



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0241

Bekir Aktaş¹

Mustafa Karaşahin²

Ercan Akkoç³

Cahit Gürer⁴ Volkan Emre Uz⁵

Suleyman Demirel University¹⁻⁵

Isparta Municipality²

Afyon Kocatepe University³

Istanbul University⁴

bekiraktas@sdu.edu.tr

Isparta-Turkey

ENGINEERING SCIENCES

Received: May 2011

Accepted: October 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

SHINGLE ATIKLARININ ASFALT BETONU KAPLAMALAR İÇERİSİNDE KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) numunelerinin içerisine çeşitli oranlarda atık shingle parçacıkları ilave edilerek, Stabilite ve Akma dayanımları incelenmiştir. Öncelikle aşınma tabakası için optimum bitüm miktarı Marshall metodu ile bulunmuş ve daha sonra optimum bitüm içeriğinde hazırlanan asfalt betonu numunelerine %1, 2, 3 ve %5 oranlarında atık shingle parçacıkları ilave edilmiştir. Bunun yanında shingle ilave edilmemiş asfalt betonu numuneler de teste tabii tutulmuş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Test sonuçları atık shingle ilave edilmiş BSK numunelerinin stabilite ve akma yönünden Karayolları Teknik Şartnamesindeki limitler içerisinde kaldığını ve BSK karışımlarda kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık Shingle, Asfalt Betonu, Stabilite, Akma, Çevre Kirliliği

INVESTIGATION OF USING WASTE ROOFING SHINGLE IN HMA

ABSTRACT

In this study, waste shingle scraps were used in Hot Mix Asphalt (HMA) samples, stability and flow resistance of HMA samples were investigated. Initially, optimum bitumen content of wearing course was determined by Marshall stability test method and then waste shingle scraps, 1%, 2%, 3%, and 5% in terms of total aggregate weight, were added to HMA samples at the predefined optimum binder content. Besides, control samples were performed and compared with the waste shingle added samples. Test results show that waste shingles can be used in HMA as an additive in accordance with Turkey General Directorate of Highways (TCK) specification limits.

Keywords: Waste Shingles, Asphalt Concrete, Stability, Flow, Pollution

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünya nüfusu sürekli artış göstermektedir. Buna paralel olarak tüketim de artmakta ve kısıtlı miktarda olan hammadde kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Dolayısıyla mevcut kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılması ve kullanılan malzemelerin yeniden ekonomiye kazandırılması önemli bir araştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kaynakların sınırlı olduğu, tüketimin hızla arttığı dünyamızda geri dönüşüm (recycle) yapmak neredeyse zorunlu hale gelmiştir. Genel olarak cam, alüminyum, kağıt gibi ürünlerde geri dönüşüm yaygın olarak yapılmaktadır. Bunun yanında gelişmiş ülkelerde asfalt, beton, agrega, ahşap vb. yapı malzemeleri geri dönüştürülerek yeniden hammaddeye dönüştürülmekte olup hem ekonomiye hem de çevreye olan zararlı etkileri en aza indirilmektedir. Günümüzde, meydana gelen atıkların kontrolündeki en büyük problem ciddi boyutlarda çevre sağlığını tehdit etmesidir. Atıkların yakılması veya düzenli depolama alanları oluşturularak gömülmesi en çok uygulanan yöntemdir. Hammadde ihtiyacı ve ortaya çıkan atıkların değerlendirilmesi açısından baktığımız zaman inşaat sektörü, inşaat sektörü içerisinde de karayolu mühendisliği lider durumundadır [1 ve 2].

Karayolu mühendisliğinde bir yol üstyapısı farklı özelliklere sahip tabakalardan meydana gelir. Bu tabakalar kaplama tabakası, temel tabakası ve alttemel tabakasından oluşmaktadır. Üst yapıyı oluşturan en üst tabaka kaplama tabakasıdır ve kaplama tabakası aşınma ve binder tabakası olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır [3 ve 7]. Diğer üstyapı katmanlarında olduğu kadar kaplama tabakasında da atık malzemeler değerlendirilmektedir. İçerisinde bitüm bulunması nedeniyle shingle atıkları daha çok kaplama tabakasında tercih edilmekte, aşınma ve/veya binder katmanlarında kullanımı ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır.

Shingle atıklarının değerlendirilmesi tüm dünyada önemli bir araştırma konusudur. Amerika Birleşik Devletlerinde her yıl yaklaşık 7 - 9 milyon ton shingle bina çatılarındaki ömrünü tamamlamakta ve ıskartaya çıkmaktadır. 0,5 - 1,0 milyon ton shingle da fabrikalarda kesim esnasında çatı kaplaması için kullanılmaz hale gelmektedir [8]. Tablo 1'de shingle malzemesinin bünyesinde bulunan bileşenler görülmektedir.

Tablo 0. Shingle bünyesinde bulunan bileşenler [8]
(Table 1. Shingle components [8])

Bileşen	Organik Shingle	Fiberglass Shingle
Asfalt	%30 - 35	%15 - 20
Keçe (Felt)	%5 - 15	%5 - 15
Mineral Filler	%10 - 20	%15 - 20
Mineral Zerrecikleri	%30 - 50	%30 - 50

Shingle atıkları Bitümlü sıcak karışımlarda etkili bir şekilde kullanılabilir. Shingle atıklarının asfalt betonu içerisinde kullanımı ile maliyet açısından önemli kazanımlar sağlanır. Çünkü içerisinde bitüm bulunmaktadır ve asfalt betonu içeren gerekli optimum bitüm oranını düşürmede yardımcı olur. Laboratuvar testleri asfalt betonu içerisinde shingle kullanımının düşük sıcaklıklarda oluşan termal çatlakları azalttığını ve yüksek sıcaklıklardaki tekerlek izi oluşumuna karşı da direnç sağladığını göstermiştir. Arazide yapılan uygulamalarda shingle modifiyeli asfalt betonlarının iyi performans gösterdiği görülmüştür [9].

Ülkemizde de shingle atıklarının asfalt betonu içerisinde kullanımı ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. B. Şengöz ve A. Topal (2002), shingle atıklarının Bitümlü sıcak karışımlar içerisindeki

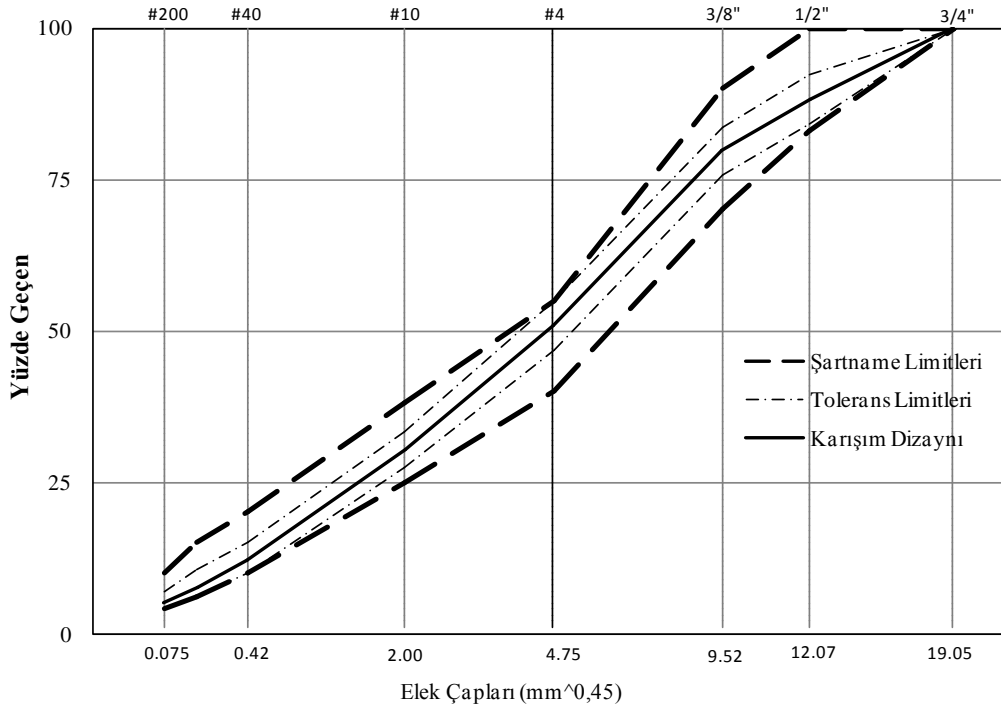
kullanımını araştırmışlar ve hazırlanan karışımlara %1, %2, %3, %4 ve %5 oranlarda shingle ekleyerek Marshall stabilite deneyi uygulamışlardır. Yaptıkları denetlerde en iyi stabilite değerini %5 shingle katkılı numuneler vermiştir. Daha sonra karışımların optimum bitüm muhtevasını %0,5 ve %1,0 oranlarında azaltıp tekerlek izi ve Marshall deneyleri yapmışlar sonuç olarak shingle katkılı asfalt betonu numunelerinin hem tekerlek izi yönünden hem de stabilite yönünden iyi sonuçlar verdiğini raporlamışlardır [10]. Deniz ve diğerleri (2009) atık shingle parçacıklarının asfalt betonu içerisinde kullanımını araştırmışlardır. Bu kapsamda asfalt betonu karışımı içerisine %1,5 oranında shingle atığı ilave etmişler ve Marshall stabilitesine ve tekerlek izi dayanımına bakmışlardır. Çalışmanın sonunda shingle katkılı numunelerin normal asfalt betonu numunelerine göre daha iyi bir tekerlek izi dayanımı gösterdiğini ortaya çıkarmışlardır [11]. Bu çalışmada aşınma tabakası için bir karışım dizaynı hazırlanmış ve optimum bitüm oranı bulunmuş daha sonra bu dizayn karışımı içerisine değişik oranlarda atık shingle ilave edilerek asfalt betonu numunelerinin Marshall stabilitesi ve akma değerleri incelenmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Atıkların değerlendirilmesi ve yeniden ekonomiye kazandırılması hem çevre kirliliğinin önlenmesi açısından hem de ekonomik nedenlerden dolayı araştırılması gereken önemli konulardan birisidir. Karayolu inşaatları atıkların değerlendirildiği sektörlerin başında gelmektedir. Bu çalışmada, tüm dünyada her yıl büyük miktarlarda ortaya çıkan kullanım ömrü dolmuş veya fabrikalarda kullanılamaz hale gelmiş olan shingle atıklarının esnek üstyapılarda kaplama tabakasında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapılan çalışma atıkların yeniden değerlendirilmesi ve enerji verimliliği açısından büyük bir öneme sahiptir.

3. MATERYAL METOD (MATERIAL AND METHOD)

DeneySEL çalışmalarda agrega olarak Hurma mevkiindeki Kadıahmetoğulları kalker taşocağından üretilen 10-20 mm, 5-10 mm ve 0-5 mm arası üç farklı gradasyondaki agregalar kullanılmıştır. Karışım gradasyonu ve Karayolları Teknik Şartnamesinde aşınma tabakası için istenilen alt ve üst limitler Şekil 2'de gradasyon eğrisi grafiğinde, agregaların fiziksel özellikleri ise Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Karışım gradasyonu ve aşınma tabakası için şartname limitleri
(Figure 1. Mix gradation and specification limits for wearing course)

Tablo 2. Kullanılan agregalara ait fiziksel özellikler
(Table 2. The physical properties of used aggregates)

Yapılan Deney	Kaba Agregata	İnce Agregata	Filler	Deney Standardı
Hacim Özgül Ağırlığı	2,694	2,669		TS EN 1097 - 6
Zahiri Özgül Ağırlığı	2,722	2,712	2,723	
Absorpsiyonu %	0,39	0,59		
Karışımın Efektif Özgül Ağırlığı			2,684	
Na ₂ SO ₄ Donma Kaybı, %			3,2	ASTM C - 88
Los Angeles Aşınma Kaybı, %			22,4	AASHTO T - 96
Yassılık İndeksi, %			20	BS 812
Soyulma Mukavemeti %			70-75	KTŞ Kısım 403 Ek - A

Deneyisel çalışmalarda bağlayıcı olarak Tüpraş İzmit rafinerisinde üretilen B 50/70 sınıfındaki asfalt çimentosu kullanılmıştır. Kullanılan bağlayıcıya ait bağlayıcının fiziksel özellikleri Tablo 3.'de verilmiştir.

Tablo 3. B50/70 asfalt çimentosunun fiziksel özellikleri
(Table 3. The physical properties of B50/70 asphalt cement)

Bitüm Özgül Ağırlığı	1,024	TS 1087
Bitüm Penetrasyonu, dmm	61	TS EN 1426
Yumuşama Noktası, °C	49	TS EN 1427

Karışım içerisine ilave edilen Shingle malzemesi YALTEKS (Yalıtım Malzemeleri Üretim ve Pazarlama A.S.) firmasından temin edilmiştir. Parçalanmış halde temin edilen shingle parçacıkları 5-12 mm arasında değişen boyutlara sahiptir ve karışımlara bu haliyle ilave edilmiştir.

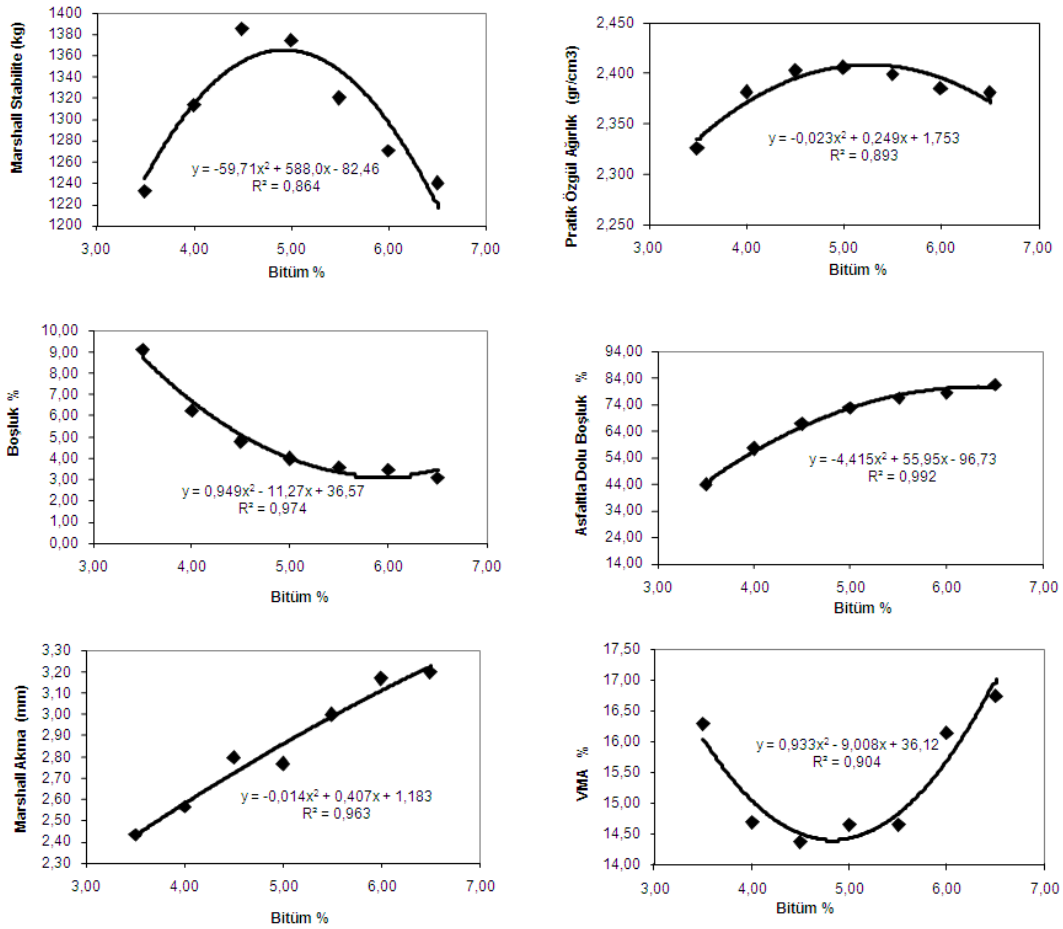
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Çalışmada öncelikle Marshall metodu kullanılarak optimum asfalt miktarı belirlenmiştir. Optimum bitüm yüzdesinin hesaplamak için %3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 ve %6.5 bitüm yüzdelerinde hazırlanmış olan numunelere ait pratik özgül ağırlık, stabilite, akma, boşluk, bitüm ile dolu boşluk (VFA) ve mineral agregalar içindeki boşluk oranı (VMA) grafikleri çizilmiştir. Daha sonra yoğunluk ve stabilite eğrilerinin en büyük değerlerine karşı gelen bitüm yüzdeleri, asfaltla dolu boşluğun %65-78 arasına karşılık gelen değer, boşluk oranının 3-5 arasına karşılık gelen bitüm yüzdeleri grafiklerden okunarak bulunan değerlerin aritmetik ortalamaları alınmıştır. Kontrol amacıyla optimum bitüm miktarlarının şartnamelerde belirtilen akma ve % VMA'ları sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir. Karışım için gerekli olan optimum bağlayıcı miktarı belirlendikten sonra bu asfalt miktarı sabit kalmak şartı ile karışımın içerisine %1, 2, 3 ve %5 oranlarında atık shingle parçacıkları ilave edilmiş ve tekrar Marshall deneyine tabii tutulmuştur. Karayolları teknik şartnamesinde belirtilen sıcak karışımları için aşınma tabakası tasarım değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 4. Marshall metodu ile aşınma tabakası tasarım kriterleri [12]
(Table 4. Wearing coat design limits for marshall method)

ÖZELLİKLER	AŞINMA TABAKASI	
	MİN.	MAKS.
Darbe Sayısı	75	-
Marshall Stabilite (kg)	900	-
Boşluk (%)	3	5
Asfaltla Dolu Boşluk (%)	65	75
Akma (mm)	2	4
Filler7Bitüm Oranı	-	1,5
Asfalt Çimentosu	4	7
Agregalar Arası Boşluk (VMA,%)	14	-

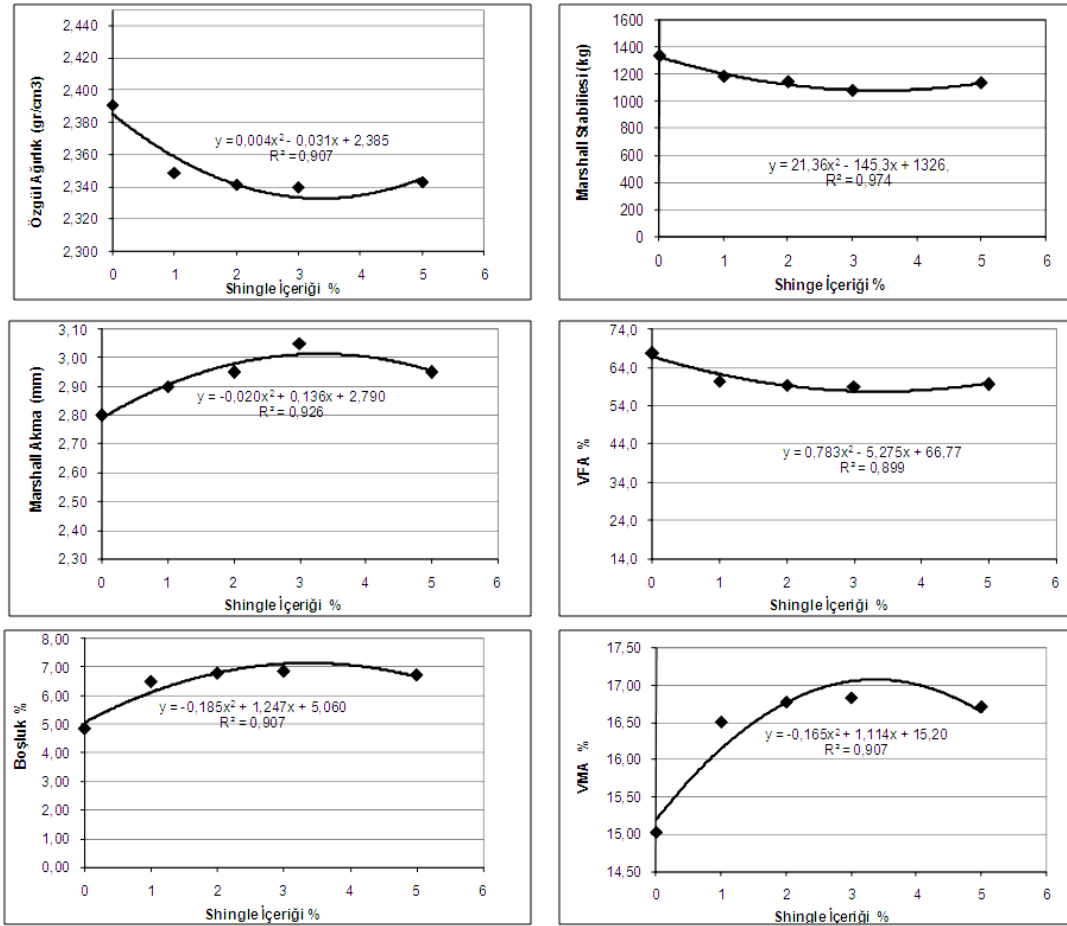
Optimum asfalt miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan Marshall deney sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Optimum bitüm muhtevasının belirlenebilmesi için yapılan marshall deneyleri
(Figure 2. Marshall test results for determining optimum binder content)

Bu sonuçlar neticesinde çizilen grafikler yardımıyla optimum bitüm içeriği kuru agregaya göre %4.8, stabilite 1380 kg, boşluk oranı %4.2, Asfaltla dolu boşluk %71, VMA %14.5 ve akma değeri 2,85 mm olarak bulunmuştur.

Optimum bitüm miktarı elde edildikten sonra karışımlara %1, 2, 3 ve %5 oranlarında shingle parçacıkları ilave edilmiş ve Marshall deneyi yapılmıştır. Ayrıca %0 yani shingle ilave edilmemiş kontrol numuneleri de her bir grup için üretilmiştir. Marshall Stabilite, Akma, Özgül ağırlık, Boşluk yüzdesi, VMA ve VFA değerlerinin shingle ilavesi ile değişimlerini gösteren grafikler Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Shingle katkılı numunelerin marshall test sonuçları
(Figure 3. Marshall test results of samples with waste shingle added)

Marshall stabilite değerleri shingle ilavesi ile bir miktar azalmış ve en düşük 1077 kg civarlarına kadar düşmüştür. Ancak bu değer yine Karayolları Teknik şartnamesinde aşınma tabakası istenilen minimum 900 kg değerinin üzerindedir. Marshall akma değerleri incelendiğinde shingle ilavesinin akma değerlerini artırdığı görülmüştür. KTŞ inde aşınma tabakası için Marshall akma değerleri 2 - 4 mm arasında olmalıdır. Shingle katkılı üretilen numunelerin bu sınırlar içerisinde kaldığı görülmüştür. Yine shingle ilaveli Marshall numunelerinin VMA değerleri incelendiğinde minimum %14 değerinin üzerinde çıkmıştır. Özet olarak shingle ilavesi ile aşınma tabakası için üretilen bitümlü sıcak karışım numuneleri KTŞ şartname sınırları içerisinde kalmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışma, atıkların değerlendirilmesi ve çevreye olan zararlarının minimuma indirilmesi amacıyla, atık shingle'ların asfalt betonu içerisindeki kullanılabilirliği stabilite ve akma yönünden araştırılmış ve geleneksel karışım numuneleri ile karşılaştırılmıştır.

Shingle atıkları ilave edilerek üretilen BSK numunelerinin Marshall stabilite değerleri shingle miktarının artması ile birlikte azalma eğilimine girmiştir. Ancak Marshall stabilite sonuçları %5 shingle içeriğinde dahi Karayolları Teknik Şartnamesinde izin verilen

minimum stabilite değerlerinden daha büyük çıkmıştır. Yine atık shingle ilaveli BSK numunelerinin akma değerleri izin verilen sınırlar içerisinde kalmıştır. Asfalt betonunun uzun dönemdeki performansının shingle ilavesi ile değişimini daha iyi anlamak için indirekt çekme, tekerlek izi v.b testlerin yapılması faydalı olacaktır.

NOT (NOTICE)

Bu makale, 28-30 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ Fırat Üniversitesinde "International Participated Construction Congress" IPCC11'de sözlü sunum olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ahmed, I., (1993). Use of Waste Materials in Highway Construction. Purdue University Department of Civil Engineering, PhD. Thesis, 114s, Indiana.
2. Huang Y., Bird R.N., and Heidrich O., (2007). A Review Of The Use of Recycled Solid Waste Materials in Asphalt Pavements. Resources Conservation and Recycling: Volume 52, Issue 1, Pages 58-73
3. Umar F. ve Ağar E., (1991). Yol Üstyapısı. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası.
4. White, M., (1992). Bituminous Mixes and Flexible Pavements an Introduction. England: BACMI Publication, pp.22-23.
5. Önal, A.M. ve Kahramangil M., (1993), Bitümlü Karışımlar Laboratuvar El Kitabı. Ankara: KGM Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı.
6. Tunç, A., (2001). Yol Malzemeleri ve Uygulamaları. İstanbul: Nobel Yayın Dağıtım.
7. Uluçaylı, M., (2002). Asfalt El Kitabı. İstanbul: İsfalt, 500 s.
8. Grodinsky, C., Plunkett, N., and Surwilo, J., (2002). Performance of Recycled Asphalt Shingles For Road Applications. USA: Vermont Agency of Natural Resources. Final Report.
9. Mallick, R.B., Teto, M.R., and Mogawer, W.S., (2000). Evaluation of Use of Manufactured Waste Asphalt Shingles in Hot Mix Asphalt, Technical Report # 26, Chelsea Center for Recycling and Economic Development Technical Research Program
10. Sengoz, B. and Topal, A., (2005). Use of asphalt roofing shingle waste in HMA, Construction and Building Materials, Volume 19, Issue 5, Pages 337-346
11. Deniz, M.T., Kalkancı, Ç., Eren, B.K., Yıldırım, S.A. ve Atalay, İ., (2009). Shingle Atık Parçacıklarının Bitümlü Sıcak Karışımda Kullanımı. Ankara, 2. Asfalt Sempozyumu,
12. Karayolları Genel Müdürlüğü, (2006), "Karayolları Teknik Şartnamesi"