betonu kaplamalı karayollarımızda çok sık görülen bir bozulmadır. Bu grup içerisinde yeralan bozulmalar arasında folluk tipi

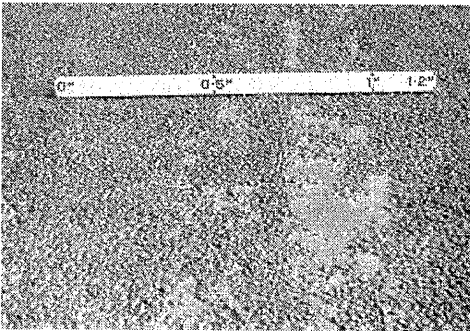
oyuklar, sklmeler, soyulma ve kusmayı sıralayabiliriz. *Folluk tipi oyuklar*, takriben 25-75 cm çapında dairesel, folluğu andıran oyuklardır (Şekil 7). Folluk tipi oyuklar kaliteli bağlayıcı ve karışım kullanılması, trafiğin gerektirdiği üst yapının inşası, drenaj, özenli yapım ve özellikle yeterli sıkıştırma ile nlenebilir. *Sklmeler*, yüzeyden alta doğru ya da kenardan içe doğru agregaların zamanla yüzeyden koparak ayrılmasıdır (Şekil 8). *Soyulma*; agrega tanelerini saran ince asfalt filminin su, kil ve trafiğin mekanik etkisi ile agregadan ayrılması ve dolayısıyla agrega tanelerinin çıplak kalması durumudur (Şekil 9). Bu sebeple soyulma olayı diğer bozulma tiplerinin meydana gelmesine zemin hazırlar. *Kusma*; karışım içindeki asfaltın sıcaklık etkisi ile yükselerek yüzeye çıkması ve yüzeyde oldukça kalın bir asfalt filmi oluşturması durumudur (Şekil 10). Kusma sonucu yüzeydeki agregalar tamamen asfalt filmi ile kaplandığından sürtünme katsayısı düşmektedir (1).



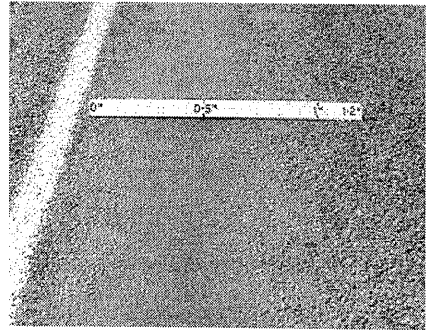
Şekil 7. Folluk Tipi Oyuk



Şekil 8. Sklme



Şekil 9. Soyulma



Şekil 10. Kusma

4. ASFALT KAPLAMA KARIŞIMLARDA MEYDANA GELEN GELİŞMELER

Günümüzde, teknolojik gelişmeler sonucunda otomotiv sanayiinin de gelişimiyle karayolu kaplamalarından beklenen performans özelliklerin yanında, yolun güvenli ve konforlu bir yolculuk imkanı tanıyan yüzey özelliklerine sahip olması istenilmektedir. Karayollarına olan talebin hızla artışı ve trafik yüklerinin ağırlaşması sebebiyle saf bitüm ve yoğun gradasyonlu klasik asfalt betonunun ihtiyaca cevap veremediği ve beklenen performansı gösteremediği belirlenmiştir. Bu yetersizlik, esnek üstyapılarda yukarıda anlatılan bozulmaların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu durum karşısında A.B.D ve Avrupa'da bir taraftan agrega gradasyonları ile bitüm şartnamelerinin değiştirilmesi ve yeni karışım dizayn yöntemlerinin geliştirilmesi yoluna gidilirken diğer taraftan bitüme bazı polimer katkıların eklenmesi ile üstün özellikler kazandırılabilmiştir (2). Avrupa ve A.B.D' de gerek performans gerekse yüzey özellikleri daha iyi düzeyde olan kaplama tiplerinin geliştirilmesine çalışılmakta ve bunların uygulamasına geçilmektedir. Bu kaplama türleri arasında Avrupa'da en yaygın olarak uygulama alanı bulan Stone Mastic Asfalt (SMA) ve Geçirimli Asfalt kaplamalardır.

4.1. Stone Mastic Asfalt (SMA)

SMA, başlangıç olarak farklı bir geçmişe sahip bir Alman teknolojisidir. Klasik asfalt betonu prensiplerine göre tasarlanan kaplamalar, karışım içerisindeki ince malzeme yüzdesine bağlı olarak azalan içsel sürtünme sebebiyle ağır yük trafiğine karşı yeterli direnci gösterememiştir. Almanya'da ilk olarak 30 yıl önce kullanılan SMA, 1984 yılında Alman mühendislik standartlarının bir parçası oldu. Bu tarihten beri SMA ve varyasyonlarının Avrupa ve dünyadaki uygulamaları artmıştır. Bu karışımların en önemli özelliği mineral agregaların tane boyutu dağılımıdır. Asfalt betonuna nazaran daha yüksek bitümlü bağlayıcı içeren SMA'da agrega karışımının spesifik yüzeyinin daha az olması nedeniyle üretim, depolama, taşıma ve sermede bağlayıcının karışım içerisinde drenaj olmasını önlemek amacıyla karışıma stabilize edici katkıların ilavesi gerekmektedir. Selüloz fiber ile başarılı karışımlar elde edilmiştir. Fiber katkıların yanı sıra polimer modifiye bitümlerde kullanılmaktadır.

SMA, tekerlek izi oluşumuna karşı direncinin yanısıra yüksek bağlayıcı nedeniyle durabil ve yorulma çatlaklarına karşı da dirençli bir karışım tipidir. Bunun yanında, agrega gradasyonu nedeniyle daha iyi bir düzeyde yüzey pürüzlülüğü sağlamakta ve yoldan beklenen güvenlik ve seyir gürültüsü gibi başlıca yüzey özelliklerini iyileştirmeleridir. Karayolları Genel Müdürlüğü SMA kaplamalar üzerindeki çalışmalarını gerek laboratuvar ve gerekse uygulama alanında sürdürmektedir (3).

4.2. Geçirimli Asfalt Kaplamalar

Geçirimli asfalt yada mısır patlağı asfalt olarak bilinen bu kaplama karışımı ince malzemesi çok az olan tek boyutlu agrega ile yüksek oranda bağlayıcıdan oluşmaktadır. Üretimi ve serimi esnasında bitümlü bağlayıcının karışım içerisinden drene olmasını engellemek için ilave katkılar gerektirir. Düşük oranda ince malzeme içerdiğinden agregalar arası bağlantı sadece bağlayıcı ile elde edilir. Böylece taneler arası yük transveri sağlanmış olur. Geçirimli asfaltta bağlayıcı seçimi oldukça önemlidir. Bu karışımlarda polimer modifiye bağlayıcıların iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda ıskarta lastiklerin bu karışımlar içerisinde katkı malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir. Geçirimli kaplamalar maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen, trafik gürültüsünü azaltması, ıslak yol yüzeyi üzerinde sebest su kalmadığından trafik güvenliğini önemli ölçüde artırması, serim sıcaklığını düşürmesi ve taneler arasında doğrudan temas sağladığından stabiliteyi yükseltmesi gibi bir çok avantajlara sahiptir. Bu kaplama tipi aşırı yağış alan bölgelerde uygulanabilir (3).

4.3. Modifiye Bitüm ve Karışım Modifikasyonu

Agrega gradasyonu farklı yeni kaplama tipleri ve performans esaslı karışım tasarım yöntemlerinin gelişimi beraberinde bitümün karakteristiklerinin iyileştirilmesi yönündeki araştırması konusunda da yoğunlaşmıştır. Bitüm viskoelastik bir malzeme oluşunun yanısıra termoplastik bir malzemedir. Bitümün viskoelastik ve

termoplastik özellikleri karışımada yansır. Bitüm termoplastik özelliklerinden dolayı yüksek sıcaklıklarda deformasyonların oluşmasına sebep olan düşük mukavemet, düşük sıcaklıklarda ise çatlamalara yol açan yüksek mukavemete sahiptir.

Kaplama karışımların performansında önemli bir rolü bulunan bitümün artan trafik yükleri ve iklim koşulları karşısında yetersiz kalması sebebiyle bitüm bazı ilave katkılarla özelliklerinin iyileştirilmesi yönünde araştırmalar yapılmaktadır. Bitüm modifikasyonunda en yaygın olarak kullanılan katkılar polimer ve kopolimerlerdir. Bu katkıların bitümlerin reolojik davranışlarını etkileyerek bitümün özelliklerini iyileştirmektedirler. Polimer modifiye bitümler çatlak oluşumunun önlenmesinde, karışım rijitliğinin artırılarak tekerlek izlerinin azaltılmasında, yorulmaya karşı direncin artırılmasında, agrega ile adezyonun artırılmasında yüzey ömrünün uzatılmasında ve kaplama geçirimsizliğinin sağlanması amacıyla kullanılmaktadır. Bitüm modifikasyonunda yaygın olarak kullanılan polimer katkıları arasında SBS Blok Kopolimeri, Eva Kopolimeri, Polietilen, SBR, Latex (Tabii Kauçuk), Neopren (Kauçuk), Iskarta Lastik Kırıntısı (Vulkanize kauçuk) Epoksi reçineleri yer almaktadır. Bitümüm bu katkılar ile modifikasyonu için önemli bir tesis gerektirmektedir. Dolayısıyla tesisten çıkışta, saf bitüme göre yaklaşık iki kat pahalı olan modifiye bitüm ancak özel amaçlar için kullanılabilir. Özellikle geçirimli asfatta, yüksek deformasyona maruz kalan kaplama kesimlerinde, taşıtların sık sık fren yapmak zorunda olduğu kesimlerde (rampalar, kavşaklar v.b.) kullanılmaktadır (2).

Bitümün modifikasyonunda özel bir tesise ihtiyaç duyulduğundan maliyet oldukça yükselmektedir. Bu sebeple karışımların plente modifiye edilmesini sağlayacak katkıların arayışı içerisinde girilmiştir. Bu katkılar arasında kullanılmış taşıt lastiklerinden elde edilen lastik parçalarını söylemek mümkündür.

4.4. Lastik Modifiye Asfalt Kaplamalar

Özellikle A.B.D'de kullanılmış taşıt lastiklerin oluşturacağı kirliliğide önlemek amacıyla lastik modifiye konusunda gerek bilimsel alanda gerekse uygulama

alanında geniş çapta araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırma sonuçları, lastik kırıntılılarıyla modifiye edilen asfalt karışımların performans özelliklerini iyileştirdiğini göstermektedir.

Granüle lastikler 1950 yıllarından bu yana asfalt kaplama karışımların içerisine çeşitli yöntemlerle ilave edilmektedir. En çok kullanılan metot lastiğın asfalt imentosu içerisinde polimer katkılı olarak kullanıldığı ıslak yöntem denilen metottur. Bu yöntem kaplamaların performansını arttırmasını rağmen, bağlayıcı maliyetini iki katına çıkarması bu yöntemin ekonomik açıdan seçilmesini zorlaştırmaktadır. ıslak metotta etkili bir zaman ve ısıda polimer asfalt imentosu içerisindeki lastik yavaşça depolimerize olmaktadır. ıslak metodun kullanılmasında bağlayıcı ve lastik arasındaki yüksek etkileşimi sağlayarak lastik parçaların depolimerizasyonunun hızlandırılması arzu edilir. İkinci metot olan kuru metotta ise bağlayıcı ve lastik arasında bazı reaksiyonlar oluşmasına rağmen, bu yöntemin asıl amacı asfalt-agrega yapısında katı elastomerik bir içerik oluştırmaktır. Böylelikle trafik yükleri altında deformasyonun daha fazla miktarda geri dönmesinin sağlanması düşünülür. Bu yöntem kullanıldığında lastikle durağan ve uzun süreli reaksiyon önemlidir (4).

Avustralyalı araştırmacılar lastik modifiyeli asfalt karışımların tekerlek izi oluşumuna karşı direncinin geleneksel asfalt karışımların oldukça iyi olduğu, polimer modifiye karışımları gibi olduğunu belirtmektedirler. Tekerlek izi performansı kuru ve ıslak karışım yöntemlerinde benzer sonuçlar verirken kuru yöntemle hazırlanan karışımların yorulma ömrü ıslak yöntemle hazırlanan karışımların 3 katıdır (5).

Corcoran et al. alışmalarında, laboratuvarında Kiriş Eğilme Yorulma Deneyi dataları değerlendirdi. Sonuçlar başlangıç durumu için verilen yorulma hasarı açık gradasyonlu asfalt-lastik sıcak karışımların yorulma ömrünün yoğun gradasyonlu geleneksel sıcak karışımlara göre önemli ölçüde uzun olduğunu göstermiştir (6).

Lastikli asfalt karışımların kalıcı deformasyon direncinin değerlendirilmesinde Superpave Sabit Yükseklikli Tekrarlı Basit Kesme Deneyi kullanılarak performans testi yapılmaktadır. Lastikli asfalt karışımların tekrarlı yükler altındaki yorulma çatlaklarına karşı direncini belirlemek için 6 adet dikdörtgen kiriş numunesi farklı microstrain seviyelerinde Tekrarlı Kiriş Eğilme Deneyine tabi tutulmaktadır.

Sonuçlardan, yeni bir kaplama tasarımı olarak seçilen karışımların kabul edilebilir bir tekerlek izi derinliği ve yorulma direnci sergilediği açıkça belirlenmiştir. Lastik modifiye asfalt betonunun maksimum tekerlek izi derinli kriteri 1,27 cm.; yorulma performansı belirlemek için 4 noktalı tekrarlı kırıe eğilme testi kullanılarak yapılan ölçümler oldukça tutarlıdır. Kırılma için yaklaşık tekrar sayısı 600 microstrain eğilme için 26000'dir (7).

Lin et al. yaptıkları çalışmada asfalt-lastik karışımların yüksek kırılma tokluğuna ve asfalt betonundan daha büyük çatlama direncine sahip olduğunu göstermiştir. Asfalt-lastik karışımları sıcaklığa karşı daha az hassastır. Bağlayıcı miktarı arttıkça hem asfalt betonu hem de asfalt-lastik karışımların tokluk değerleri artmıştır (8).

Asfalt betonu ve lastik modifiye asfalt betonu üzerinde 20 °C, 25 °C ve 30 °C sıcaklıklarda ve sabit şekil değıştirme modunda Eğilmeli Kırıe Yorulma testlerinin yürütüldüğü çalışmada lastik modifiye asfalt betonu karışımların yorulma ömrünün katkısız asfalt betonu kaplamalara nazaran önemli derecede yüksek olduğu belirlendi (9).

5. LASTİK MODİFİYE ASFALT KARIŞIMLAR ÜZERİNE GERÇEKLEŞTİRİLEN LABORATUAR ÇALIŞMASI VE ARAZİ UYGULAMASI

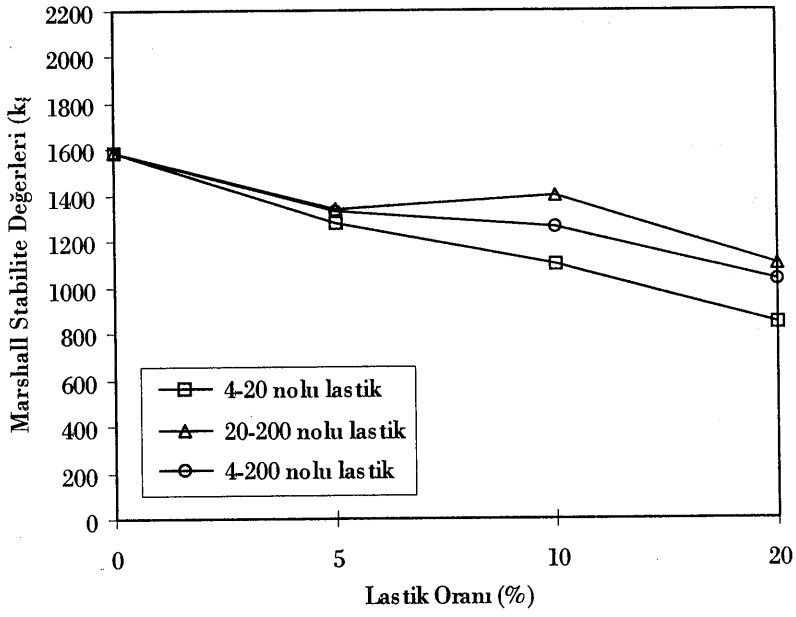
Çalışmanın ilk bölümünü kullanılmış otomobil lastiğı parçalarının boyutu ve miktarının sıcak karışım asfalt kaplaması üzerindeki mekanik etkilerin araştırıldığı laboratuvar çalışması oluşturmaktadır. Çalışmada, tek tip kırmataş agrega ve 75-100 penetrasyonlu asfalt çimentosu kullanılmıştır. Malzeme seçiminde ve kaplama tasarımında TCK Yollar Fenni Şartnamesinde belirtilen standartlar dikkate alınmıştır. Kaplama karışımları içine ilave edilen lastik parçaların boyutunun yaptığı etkinin belirlenmesi için 4-20, 20-200 ve 4-200 nolu elekler arasında kalan üç tip lastik boyutu üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca karışım özelliklerinin lastik miktarıyla değışimini belirlemek için asfalt çimentosunun toplam ağırlığının %5, %10 ve %20

oranlarında lastik ilavesi yapılmıştır. Hazırlanan kaplama numuneleri üzerinde Marshall stabilitesi, dolaylı çekme, serbest basınç ve su hasarı deneyleri yapılmıştır. Bu çalışma ışında en iyi sonucun elde edildiği 4-200 nolu elekler arasında lastik boyutu ve %10 oranında Eskişehir-Kütahya karayolu güzergahında deneme amaçlı uygulanmıştır.

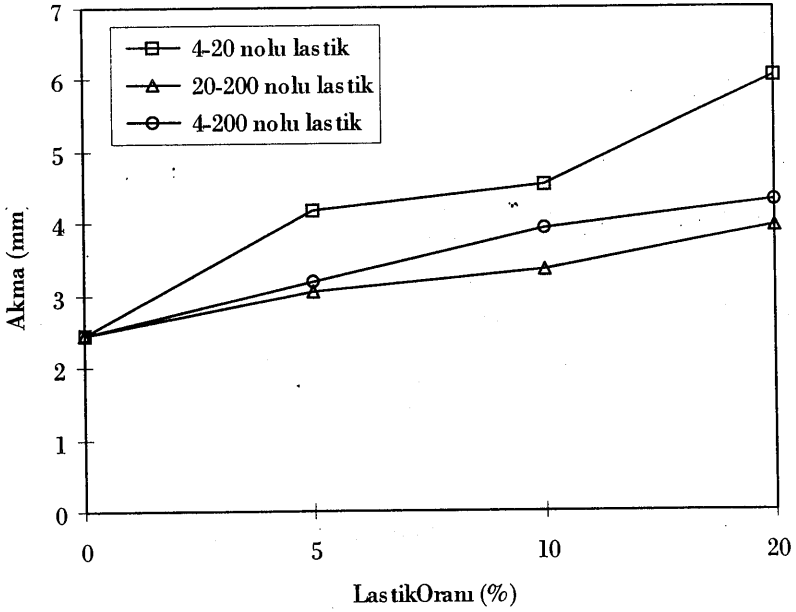
5.1. Laboratuvar Deney Sonuçları

5.1.1. Lastik İlavesinin Marshall Stabilitesi ve Akmaya Etkisi

Bu çalışmada, 4-20, 20-200, 4-200 nolu elekler arasında kalan lastik parçaları, karışıma bitüm miktarının %5'i, %10'u ve %20'si olarak ilave edilmiştir. Lastik miktarının artışı ile stabilite ve akma özelliklerindeki değişimler sırasıyla Şekil 11 ve Şekil 12'de verilmiştir. İlave edilen lastik miktarı arttıkça Marshall stabilitesi azalmakta, akma ise artmaktadır. Fakat, 20-200 boyutundaki lastiğin %10 ilavesinde %5'e göre az bir artış görülmüştür. 4-20 boyutundaki lastik parçalarının %20 ilavesi haricindeki tüm stabilite değerleri, stabilite limit değeri olan 900 kg'ın üzerindedir. Akma değerleri 4-20 boyutundaki lastiğin %20 ilavesinde maksimum, 20-200 boyutundaki lastiğin %5 ilavesinde ise minimum değeri almıştır. Aşınma tabakası için akma miktarının genellikle 2 mm ile 4 mm arasında olması istenmektedir. Dolayısıyla, 20-200 ve 4-200 boyutlarında lastik parçalarını içeren karışımların akma değerleri sınırlar içinde kalmaktadır. Fakat, 4-20 boyutunda lastik ilaveli karışımlar sınırların üzerinde olup olumsuz sonuç vermiştir. Lastik miktarı %10'u geçen numunelerde stabilite önemli miktarda azalmaktadır.



Şekil 11. Marshall Stabilitesinin Lastik Oranı ile Değişimi

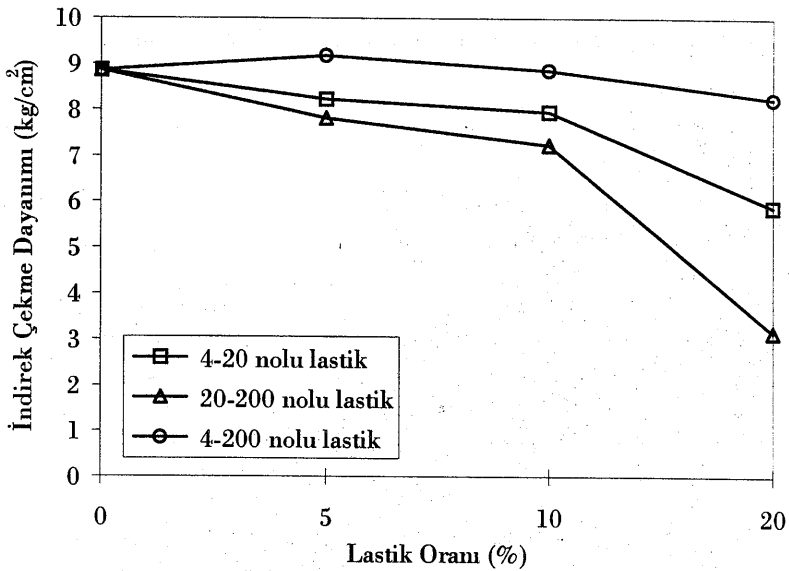


Şekil 12. Akmanın Lastik Oranı ile Değişimi

5.1.2. Dolaylı Çekme Deneyi Sonuçları

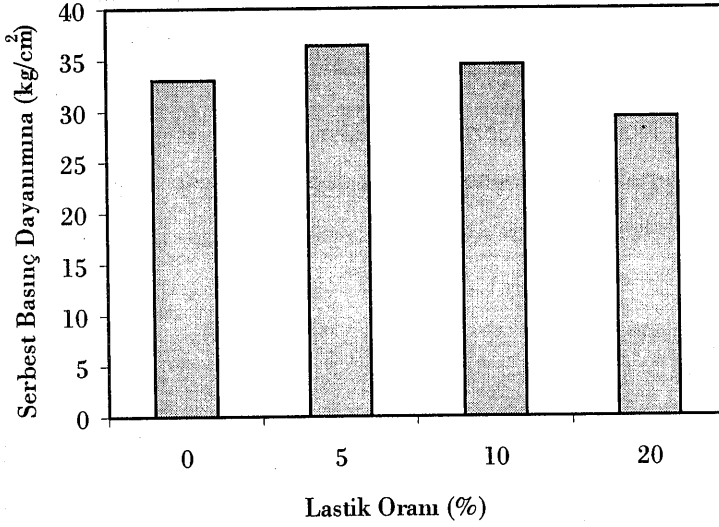
Bu çalışmada, 4-20, 20-200, 4-200 nolu elekler arasında kalan lastik parçaları, karışıma bitüm miktarının %5'i, %10'u ve %20'si olarak ilave edilmiştir. Dolaylı çekme dayanımının lastik oranının artışı ile değişimi Şekil 13'te verilmiştir.

Genel olarak lastik miktarının artması dolaylı çekme dayanımını azaltmaktadır. 4-200 boyutunda ve %20 lastik ilavesindeki karışımlarda %7'lik bir azalma olmuştur. En büyük azalma ise, %36 ile 20-200 boyutunda lastik ilavesinde görülmektedir. Bunun sebebi ise, 20-200 arası boyutun ince lastik malzeme içermesidir. Karışım içinde kaba taneli lastik bulunması çekme dayanımını olumlu yönde etkilemektedir. 4-200 nolu elekler arasındaki malzemenin kaba taneli lastik parçaları içermesinin dolaylı çekme dayanımını arttırdığı gözlenmiştir.



Şekil 13. Dolaylı Çekme Dayanımının Lastik Oranı ile Değişimi

5.1.3. Serbest Basınç Dayanımına Etkisi



Şekil 14. Serbest Basınç Gerilmesinin Lastik Miktarı ile Değişimi

Bu bölümde, 4-200 nolu elekler arasında kalan lastik parçaları, bitüm miktarının %5'i, %10'u ve %20'si olarak karışıma ilave edilmiştir. Şekil 14'da görüldüğü gibi, %5 ve % 10 lastik ilaveli numunelerin lastiksiz numunelere göre basınç dayanımları sırasıyla %10 ve %5 oranında artmıştır. %20 lastik ilaveli numunelerde ise %11 oranında azalmıştır.

Arazi Uygulaması

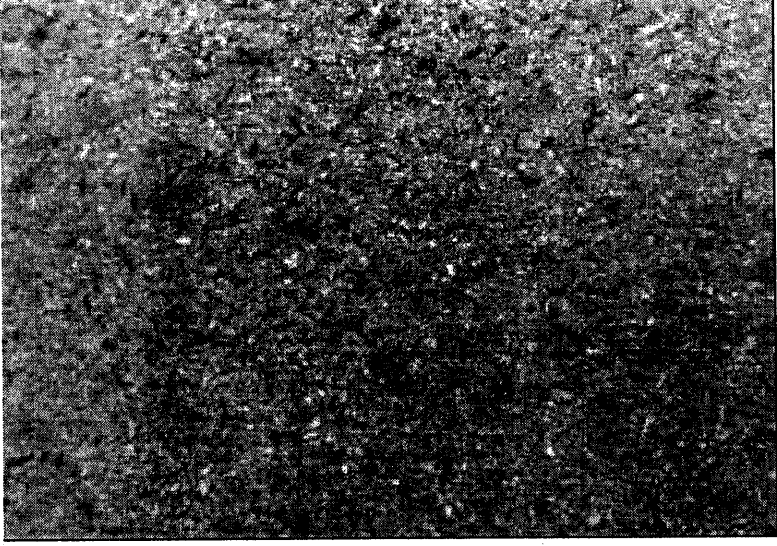
Üniversitelerimizde yapılan bilimsel çalışmaların en büyük eksikliği uygulamaya geçirilememesi, sadece teoride kalmasıdır. Bu sebeple, laboratuvar sonuçlarından elde edilen en iyi oranlardaki karışım 2000 yılının Mayıs ayında Eskişehir-Kütahya karayolu güzergahında uygulanmıştır (Şekil 15). Deney sonuçlarından alınan optimum değerler dikkate alınarak, uygulama çalışmasında kullanılan karışımın modifiyesinde 4-200 nolu elekler arasında kalan ve bitüm miktarının %10'u oranında lastik parçaları kullanılmıştır. Bitüm modifiyesine imkan

tanıyacak tesis mevcut olmadığı için modifikasyon işlemi plentte gerçekleştirilmiştir. Eskişehir-Kütahya karayolunun asfalt betonu aşınma tabakasında uygulanan bu karışımın serilme ve sıkıştırılma esnasında herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır. Deneme amacıyla gerçekleştirilen bu uygulama belirli periyodlarda gözlemlenmiş ve gözlemler halen devam etmektedir. Hizmet ömrü boyunca kaplamanın performansındaki olası değişimler tespit edilerek, geleneksel asfalt betonu karışımlarla karşılaştırılacaktır.



Şekil 15. Deneme Yolu

Deneme yolunun yapım tarihinden itibaren yaklaşık 1.5 yıl geçmesine rağmen yapılan incelemelerde yol yüzeyinde herhangi bir bozulmaya rastlanmamıştır. Yuvarlanma gürültüsünü ve sürtünme katsayısını artırarak daha güvenli ve konforlu bir seyir imkanı tanıyan yol yüzeyindeki lastik kırıntıları göze çarpmaktadır (Şekil 16). Bu yol kesiminin servis ömrü boyunca tekerlek izi ve çatlaklara karşı daha iyi bir performans sergileyeceği beklenilmektedir.



Şekil 16. Lastik Modifiyeli,Asfalt Kaplama Yüzeyi

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Lastik miktarı arttıkça marshall stabilitesi azalmakta, akma ise artmaktadır. 4-20 boyutundaki lastik parçalarının %20 ilavesi haricinde tüm stabilite değerleri limit stabilite değeri üzerinde kalmıştır. Lastik miktarı %10'u geçen numunelerde stabilite önemli ölçüde azalmaktadır. 20-200 ve 4-200 boyutlarında lastik parçaları içeren karışımların akma değerleri sınırlar içinde kalmaktadır. Fakat, 4-20 boyutunda lastik ilaveli karışımlar sınırların üzerinde olup, olumsuz sonuç vermiştir. 4-200 boyutundaki lastiklerin %10 ilavesi ile hazırlanan karışımların dolaylı çekme dayanımları en iyi sonucu vermiştir. 20-200 lastik boyutunda ise en büyük azalma görülmüştür. Dolayısıyla, ince taneli lastik parçaları dolaylı çekme dayanımını azaltmaktadır. %5 ve %10 lastik içeren numunelerin dolaylı çekme dayanımları lastiksiz hazırlanan numunelere yakın çıkmıştır.

Termoplastik bir malzeme olan asfalt sıcaklık değişimlerinden etkilenmekte ve yollarda meydana getireceği deformasyonları önlemek için bitümün modifikasyonu

hususlu teknik ve ekonomik yönden irdelenmelidir. Özellikle yollarada meydana gelen tekerlek izi ve çatlaklara karşı daha iyi bir performans sergileyeceği beklenen lastik modifikasyonu üzerinde önemle durulmalıdır.

Asfalt kaplama karışımların performans özelliklerinin iyileştirilmesi yönündeki gelişmeleri takip etmeli, karışım tasarımıdaki yeni teknolojileri uygulamaya çalışmalıdır.

Kaplama tipinin seçiminde, yollardan beklenen güvenlik, konfor, gürültü, ve taşıt işletme masrafları gibi diğer etkileride değerlendirmeli ve yolun ilk yapım maliyetinin azaltılması için bu etkenler göz ardı edilmemelidir.

Asfalt kaplama karışımlarını gerek sahip oldukları asfalt plantinde üreten gerekse özel firmalardan temin eden yerel yönetimler, asfalt karışımların şartnamelere uygunluğunu ve kalite kontrolünü ihmal edilmemelidir. Bunun için kendi bünyesinde hem tasarımı yapabilecek hem de yapım kalitesini kontrol edebilecek yol üstyapı laboratuvarının kurulmasına çalışmalıdır. Bu gerçekleştirilemiyorsa karayolları bölge müdürlükleri ve niversiteler ile temasa geçilerek gerekli yardımlar alınmalıdır.

TEŐEKKÜR

Bu alışmada, "Karayolları Genel Müdürlüğü", laboratuvarlarından yararlandığımız "Anadolu Üniversitesi, Bilecik Meslek Yüksekokulu Müdürlüğüne" ve lastik, bitüm ve agrega temininde yardımlarından dolayı sırasıyla, "Sayın Lastiğe", "Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Asfalt şantiyesine", ve "Etaş A.ř.'ne" teőekkür ederiz. Ayrıca lastik modifiye asfalt karışımların uygulanmasında yardımlarını bizlerden esirgemeyen Ilgazlar A.ř'de teőekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. UMAR, F., AĞAR, E., Yol Üstyapısı, I.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1985, 339 sayfa.
2. Uluçaylı, M., "Modifiye Bitüm ve Modifikasyon Katkılarının Kullanımı," 2. Ulusal Asfalt Sempozyumu, YTMK, Ankara, Aralık 1998, s. 15-29.
3. Schüler, D., "Avrupa Asfalt Endüstrisine Genel Bakış ve Almanya'da Asfalt," 3. Ulusal Asfalt Sempozyumu, YTMK, Ankara, Kasım 2000.
4. Blow, C. M., Rubber Technology and Manufacturing. Institution of the Rubber Industry, Butterworths, London, 1971.
5. Oliver, J.W., "Rutting And Fatigue Properties of Crumbed Rubber Hot Mix Asphalts," International J. of Road Materials and Pavement Design, Vol.1, 2000, pp. 209-225.
6. Corcoran, J., Raad, L., Saboundjian, S., "Remaining Fatigue Life Analysis: Comparison Between Dense-Graded Conventional Asphalt Concrete And Gap-Graded Asphalt-Rubber Hot Mix," Transportation Research Record, 1388, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1993, pp 97-107.
7. Bahia, H., U., Perdomo, D., Schwartz, R., Takallou, H., B., "Use of Superpave Technology For Design and Construction of Rubberized Asphalt Mixtures," Transportation Research Record, 1583, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1997, pp 71-81.
8. Lin, H., M., Mamlouk, M., S., Mobasher, B., "Evaluation Of Crack Propagation Properties Of Asphalt Mixtures," Journal of Transportation Engineering, Vol. 123, 1997, pp 405-413.
9. Hoque, M.E., Hossain, M., Kaldate, R., and Swartz, S.E., A Study of Flexural Fatigue Behavior of Asphalt-Rubber Mixes, Final Report, Kansas Dept. of Transportation, Manhattan, USA, 1997, 66 p.

GENERAL OVERVIEW OF ASPHALT PAVEMENT APPLICATION IN THE CITY ROAD

ABSTRACT

It can be given more attention for the desing of city roads especially under heavy traffic. If the construction and desing of city roads are not suitable there should be distortion. These distortions reduce the speed, safety and confor of the vehicle. Therefore, the road can be either repaired or new layer constructed. It can be paid more attention for the construction of asphalt roads in the Turkey as a developing country. In this study, types of distortion of asphalt paving (pavement) system and improvement techniques are given. It can also emphase that municipals can given more attention for the construction of city roads. Modification materials of asphalt is also given. One of them is crumb rubber. Crumb rubber modified asphalt pavement is as good as polimer modified ashalt. The laboratory results of crumb rubber modified asphalt is also given. Crumb rubber modified asphalt was applied on the highway construction between the cities of Eskişehir and Kütahya and result are discussed .

