



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 2, Article Number: 1A0185

ENGINEERING SCIENCES

Received: November 2010

Accepted: February 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Remzi Namlı

Firat University

rnamli@firat.edu.tr

Elazığ-Turkey

**SBS TÜRÜ POLİMERLERİN SICAK ASFALT KARIŞIMINDA KATKI OLARAK
KULLANILMASI**

ÖZET

Asfalt karışımlarının başarısını etkileyen önemli faktörlerden birisi de kullanılan bitümün niteliğidir. Saf bitüm kullanmakla bazen asfalt karışımlarından yeterli performans alınamamaktadır. Bu nedenle bitümün özelliklerini iyileştirmek için katkı malzemeleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada SBS türü polimerlerin bitümde katkı malzemesi olarak kullanımı araştırılmıştır. SBS kullanımı birçok bakımdan bitüm ve dolayısıyla karışım üzerinde olumlu etki yapmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitüm, SBS, Katkı, Asfalt Karışım, Tasarım

USING OF SBS TYPE POLYMERS AS ADDITIVE IN HOT MIX ASPHALT

ABSTRACT

Bitumen quality is the one of the major important factor which the achievement of asphalt mixtures. Using pure bitumen results in adequate performance from asphalt mixture. To improve the bitumen properties, additive materials are used. In this study, using of SBS type polymers as additive material in bitumen is researched. It is seen that using SBS effects bitumen positively in many aspects.

Keywords: Bitumen, SBS, Additive, Asphalt Mixture, Design

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bütün dünya genelinde karayolu üstyapısı olarak esnek kaplamalar kullanılmaktadır. Trafiği az olan yerlerde yapımı ekonomik olduğu için sathi kaplama kullanılırken, trafiği fazla olan ve önemli bağlantı yollarında sıcak karışım asfalt betonu kullanılmaktadır. Asfalt beton kaplamaların yapımı oldukça pahalıdır ve gerek proje gerekse yapım aşamasında çok dikkatli davranılmalıdır. Bu yollar projelendirilirken 20-25 yıllık bir hizmet ömrü süresince üzerindeki trafiği uygun şekilde taşıması arzu edilir. Bu süre zarfında yol üzerindeki trafik şartlarının ve iklimsel etkilerin sonucu olarak yolda çeşitli yıpranma ve bozulmalar olmaktadır. Bunların en önemlileri tekerlek izi oluşması, düşük sıcaklık çatlakları ve yorulma kırılmasıdır. Bu olumsuz durumlar kaplamanın istenilen ölçüde hizmet verememesine ve hizmet ömrünün kısalmasına neden olmaktadır.

Bu tür sorunların üstesinden gelmek için yol mühendisleri çeşitli arayışlara girişmiştir. Bir kısım araştırmacılar farklı tasarım metodlarına yönelmişken, bazıları da sıcak karışımı modifiye etme yoluna gitmişlerdir.

Modifiye asfalt karışımlar günümüzde önemli ölçüde artış göstermektedir. Modifiye malzemeler, bazen sıcak karışımın bütününe katılırken, bazen de sadece bitüme katılmak suretiyle kullanılmaktadır.

Geleneksel bitüm bağlayıcılarının performansını arttırmak için sentetik polimerlerin kullanımı 1970'lerin başlangıcına kadar uzanır [1]. Bu bağlayıcılar sonradan sıcaklık duyarlılığını azaltırken, kohezyon ve akıcılığı arttırmıştır [2 ve 3].

Elastomerik grup içinde styrenik blok copolimerler bitümlerle karıştırıldığında en büyük potansiyeli gösterdi [4]. Bu modifiye malzemeler içinde polimer türü olanlar önemli bir yer tutmaktadır. Bu polimer malzemelerden bir tanesi de termoplastik olan SBS (Styrene-Butadiene-Styrene)'dir.

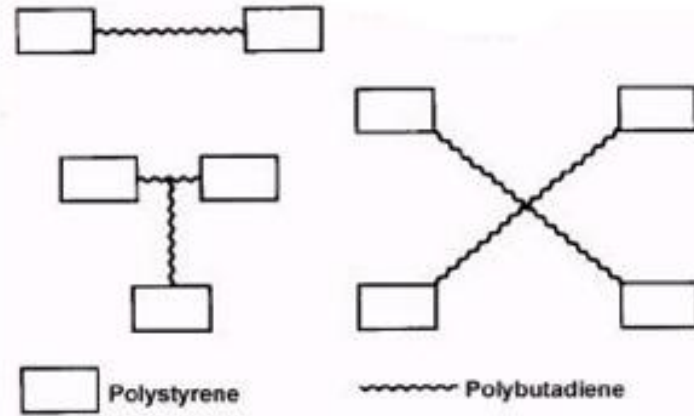
2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Asfalt beton yolların yapımı son derece masraflı ve hassas bir çalışmadır. Yol yapımında kullanılan malzemelerin, yolun hizmet ömrü boyunca yeterince dayanım göstermesi beklenir. Bu nedenle bilim adamları tarafından yolda kullanılan malzemelerin dayanımını arttırmak için katkı malzemeleri kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan birisi de SBS denilen, ağırlık olarak polimerden yapılmış malzemelerdir. Bu malzemenin asfalt betonunda katkı olarak kullanılması hususunda akademik çalışmalar ve bilimsel yayınlar yapılmıştır. Bu çalışmada bu bilimsel yayınlar hakkında bilgi verilmiş, ayrıca yapılan deneysel çalışma bu çalışmalara örnek gösterilmiştir. Bu çalışmanın ileride yapılacak benzer çalışmalara ışık tutacağı ve temel oluşturacağı düşünülmektedir.

3. SBS YAPISI (SBS COMPOSITION)

Her malzemenin olduğu gibi SBS türü polimerlerin de kendine has bir yapısı vardır. Bu yapı, onları diğer polimerlerden ayırır.

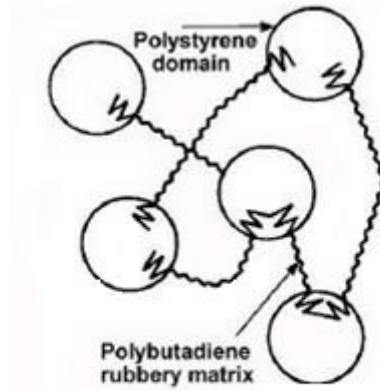
SBS, blok şeklinde bir polimerdir. Doğrusal polimer durumundaki gibi, SBS, merkezde butadien molekülü bloğu ve uçlarında iki styren molekülüyle bağlanmıştır. Polimerleşme işlemi sırasında bağların oluşmasıyla SBS'nin dal haline gelmiş formu meydana gelebilir [5]. Şekil 1'de lineer ve dallanmış SBS yapısı görülmektedir.



From Shell UK Bitumen Handbook, Whiteoak, D (1990)

Şekil 1. Çizgisel ve dallanmış SBS [5]
(Figure 1. Linear and branched SBS)

Butadien ve styrenin kimyasal doğası önemli derecede birbirinden farklıdır. Blok şeklinde polimerleşme işlemi farklı uçlu ayrı bölgelerin kurulmasına izin verir. Bu bölgeler, sert ve camsı nitelikte olan styrene ve lastiğe benzeyen durumdaki butadiendir. Bölgeler arasındaki uyumsuzluk polimer içinde ayrı bir faz oluşmasına izin verir. Sert polystyren ağındaki ortaya çıkan oluşum, lastik dizilimle birbiriyle iç bağlantıyı oluşturur [5]. Şekil 2'de bu bağlantı görülmektedir.



From Shell UK Bitumen Handbook
Whiteoak, D (1990)

Şekil 2. SBS oluşum safhası [5]
(Figure 2. SBS Phase Structure)

4. SBS'İNİN BİTÜMDE KATKI OLARAK KULLANILMASI (USING OF SBS AS ADDITIVE IN BITUMEN)

SBS türü polimerlerin asfalt betonunda ve özellikle bitüme ilave edilerek katkı malzemesi olarak kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Buradan amaç, özellikle bitümün özelliklerini iyileştirmek ve dolayısıyla asfalt betonunda daha fazla olumlu etki yapmaktır.

4.1. SBS'nin Bitümün Reolojik Özelliklerine Etkisi (The Effect About Rheologic Characteristic of Bitumen of SBS)

Bitümün akışkanlık özelliği en önemli özelliklerden biridir. Sıcak karışımın döküldüğü yerdeki sıcaklık değişimlerinde bitümün performansının düşmemesi istenir. Bu durum direk olarak asfalt kaplamanın performansına etki eder. Bu nedenle bitümün akışkanlık özelliklerinin iyi durumda olmasını sağlamak için içine çeşitli türde polimer katkı malzemesi katılarak bitümün performansını yükselten çalışmalar yapılmıştır.

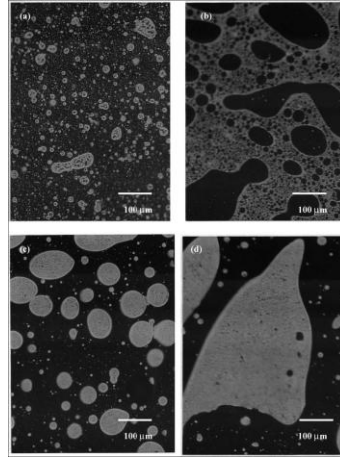
SBS ilavesiyle geliştirilebilen geleneksel asfaltların fiziksel ve mekaniksel özellikleri belirlenebilir [6].

İki bitüm (A ve B) Rusya ve Venezuela'dan elde edilerek içine SBS polimer ilave edilmiştir. İki bitüm benzer yoğunluklara sahip olmasına rağmen, parçacık kompozisyonu ve diğer kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Bunlar yüksek ve düşük sıcaklık özelliklerine sahiptir [7].

Tablo 1. Deneyde kullanılan bitüm özellikleri [7]
(Table 1. Properties of bitumen using experiment)

Binder	Pen at 25 °C	Softening point (°C)	Penetration index (PI)	Fraass (°C)	Viscosity at 60 °C (Pa s)	Viscosity at 135°C (Pa s)
Bitumen A	73	47.0	-1.08	-12	165	0.370
Bitumen B	81	46.8	-0.86	-28	213	0.380

İki çeşit bitüm kaynağından elde edilen altı grup SBS katkıli bitüm, ağırlıkça üç farklı polimer muhteviyatında kullanıldı. Polimer oranı % 3'ten % 7'ye kadar değiştirildi. Bütün karışımlar 170 °C ve 185 °C'de karıştırıldı. SBS katkıli A bitümü üç farklı gruba isimlendirildi: Temel bitüm, polimer tip ve polimer içerikli (%5 polimer içeriğinde) bitüm [7]. Şekil 3'de SBS katkıli bitümlerin yapısal biçimleri görülmektedir.



Şekil 3. Çeşitli oranlarda SBS katkıli bitümlerin yapısal şekilleri [7].

(Figure 3. Morphology of bitumen additived SBS at proportion different)

SBS katkıli bitümlerde artan SBS oranıyla penetrasyonda azalma, yumuşama noktasında artış gözlenmiştir. Penetrasyondaki azalma artan polimer oranıyla üniform bir şekilde azalmasına rağmen, %5 ve %7 gibi yüksek polimer içeriğinde yumuşama noktasında daha büyük bir artış gözlenmiştir. Sertlik yani rijitlikteki artışa ilaveten, katkıli

bitümlerdeki artan penetrasyon indeksinde etkili bir azalma gözlenmiştir. Düşük sıcaklık performansında SBS katkılı A bitümü hafif şekilde daha iyi görüldü. Bununla birlikte B bitümü ters tepki gösterdi [7]. Aşağıdaki Tablo 2'de SBS katıldıktan sonra bitüm gruplarındaki değişim görülmektedir.

Tablo 2. SBS katkılı bitümlerin çeşitli özelliklerinin değişim değerleri [7].

(Table 2. The change values of various features of bitumen additived SBS)

Binder	Pen at 25 °C	Softening point (°C)	Penetration index (PI)	Fraass (°C)	Ductility at 10 °C	Elastic Recovery at 10°C
Bitüm A	73	47.0	-1.08	-12	63	-
PMB-AS3	63	52.4	-0.05	-16	95	68
PMB-AS5	57	78.0	4.41	-15	99	76
PMB-AS7	50	95.0	6.13	-14	101	81
Bitüm B	81	46.8	-0.86	-28	130	-
PMB-BS3	63	52.2	-0.09	-18	81	71
PMB-BS5	54	74.0	3.67	-16	90	78
PMB-BS7	49	88.0	5.29	-14	81	80

SBS katkılı asfaltların akışkanlık karakteristiği üzerine başka bir çalışma da Guian Wen ve arkadaşları tarafından yapılmıştır [8].

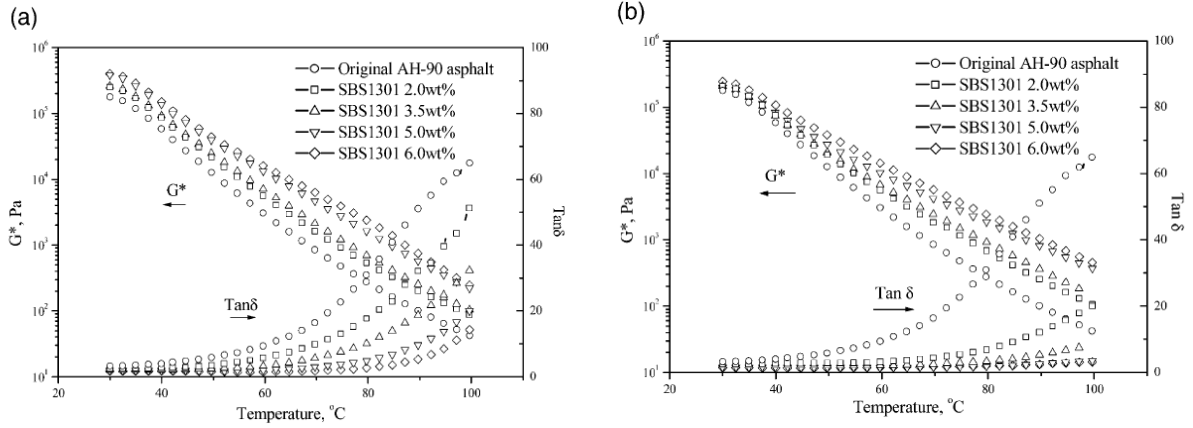
Üç farklı SBS türü polimer bitüme ilave edilerek karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırmada sülfür kullanılmıştır. Bunun için gerilme kontrollü bir reometre cihazından faydalanılmıştır. 30-100 °C sıcaklık aralığında sabit frekansda ve değişken gerilimde bir sıcaklık tarayıcısı kullanılmıştır. Yaklaşık 1 gr numune plaka üzerine yerleştirilmiştir. Numune akma sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra üst paralel plaka numuneye indirildi ve numune ayarlandı. Son aralık 1.2 mm'ye kadar ayarlandı. Bütün numuneler sabitlendi ve 10 dk sıcaklığa maruz bırakıldı. Daha sonra sıcaklık 2 °C artışlarla değiştirildi. Çeşitli viskoelastik parametreler yazılım tarafından otomatik olarak belirlendi [8]. Tablo 3'de sülfür ilaveli SBS katkılı bitümün sıcaklık değişimi görülmektedir [8].

Tablo 3. Sülfür ilaveli SBS katkılı bitümün sıcaklık değişimi [8].

(Table 3. The temperature change of bitumen with sulfur additived SBS)

SBS içeriği	Sıcaklık (°C) (G*/Sin $\dot{\alpha}$ =1 kPa)	
	Sülfür ilavesinden önce	Sülfür ilavesinden sonra
0.0	68.3	
2.0	74.3	76.4
3.5	76.4	79.8
5.0	84.1	87.8
6.0	87.0	90.4

Aşağıdaki şekil 4'de sülfür ilaveli SBS katkısının, bitümlerin reolojik özelliklerine etkisi görülmektedir.



Şekil 4. Sülfür ilavesinden önce (a) ve sonra (b) SBS katkısının bitümün reolojik özelliklerine etkisi [8]
(Figure 4. Effect of polymer content on rheological properties of SBS modified asphalt (a) Before adding sulfur (b) After adding sulfur)

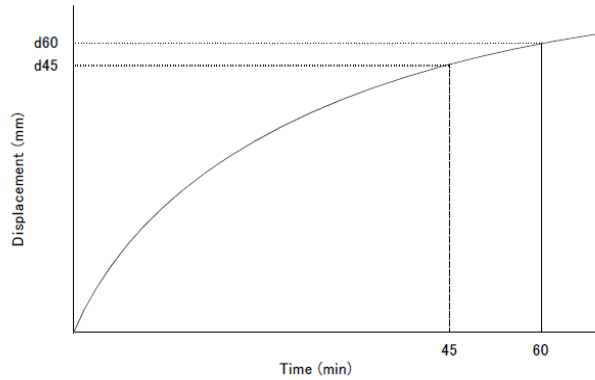
Elde edilen sonuçtan SBS katkısının, bitümün reolojik özellikleri üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu etkide sülfür seviyesinin önemli bir etkisi vardır. Artan sülfür değerleri katkılı bitümlerdeki yoğunluğu arttırdı ve dolayısıyla bitümün reolojik özellikleri geliştirilmiş oldu [8].

4.2. SBS Katkılı Bitümün, Asfalt Karışımlarının Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisi (The Effect on Mechanical Characteristics of Asphalt Mixture of SBS Additive Bitumen)

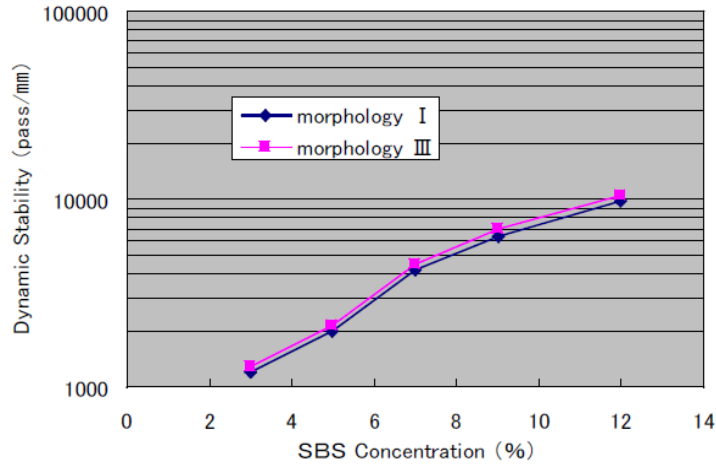
SBS katkılı bağlayıcılarla yapılan karışımların mekanik özelliklerinin bilinmesi, onların kullanımı için son derece önemlidir. Bu konuda birçok çalışma yapılmıştır.

Karışımda kullanılacak bitüm hazırlanırken 60/80 penetrasyonlu asfalt ve bunun ağırlığına göre % 0,3,5,7,9 ve %12 oranlarında SBS katıldı. Her oran için 3 adet deneme numunesi hazırlandı. Karışım numuneleri 190±10 °C'de yüksek kesme tip mikser ile karıştırıldı. Daha sonra bu deneme numunelerinden karışımın çeşitli mekanik özellikleri belirlendi. Bunlar tekerlek izi testi, yorulma testi, dinamik stabilite testi v.s. dir [9].

Aşağıdaki Şekil 5' de 45 ve 60 dakikadaki tekerlek izi testi ile deformasyon ilişkisi Şekil 6'da ise SBS yoğunluğu ile dinamik stabilite arasındaki ilişki görülmektedir.



Şekil 5. Zaman -deplasman eğrisi [9].
(Figure 5. Time vs. displacement curve)

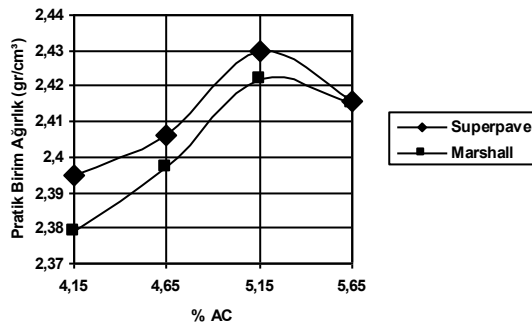


Şekil 6. SBS yoğunluğu-dinamik stabilite ilişkisi [9].
(Figure 6. SBS concentration vs. dynamic stability)

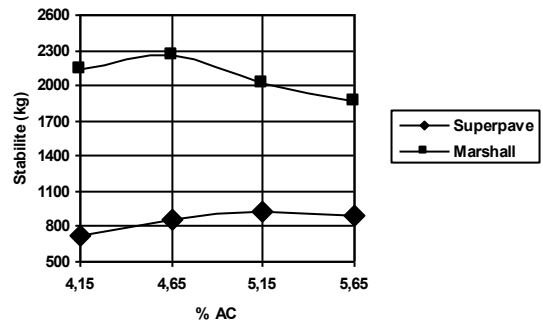
Elde edilen sonuçlardan, SBS yoğunluğunun artmasıyla karışım özelliklerinde bir iyileşme olduğu gözlenmiştir. Ancak bu iyileşme durumu, SBS'nin yapısıyla değişiklik göstermektedir. Daha ince SBS yapıları karışımlar daha iyi sonuç vermektedir [9].

Başka bir çalışma da Remzi NAMLI ve arkadaşları tarafından yapılmıştır.

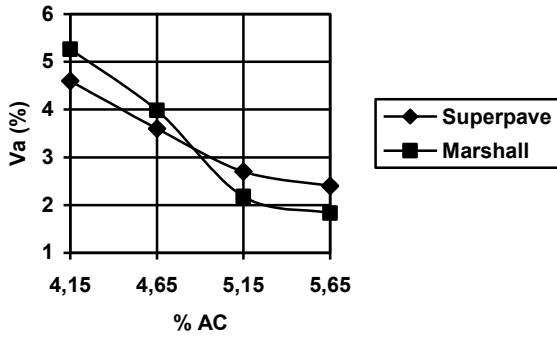
Bu çalışmada 4 farklı bitüm yüzdesindeki (%4.15, %4.65, %5.15, %5.65) bitüm içine %5 oranında SBS Kraton D1192 katılarak deneme numuneleri hazırlanmış bu numuneler hem Marshall hem de Superpave metodlarına uygun olarak sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan numunelerin mekanik özelliklerini belirlemek için standart olan testler yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Aşağıdaki şekil (7, 8, 9, 10, 11, 12)'de %5 SBS katkısıyla elde edilen numunelerin sırasıyla %AC için pratik birim ağırlık, stabilite, boşluk yüzdesi, asfaltla dolu boşluk yüzdesi, agregalar arası boşluk yüzdesi ve akma ilişkisi görülmektedir [10].



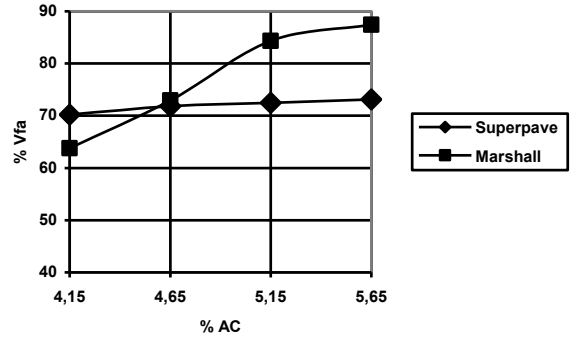
Şekil 7. %AC - pratik birim ağırlık ilişkisi [10]
(Figure 7. % AC Vs. practical unit weight)



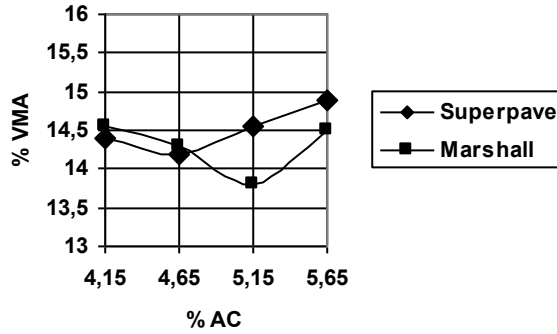
Şekil 8. %AC - stabilite ilişkisi [10]
(Figure 8. % AC Vs. stability)



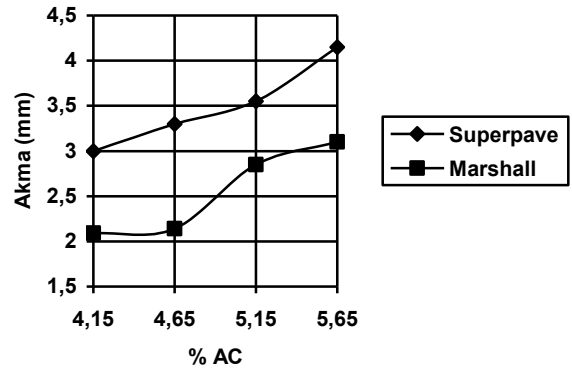
Şekil 9. % AC - Boşluk Yüzdesi İlişkisi [10]
(Figure 9. % AC Vs. % space)



Şekil 10. % AC - %Vfa İlişkisi [10]
(Figure 10. % AC Vs. % Vfa)



Şekil 11. % AC - %VMA İlişkisi [10]
(Figure 11. % AC Vs. %VMA)



Şekil 12. %AC - Akma İlişkisi [10]
(Figure 12. % AC Vs. flow)

Elde edilen sonuçlardan görülmüştür ki, Superpave numunelerinin akma değerleri Marshall'a göre daha fazladır. Katkılı Marshall numunelerinin akma değerleri katkısız Marshall'a göre fazla değişmezken, Superpave'de katkısız olanlara göre daha düşük akma değerleri elde edilmiştir. Bu nedenle hem AC'den tasarruf sağlamak hem de nispeten daha rijit karışımlar elde edilmek istendiğinde katkılı Superpave daha uygundur. Her iki metod için optimum bitüm yüzdeleri incelendiğinde Kraton D1192 katkılı olanlar, katkısız olanlara göre daha düşük çıkmıştır. Superpave numunelerinde katkısız olanlar %4.75 iken katkılıda %4.45'e düşmüştür. Marshall numunelerinde ise daha belirgin bir düşüş vardır. Katkısız olanlar %5.36 AC oranında iken, katkılıda bu değer %4.84'e inmiştir. Katkısız olanlarda Superpave numuneleri Marshall'a göre %0.61, katkılı olanlarda ise %0.39 daha düşük bitüm yüzdesi içermektedir [10].

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

SBS katkılı bitüm ile yapılan asfalt karışımları genel olarak katkısız karışımlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Özellikle yüksek yoğunluklu SBS ihtiva edenler karışımda daha etkili olmuştur. SBS'nin yapısı da karışım özelliklerinde etkili olan başka bir husustur.

Bitümlerin uzun süreli depolanmasında SBS katkılı olanlar daha yüksek sıcaklıklarda korunabilmektedir. Malzeme segregasyonu nedeniyle ortaya çıkan olumsuz gelişmelerin çözümü için çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca bitümde katkı malzemesi olarak SBS kullanmanın ekonomik bakımdan karışım maliyetinde ne gibi etkisi olduğu da araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ajour, A.M., (1981). Several Projects, several types of surfaces. Bull LCPC; 113:9-21. Ref. 2589.
2. Brule, B., Brion, Y., and Tanguy, A., (1988). Paving asphalt polymer blends:relations between composition, structure and properties. Proc Assoc Asphalt Paving Technologists; 47: 41-64.
3. King, G.N., King, H.W., Chaverot, P., Planche, J.P., and Harders, O., (1993). Using Europan Wheel-tracking and restrained tensile tests to validate SHRP performance-graded binder specifications for polymer modified asphalts. Proc Fifth Eurobitume Congress, Stockholm;1A(1.06):51-5.
4. Bull, A.L. and Vonk, W.C., (1984). Thermoplastic rubber/bitumen blends for roof and road. Shell chemical technical manuel TR 8; P.15.
5. Emery, S.J. and O'Connel, J., (1999). Development of a High Performance SBS modified binder for production. CAPSA.
6. X. Lu, U. Isacsson, 1997, Rheological characterization of styrene-butadiene-styrene copolymer modified bitumens, Const. Building Mater. 11- 23.
7. Gordon, D.A., (2003), Rheological Properties of Styrene Butadiene Styrene Polymer Modified Road Bitumes, Elseiver, Fuel.
8. Guian W., Yong Z., etc, (2001), Rheological Characterization of Storage-Stable SBS-Modified Asphalts, Elseiver, Polymer Testing.
9. Akiyoshi, H., Sadaharu, U., etc, (2005), Effect of Morphology of SBS Modified Asphalt on Mechanical Properties of Binder and Mixture, Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 1153-1167.
10. Namlı R., (2004), "Yol Üstyapısı Esnek Kaplamaların Superpave ve Marshall Metodları ile Analizi ve Karşılaştırılması" Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Sayfa 110.