ÖZET

ASFALT ÜRETİMİNDE KULLANIM İÇİN KENDİ KENDİNİ İYİLEŞTİREN BİR MODİFİYE BİTÜM BİLEŞİMİ VE ÜRETİM YÖNTEMİ

Mevcut buluşla asfalt kaplamalı yollarda bağlayıcı hammadde olarak kullanılan ve kendi kendini iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için bir üretim yöntemi geliştirilmektedir. Modifiye bitüm bileşimi, penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında olan bitümü ve katkı maddesi olarak ağırlıkça yüzdesi 0,1 ile 20 arasında olan en az bir iyonik sıvıyı içermektedir. Bahsedilen üretim yöntemi, penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında olan bitümün önceden tanımlı bir sıcaklığa ısıtılarak akışkan hale getirilmesi; akışkan hale getirilen bitümün bir karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir birinci süre boyunca karıştırılması; bitüm içerisine katkı maddesinin bir bölümünün eklenmesi; katkı maddesi eklenen bitümün bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir ikinci süre boyunca karıştırılması; katkı maddesi eklenmesi ve katkı maddesi eklenen bitümün karıştırılması adımlarının katkı maddesinin tamamı bitüme eklenene kadar tekrarlanması; katkı maddesinin tamamı eklendikten sonra elde edilen karışımın bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir üçüncü süre boyunca karıştırılarak modifiye bitüm bileşimi elde edilmesi adımlarını içermektedir.

İSTEMLER

1. Kendi kendini iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi olup özelliği; penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında olan bitümü ve katkı maddesi olarak ağırlıkça yüzdesi 0,1 ile 20 arasında olan en az bir iyonik sıvıyı içermesidir.

2. İstem 1'e uygun bir modifiye bitüm bileşimi olup özelliği; bitümün penetrasyon değerinin 40 ile 80 arasında olmasıdır.

3. İstem 1'e uygun bir modifiye bitüm bileşimi olup özelliği; katkı maddesinin ağırlıkça oranının %0,1 ile 5 arasında olmasıdır.

4. İstem 1'e uygun bir modifiye bitüm bileşimi olup özelliği; bahsedilen iyonik sıvının imidazolyum grubundan olan bir iyonik sıvı olmasıdır.

5. İstem 1'e uygun bir modifiye bitüm bileşimi olup özelliği; iyonik sıvının 1 butil-3-metil imidazolyum klorür içermesidir.

6. İstem 1'e uygun bir modifiye bitüm bileşimi olup özelliği; iyonik sıvının 1-hekzadesil-3-metil imidazolyum bis triflorometilsülfonil içermesidir.

7. İstem 1'e uygun bir modifiye bitüm bileşimi olup özelliği; iyonik sıvının 1 butil-3-metil imidazolyum klorür ve 1-hekzadesil-3-metil imidazolyum bis triflorometilsülfonil içermesidir.

8. İstem 1-7'ye uygun bir modifiye bitüm bileşimi için üretim yöntemi olup özelliği;
   - penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında olan bitümün önceden tanımlı bir sıcaklığa ısıtılarak akışkan hale getirilmesi;
   - akışkan hale getirilen bitümün bir karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir birinci süre boyunca karıştırılması;
   - bitüm içerisine katkı maddesinin bir bölümünün eklenmesi;
   - katkı maddesi eklenen bitümün bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir ikinci süre boyunca karıştırılması;

- katkı maddesi eklenmesi ve katkı maddesi eklenen bitümün karıştırılması adımlarının katkı maddesinin tamamı bitüme eklenene kadar tekrarlanması;
- katkı maddesinin tamamı eklendikten sonra elde edilen karışımın bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir üçüncü süre boyunca karıştırılarak modifiye bitüm bileşiminin elde edilmesi

adımlarını içermesidir.

9. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen önceden tanımlı sıcaklığın 90-120°C aralığında olmasıdır.

10. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen önceden tanımlı sıcaklığın 100°C olmasıdır.

11. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen önceden tanımlı birinci sürenin 30 dakika olmasıdır.

12. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen önceden tanımlı ikinci sürenin 3 dakika olmasıdır.

13. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen önceden tanımlı üçüncü sürenin 30 dakika olmasıdır.

14. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; akışkan hale getirilen bitümün karıştırılması adımında, karıştırma hızının 250 rpm olmasıdır.

15. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; katkı maddesi eklenen bitümün karıştırılması adımında, karıştırma hızının 250 rpm olmasıdır.

16. İstem 8'e uygun bir üretim yöntemi olup özelliği; katkı maddesinin tamamı eklendikten sonra elde edilen karışımın karıştırılması adımında, karıştırma hızının 250 rpm olmasıdır.

17. İstem 1 ila 16'ya uygun olarak üretilen modifiye bitüm bileşiminin en az bir agrega ile karıştırılması ile üretilen asfalt kaplama.

TARİFNAME

ASFALT ÜRETİMİNDE KULLANIM İÇİN KENDİ KENDİNİ İYİLEŞTİREN BİR MODİFİYE BİTÜM BİLEŞİMİ VE ÜRETİM YÖNTEMİ

İlgili Teknik Alan

Mevcut buluş, asfalt kaplamalı yollarda bağlayıcı hammadde olarak kullanılan, katkı maddesi olarak iyonik sıvı içermesi sayesinde kendi kendini iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi ve üretim yöntemi ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Ağır molekül ağırlıklı hidrokarbon ve heteroatom içeren moleküllerden oluşmuş, yüksek viskoziteye sahip bir sıvı olan bitüm, rafinerilerin vakum distilasyon ünitelerinin dip ürünü olarak üretilmektedir. Bağlayıcı özelliğe sahip bitümün agrega ile karıştırılmasıyla asfalt karışımları hazırlanmakta, hazırlanan bu karışımlar da yolların yapımında kullanılmaktadır. Asfalt karışımlarında yaklaşık %5 oranında bitüm- %95 oranında agrega bulunmaktadır. Asfalt karışımlarındaki bitümün oranı düşük gibi görünse de bitüm, bağlayıcı özelliği sebebiyle asfalt kaplamasının performansını belirleyen en önemli etkenlerin başında gelmektedir.

Bitüm dayanıklı bir malzeme olmasına rağmen, asfalt kaplamalı yollarda, kullanım yeri ve iklim şartlarına bağlı olarak termal çatlak, yorulma kaynaklı çatlak ve tekerlek izinde oturma gibi çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. Asfaltta oluşan çatlamalar ve oturmalar sebebiyle, asfaltların sürekli olarak bakımlarının yapılması ve gerekli durumlarda asfaltın yenilenmesi gerekmektedir. Bu durum da, yol bakım ve onarım maliyetlerini arttırmaktadır.

Bilinen teknikte, asfaltta oluşan çatlak ve oturma gibi problemlerin önlenmesi için bitüm çeşitli katkı maddeleri ile modifiye edilmektedir. Bu katkı maddeleri içinde en yaygın kullanılan katkı maddesi, SBS polimeridir. WO2009013339A sayılı patent dokümanında polimer ile bitüm arasında uyumsuzluk problemi yaşanmaması için geliştirilmiş polimer katkılı bir bitüm kompozisyonu anlatılmaktadır. SBS katkısı bitümün mukavemetini arttırmakta; ancak bitümün kendini iyileştirme özelliği üzerinde kayda değer bir etki

yapmamaktadır. SBS, bitümün yüksek sıcaklık performansını iyileştirmekte; ancak düşük sıcaklık performansı üzerinde pozitif bir etki yaratamamaktadır. Termal çatlakların özellikle düşük sıcaklıklarda meydana geldiği göz önüne alındığında, polimer kullanımının sıcaklığın düşük olduğu iklim bölgelerinde fayda sağlayamayacağı görülmektedir. Buna ilave olarak SBS katkısının bitüm ile agrega arasındaki bağlanma üzerine kayda değer pozitif bir etkisi bulunmamaktadır. Bu bağlamda SBS katkısı, asfalt kaplamalarında bitüm ile agrega molekülleri arasında meydana gelen yapıştırıcı çatlak oluşumuna karşı direnç özelliğinde bir iyileşme sağlamamaktadır.

Bitüm modifikasyonunda, bitümün mukavemetini arttırmak amacıyla kullanılan katkılara ek olarak bitümün kendi kendini iyileştirme özelliğinin geliştirilmesini amaçlayan katkılar da kullanılmaktadır. Bitümün/asfaltın veya çeşitli yapı malzemelerinin "kendi kendini iyileştirme özelliğinin" geliştirilmesi amacına yönelik patent içerikleri incelendiğinde bakteriden fiber maddelere kadar çok çeşitli katkıların karışım içerisinde kullanıldığı ürün ve yöntemler detayları aşağıda verildiği üzere görülmektedir.

Tekniğin bilinen durumuna dahil olan EP2247551 B1 numaralı patent dokümanında çimento bazlı maddelere kendi kendini iyileştirme amacıyla çeşitli canlı organizmaların eklenmesi anlatılmaktadır. Tarif edilen buluşta kalsit çökeltici bakteriler eklenmekte, böylelikle metabolik veya enzimatik biominerallerin üretilmesi ile kendi kendini iyileştirme olayı gerçekleşmektedir. Ancak EP2247551 B1 numaralı patentte belirtilen bakteriler yardımıyla kendi kendini iyileştirme olayı, bakterilerin yaşayabilme yeteneğini koruduğu yüksek pH değerlerinde gerçekleşebilmektedir.

CN102786258 (A) numaralı patent dokümanında ise asfalt karışımına eklenen iletken fiber maddelerin ısıtılması ile asfalt bağlayıcısının akışkanlığı arttırılmakta ve yapışma özelliği iyileştirilmekte, böylece asfalt kaplamasında meydana gelen çatlaklar tamir edilebilmektedir. Bu patent dokümanında gerçekleşen fiber maddelerin ısınması ile kendini iyileştirme olayı ise dışarıdan sağlanacak bir ısıtmaya muhtaçtır.

Buluşun Kısa Açıklaması

Mevcut buluşla, asfalt kaplamalı yollarda bağlayıcı hammadde olarak kullanılan ve kendi kendini iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için

üretim yöntemi geliştirilmektedir. Bahsedilen modifiye bitüm bileşimi, penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında olan bitümü ve katkı maddesi olarak ağırlıkça yüzdesi 0,1 ile 20 arasında olan en az bir iyonik sıvıyı içermektedir. Bahsedilen üretim yöntemi, penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında olan bitümün önceden tanımlı bir sıcaklığa ısıtılarak akışkan hale getirilmesi; akışkan hale getirilen bitümün bir karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir birinci süre boyunca karıştırılması; bitüm içerisine katkı maddesinin bir bölümünün eklenmesi; katkı maddesi eklenen bitümün bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir ikinci süre boyunca karıştırılması; katkı maddesi eklenmesi ve katkı maddesi eklenen bitümün karıştırılması adımlarının katkı maddesinin tamamı bitüme eklenene kadar tekrarlanması; katkı maddesinin tamamı eklendikten sonra elde edilen karışımın bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir üçüncü süre boyunca karıştırılarak modifiye bitüm bileşimi elde edilmesi adımlarını içermektedir.

Mevcut buluşla geliştirilen modifiye bitüm bileşiminde, katkı maddesi olarak iyonik sıvı kullanılması sayesinde bitüme hem yüksek sıcaklıkta hem de düşük sıcaklıkta kendi kendini iyileştirme özelliği kazandırılmakta, ayrıca, modifiye bitüm bileşiminin agregaya bağlanma özelliği de artırılmaktadır. Bahsedilen bu iyileşmeler, iyonik sıvıların polar gruplarının oluşturduğu bağlar ve alkil zincirlerin bitüm içerisinde sağladığı çözünme dolayısıyla meydana gelmektedir.

Bitümün kendi kendini iyileştirmesi/asfalt performansını arttırması amacıyla birçok katkı maddesi kullanılabilmektedir. Kendi kendini iyileştirme özelliğinin geliştirilmesi için fiber, bakteri vb. çok çeşitli katkı maddeleri kullanılırken, bitüm/asfalt performansının iyileştirilmesi için en sık kullanılan katkı maddeleri polimerlerdir. İyonik sıvıların tekli ve/veya ikili ve/veya çoklu olarak bitüm veya asfalt modifikasyonunda kendini iyileştirme/ asfalt performans özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanımına bu buluşa konu olan ürün içeriği ve üretim yöntemlerine benzeyecek şekilde bir örneğe rastlanmamaktadır.

Buluşun Amacı

Mevcut buluşun amacı, asfalt kaplamalı yollarda bağlayıcı hammadde olarak kullanılan ve kendi kendini iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için bir üretim yöntemi geliştirmektir.

Mevcut buluşun bir diğer amacı; asfaltta nano mikro ve meso ölçeklerde oluşmuş çatlakları makro ölçeklere ulaşmadan iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için bir üretim yöntemi geliştirmektir.

Mevcut buluşun, benzerlerine kıyasla en önemli avantajı, kendi kendini iyileştirme özelliğinin çeşitli dış etkenlere bağlı olarak sınırlı kalmamasıdır. Buluş kapsamında, kendi kendini iyileştirme özelliği, iyonik sıvıların polar gruplarının oluşturduğu bağlar ve alkil kuyruklarının bitüm içerisinde sağladığı çözünme ile meydana gelmekte, bu bakımdan bahsedilen diğer buluşlardan ayrılmaktadır.

Mevcut buluşun bir diğer amacı, iyonik sıvıların polar gruplarının agrega ve bitüm içinde polar gruplarla oluşturduğu iyonik ve/veya zayıf bağlar ve alkil zincirlerin bitüm içerisinde sağladığı çözünme sayesinde hem yüksek sıcaklıkta hem de düşük sıcaklıkta kendi kendini iyileştirme verimi yüksek olan bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için bir üretim yöntemi geliştirmektir.

Mevcut buluşun bir başka amacı, agregaya bağlanma özelliği iyileştirilmiş olan bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için bir üretim yöntemi geliştirmektir.

Mevcut buluşun bir diğer amacı, asfalt performansı iyileştirilmiş, yorulmaya karşı daha dirençli bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için bir üretim yöntemi geliştirmektir.

Şekillerin Açıklaması

Mevcut buluşla geliştirilen modifiye bitüm bileşiminin uygulama örnekleri ekli şekillerde gösterilmiş olup bu şekillerden;

Şekil 1; geliştirilen modifiye bitüm bileşiminin bir uygulamasının Zeta potansiyeli test sonucudur.

Şekil 2; geliştirilen modifiye bitüm bileşiminin bir diğer uygulamasının Zeta potansiyeli test sonucudur.

Buluşun Açıklaması

Petrol rafinerilerinin vakum distilasyon ünitelerinin dip ürünü olan bitümün, agrega ile karıştırılması ile asfalt elde edilmektedir. Bitüm, agrega taneciklerinin birbirine bağlanmasını sağlamaktadır. Bitüm kullanılan asfaltlarda, çevresel etkiler (örneğin sıcaklık veya baskı gibi) sebebiyle çatlaklar veya oturmalar oluşabilmektedir. Bu gibi durumlar, yol bakım ve onarım maliyetlerini arttırmaktadır. Bu sebeple mevcut buluşla, asfaltta oluşan çatlak ve oturma gibi problemleri en aza indirmek için kendi kendini iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi ve bahsedilen modifiye bitüm bileşimi için bir üretim yöntemi geliştirilmektedir.

Mevcut buluşla geliştirilen modifiye bitüm bileşimi, penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında (tercihen 40 ile 80 arasında) olan bitümü ve katkı maddesi olarak ağırlıkça yüzdesi 0,1 ile 20 arasında (tercihen 0,1 ile 5 arasında) olan en az bir iyonik sıvıyı içermektedir. Bahsedilen iyonik sıvı tercihen, imidazolyum grubundan olan bir iyonik sıvıdır. Bitüme katkı maddesi olarak iyonik sıvı eklenmesi sayesinde, iyonik sıvıların polar gruplarının oluşturduğu bağlar ve alkil kuyruklarının bitüm içerisinde sağladığı çözünme ile bitümün kendini iyileştirme ve agregaya bağlanma özellikleri iyileştirilmektedir. Geliştirilen formülasyonlarda farklı tip ve miktarlarda iyonik sıvıların kullanılmasıyla, farklı iklim ve trafik koşullarına uygun, asfaltta nano mikro ve meso ölçeklerde oluşmuş çatlakları makro ölçeklere ulaşmadan iyileştiren modifiye bitüm bileşimleri üretilebilmektedir. Böylece geliştirilen modifiye bitüm bileşiminin en az bir agrega ile karıştırılması ile üretilen asfalt kaplaması da buluş kapsamındadır.

Mevcut buluşla geliştirilen modifiye bitüm bileşiminin üretim yöntemi, penetrasyon değeri 20 ile 120 arasında (tercihen 40 ile 80 arasında) olan bitümün önceden tanımlı bir sıcaklığa (örneğin 90-120°C, daha detaylı olarak 100°C) ısıtılarak akışkan hale getirilmesi; akışkan hale getirilen bitümün bir karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir birinci süre (örneğin 30 dakika) boyunca karıştırılması; bitüm içerisine katkı maddesinin bir bölümünün (örneğin %1'lik kısmının) eklenmesi; katkı maddesi eklenen bitümün bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir ikinci süre (örneğin 3 dakika) boyunca karıştırılması; katkı maddesi eklenmesi ve katkı maddesi eklenen bitümün karıştırılması adımlarının katkı maddesinin tamamı bitüme eklenene kadar tekrarlanması; katkı maddesinin tamamı eklendikten sonra elde edilen karışımın bahsedilen karıştırıcı vasıtasıyla önceden tanımlı bir üçüncü süre (örneğin 30 dakika) boyunca karıştırılarak

modifiye bitüm bileşiminin elde edilmesi adımlarını içermektedir. Akışkan hale getirilen bitümün karıştırılması adımında, karıştırma hızı tercihen 250 rpm olmaktadır. Benzer şekilde, katkı maddesi eklenen bitümün karıştırılması adımında ve/veya katkı maddesinin tamamı eklendikten sonra elde edilen karışımın karıştırılması adımında karıştırma hızı 250 rpm olmaktadır.

Buluşun örnek bir uygulamasında, katkı maddesi olarak 1 butil-3-metil imidazolyum klorür kullanılmakta, katkı maddesinin ağırlıkça yüzdesi 0.1 ile 5 arasında olmakta ve bitüm olarak da penetrasyonu 40 ile 80 arasında olan bitüm kullanılmaktadır. Bu uygulama ile elde edilen modifiye bitüm bileşiminin, katkısız bitüme oranla iyileştirme değerleri tablo 1'de verilmektedir. Bahsedilen iyileştirme değeri kıyaslaması için, mevcut durumda standartlar dahilinde kullanılan MSCR (Multiple Stress Creep Recovery) testi modifiye edilmiş, böylece dinlenme süresinin ve test sıcaklığının modifiye bitüm bileşiminin ve katkısız bitümün kendini iyileştirme performansları üzerine etkileri belirlenmiştir. Buna ek olarak, modifiye bitüm bileşiminin düşük sıcaklıkta kendini iyileştirme özelliğini belirlemek amacıyla Fraass Kırılma Noktası cihazında yeni bir yöntem geliştirilmiş, sonrasında bu yöntem kullanılarak modifiye bitüm bileşimi ile katkısız bitüm için elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Bahsedilen yöntemde numuneler Fraass Kırılma Noktası cihazında, düşük sıcaklıkta, numunede kırılma görülmeyecek bir hızda belirli bir süre bükmeye maruz bırakılmış, sonrasında farklı süreler boyunca dinlenme periyodlarına tabi tutulmuş ve bu sürenin sonunda daha yüksek bir bükme hızında, numunede kırılma görülünceye kadar bükülmüştür. Sonrasında, numunede kırılma görülene kadar geçen süreler kıyaslanmış, böylece modifiye bitüm bileşimlerinin düşük sıcaklık performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu testlere ek olarak, modifiye bitüm bileşiminin agrega ile etkileşiminin belirlenmesi için soyulma mukavemeti testi de gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, modifiye bitüm bileşimi ile agrega/filler malzeme arasındaki elektrostatik etkileşimlerin ölçülebilmesi amacıyla bitüm-ince agrega/filler karışımları hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlara, dispersiyona bir elektrik alan uygulanması ve dispersiyon içerisindeki parçacıkların kendilerine ters yükteki elektrotlara çekilme hızlarının belirlenmesi esasına göre belirlenen Zeta potansiyeli ölçümleri yapılmış olup ilgili test sonuçları Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Deney Adı	Katkısız Bitüme Oranla Sağlanan İyileşme (%)
Modifiye MSCR (64 °C'de)	17.5
Modifiye MSCR (70 °C'de)	32.4
Fraass Kırılma Noktası Cihazında Geliştirilen Yöntem	210
Soyulma Mukavemeti Testi	7.8

Tablo – 1

Tablo 1'deki sonuçlara bakıldığında iyonik sıvı katkılı bitüm bileşiminin, kendi kendini iyileştirme özelliğinin katkısız bitüme oranla çok daha iyi olduğu görülmektedir. İyonik sıvıların hidrokarbon vb. çok çeşitli maddeler için iyi birer çözücü oldukları göz önüne alındığında, yüksek sıcaklıklarda dinlenme süresinin kendi kendini iyileştirme özelliği üzerine etkilerini ölçmeyi amaçlayan modifiye MSCR testinde elde edilen iyileşmeler, iyonik sıvıların bitüme kattıkları lokal mobilizasyon sayesinde mikro boyuttaki çatlakların kapatılabilmesi ile ilişkilendirilebilir. Fraass Kırılma Noktası cihazında geliştirilen test ile Soyulma Mukavemeti testlerinde elde edilen iyileşmeler ise iyonik sıvıların polar kısımlarının bitüm- agrega molekülleri arasındaki çekimi kuvvetlendirmesi/ bağ yapımına olanak sağlaması ile açıklanabilir. Bu uygulamada belirtilen formülasyon ile bitüm fazında hem düşük, hem de yüksek sıcaklıkta kendini iyileştirme özelliğinde iyileşmeler sağlanabilmiştir. Geliştirilen ürünlerin depolama ve taşınma uygunlukları için yapılan stabilite çalışmaları kapsamında, modifiye bitüm bileşimlerinin asfalt karışımı öncesinde (rafineri sahası içinde depolama ve/veya asfalt plentlerine taşınım esnasında) depolandığında homojenliğini koruyup korumadığının belirlenmesi için modifiye bitüm bileşimleri farklı süreler boyunca (1 gün, 1 hafta, 1 ay) depolandıktan sonra bitümlere viskozite ölçümleri yapılmış ve farklı süreler boyunca depolanan bitümlerdeki viskozite değişiklikleri gözlenmiştir. İlgili gözlem sonuçları, tablo 2'de verilmektedir. Elde edilen sonuçlar, hazırlanan modifiye bitüm bileşimlerinin 1 hafta veya 1 aya kadar depolanmaları durumunda viskozitelerinde yaklaşık %2.5'lik bir değişim olduğunu, dolayısıyla ürünlerin homojenliklerini kaybetmediğini göstermektedir. Bu bağlamda geliştirilen ürün formülasyonları son tüketiciye ulaşana kadar depolama, taşınma vb. süreçlerde

homojenliklerini kaybetmeyecek ve uygulama sonrası yüksek performans vermeye devam edecektir.

Numune adı	Viskozite (Cp)
1. gün numune	488
7. gün numune	475
30.gün numune	475

Tablo – 2

Buluşun bir diğer örnek uygulamasında, katkı maddesi olarak 1-hekzadesil-3-metil imidazolyum bis triflorometilsülfonil kullanılmakta, katkı maddesinin ağırlıkça yüzdesi 0.1 ile 5 arasında olmakta ve bitüm olarak da penetrasyonu 40 ile 80 arasında olan bitüm kullanılmaktadır. Bu uygulama ile elde edilen modifiye bitüm bileşiminin, katkısız bitüme oranla iyileşme değerleri tablo 3'te verilmektedir. Ayrıca, geliştirilen formülasyonun asfalt performansını belirlemek amacıyla hazırlanan ürün ile, elek analizi sonuçları tablo 4'te belirtilen agrega kullanılarak, asfalt numuneleri hazırlanmış ve hazırlanan numunelere EN 12697-24E ve EN 12697-26C standartları kapsamında yorulma ve genlik testleri yapılmıştır. Modifiye bitüm bileşimi ile agrega/filler malzeme arasındaki elektrostatik etkileşimlerin ölçülebilmesi amacıyla bitüm- ince agrega/filler karışımları hazırlanmış, hazırlanan karışımlara Zeta potansiyeli ölçümleri yapılmış olup ilgili test sonuçları Tablo 3, Tablo 5 ve Şekil 2'de verilmektedir.

Deney Adı	Katkısız Bitüme Oranla Sağlanan İyileşme (%)
Soyulma Mukavemeti Testi	15
Fraass Kırılma Noktası Cihazında Geliştirilen Yöntem	230

Tablo – 3

KULLANIM ORANI		10%	47%	43%	KARIŞIM GRADASYONU	K.T.Ş. 2013 AŞINMA TİP1 TABAKASI LİMİTLERİ			
ELEK AÇIKLIĞI (İnç)	(mm)	12-19 mm bazalt	5-12 mm bazalt	0-5 mm kalker		ŞARTNAME		İŞYERİ KARIŞIM FORMÜLÜ	
¾"	19,0	100.0			100.0	100		100	
½"	12,5	19.4	98.9		91.4	88	100	88	95
3/8"	9,5	1.1	77.6	100.0	79.6	72	90	76	84
No 4	4,75	0.8	15.1	96.8	48.8	42	52	45	52
No 10	2,00	0.8	2.0	59.9	26.8	25	35	25	30
No 40	0,425	0.7	1.6	27.0	12.4	10	20	10	15
No 80	0,180	0.6	1.2	19.6	9.1	7	14	7	12
No 200	0,075	0.6	1.0	12.0	5.7	3	8	4	8

Tablo 4

Deney Adı	Katkısız Bitüme Oranla Sağlanan İyileşme (%)
Yorulma (EN 12697-24E)	30
Genlik (EN 12697-26C)	15

Tablo 5

Bu örnekte belirtilen formülasyon ile hem bitüm fazında düşük sıcaklıkta kendini iyileştirme özelliği, hem suyun ve trafiğin etkisinde bitümün agregaya yapışma özelliğini ölçen soyulmaya karşı direnç, hem de asfalt performansı konularında katkısız bitüme kıyasla iyileşmeler sağlanmıştır. Soyulma mukavemeti testinde sağlanan iyileşme, yapılan Zeta potansiyeli ölçümleri ile bir anlamda doğrulanmıştır. Hem bitüm fazında düşük sıcaklık performansında, hem soyulmaya karşı direnç hem de asfalt performans özelliklerinde sağlanan iyileşmeler ışığında, geliştirilen bu formülasyonun hem düşük sıcaklık ve yağışlı iklim bölgelerinde, hem de trafik yükünün yoğun olduğu bölgelerde kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir. Geliştirilen ürünlerin depolama ve taşınma uygunlukları için yapılan stabilite çalışmaları kapsamında, modifiye bitüm bileşimlerinin asfalt karışımı öncesinde (rafineri sahası içinde depolama ve/veya asfalt plentlerine taşınım esnasında) depolandığında homojenliğini koruyup korumadığının belirlenmesi için modifiye bitüm bileşimleri farklı süreler boyunca (1 gün, 1 hafta) depolandıktan sonra bitümlere viskozite ölçümleri yapılmış ve farklı süreler boyunca depolanan bitümlerdeki viskozite değişiklikleri

gözlenmiştir. İlgili gözlem sonuçları, tablo 6'da verilmektedir. Elde edilen sonuçlar, 7. gün sonunda viskozite değişiminin %2.8 oranında olduğunu göstermekte, bu da hazırlanan modifiye bitüm bileşimlerinin depolanma ve taşınma süreçlerinde homojenliklerini kaybetmeyeceğini ifade etmektedir. Bu bağlamda geliştirilen ürün formülasyonları son tüketiciye ulaşana kadar depolama, taşınma vb. süreçlerde homojenliklerini kaybetmeyecek ve uygulama sonrası yüksek performans vermeye devam edecektir.

Numune adı	Viskozite (Cp)
1. gün numune	438
7. gün numune	425

Tablo – 6

Buluşun bir başka örnek uygulamasında, katkı maddesi olarak ağırlıkça yüzde 0.1 ile 5 aralığında 1 butil-3-metil imidazolyum klorür ve ağırlıkça yüzde 0,1 ile 5 aralığında 1-hekzadesil-3-metil imidazolyum bis trifloromet ilsülfonil kullanılmakta ve bitüm olarak da penetrasyonu 40 ile 80 arasında olan bitüm kullanılmaktadır. Bu uygulama ile elde edilen modifiye bitüm bileşiminin, katkısız bitüme oranla iyileştirme değerleri tablo 7'de verilmektedir.

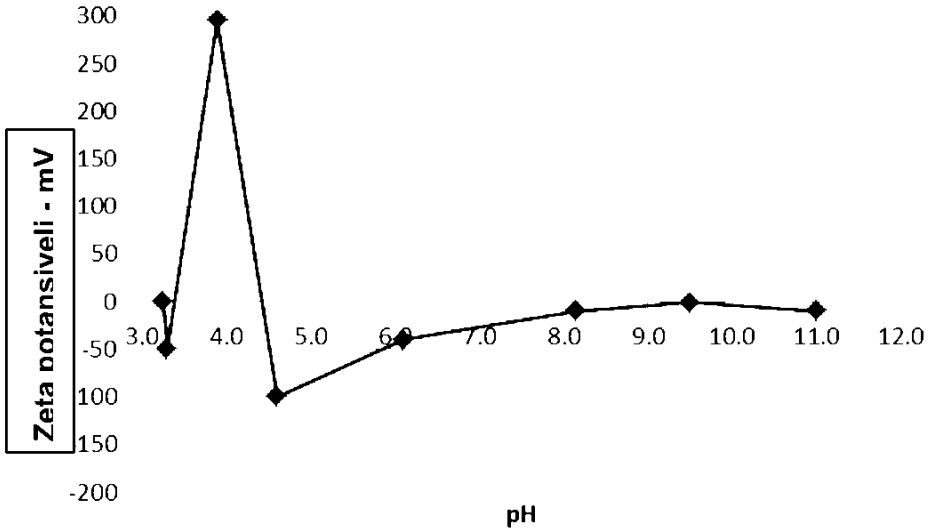
Deney Adı	Katkısız Bitüme Oranla Sağlanan İyileşme (%)
Soyulma Mukavemeti Testi	30.8
Modifiye MSCR (70 °C'de)	17.3
Yorulma (EN 12697-24E)	122

Tablo – 7

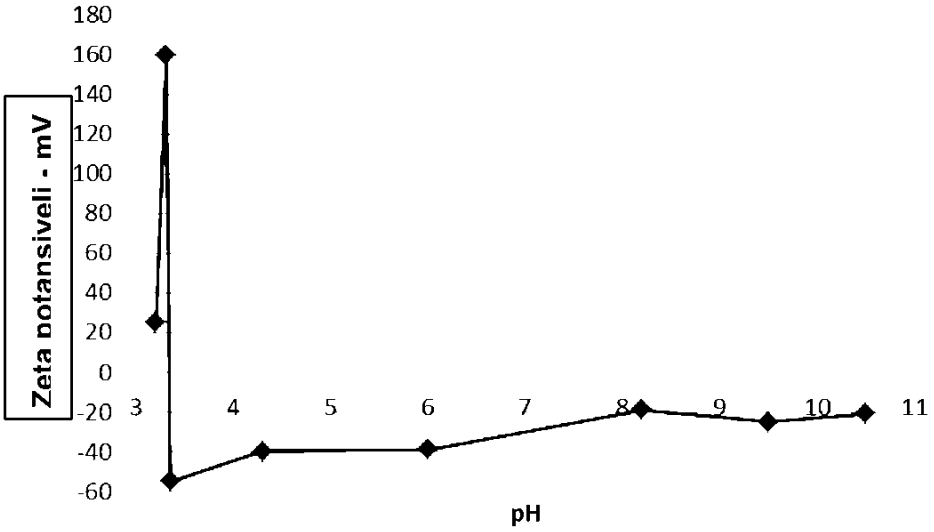
İki farklı iyonik sıvının bitüme birlikte katıldığı bu örnekte, ikili etkileşimler sebebiyle iyonik sıvıların tek başlarına katıldıkları durumlara kıyasla çok daha olumlu sonuçlar elde edilebildiği belirlenmiştir. İki farklı iyonik sıvının bitüme birlikte katılması durumunda her iki iyonik sıvının bitüme kattığı olumlu özelliklerin korunabildiği ve iyonik sıvıların tek başlarına bitüme katıldığındaki durumdan farklı özelliklerde gözle görülür iyileşmeler sağlanabildiği tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde bu örnekte belirtilen

formülasyonun, sıcak ve yağışlı iklim bölgeleri ile trafik yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir.

Mevcut buluşla asfaltta nano mikro ve meso ölçeklerde oluşmuş çatlakları makro ölçeklere ulaşmadan iyileştiren bir modifiye bitüm bileşimi geliştirilmektedir. Buluş kapsamında katkı maddesi olarak iyonik sıvı kullanılması sayesinde, iyonik sıvıların polar gruplarının oluşturduğu bağlar ve alkil kuyruklarının bitüm içerisinde sağladığı çözünme ile bitümün kendini iyileştirme ve agregaya bağlanma özellikleri iyileştirilmektedir. Mevcut buluş kapsamında geliştirilen modifiye bitüm bileşimi ayrıca çatı kaplamalarında da kullanılabilmektedir.



Şekil – 1



Şekil – 2