

Magnezyum Temelli Metalik Katkının Asfalt Bağlayıcının Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Mustafa ÇALIŞICI*, Ebru DÖNDÜ

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 31200, İskenderun

YAYIN BİLGİSİ

Tarihçe:

Alınış: Aralık 2019
Kabul: Aralık 2019
Online Yayınlanma: Aralık 2019

Anahtar Kelimeler:

Magnezyum temelli katkı
Asfalt modifikasyonu
Asfaltın fiziksel özellikleri

ÖZET

Bitümlü malzemeler ülkemizde ve dünyada en çok kullanılan ve en eski mühendislik malzemelerindendir. Gelişen dünya ile birlikte yolların taşınması gereken yük miktarlarındaki artış ve bununla birlikte teknolojinin getirdiği yenilikler ile gelen konfor beklentisi, bitümlü malzemenin çeşitli katkılarla modifiye edilerek daha üstün özellikli bir bağlayıcı olması gerekliliğini ortaya koymuştur. Araştırmacıların oldukça yoğunlaştığı bir alan olan yolların daha uzun ömürlü olması, üzerine gelen trafik yüklerine daha dayanıklı ve çevre etkilerine daha az duyarlı olması için oldukça yoğun çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada yeni sentezlenen magnezyum temelli metalik katkı (MTMK) asfalt bağlayıcıya ağırlıkça %10 ilavesinin bağlayıcının fiziksel özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve sonuçta katkının bitümün penetrasyon ve duktilitesini arttırdığı, yumuşama noktası ve kütle kaybını azalttığı belirlenmiştir. Katkının aynı zamanda bitümlü sıcak karışımın Marshall stabilite değerinde de artış yaptığı tespit edilmiştir.

Effects of Magnesium-Based Metallic Additive on Physical Properties of Asphalt Binder

ARTICLE INFO

History:

Received: December 2019
Accept: December 2019
Available online: December 2019

Keywords:

Magnesium-Based Additive
Asphalt Modification
Physical properties of asphalt

ABSTRACT

Bituminous materials are the most used and oldest engineering materials in our country and in the world. With the developing world, the increase in the amount of load that the roads should carry and the expectation of comfort with the innovations by the technology revealed that the bituminous material should be modified with a variety of additives to be a superior binder. Researchers concentrated on pavements to be longer lasting and to be more resistant to incoming traffic loads and to be less sensitive to environmental impacts. In this study, the effects of the additive on the physical properties of the asphalt binders were investigated by adding magnesium based metallic additive (MTMK) to the asphalt binder in 10% ratio and as a result, it increased the penetration and ductility of asphalt binder and reduced softening point and mass loss. Also It has been found that the additive also increases Marshall stability value of the asphalt mixture.

1. Giriş

Gelişen yeni teknolojilerin izin vermesiyle taşımacılık yapılan kamyon gibi araçların yük taşıyabilme kapasitelerinin artması, dolayısıyla yol kaplamalarının taşınması gereken yükün artması, bunun yanında trafik hacmindeki artışlar, çevre etkileri ve yapım esnasında yapılan hatalar kaplamanın erken bozulmasına ve servis ömrünün azalmasına neden olmaktadır (Çalışıcı, 2009). Bu

şartlar altında ekonomik, güvenli ve sürüş kalitesi yüksek kaplamaların sürekliliği için yol üstyapılarının daha yüksek performanslı ve bozulmalara karşı daha dirençli olarak tasarlanması zorunlu hale gelmiştir. Günümüzde yol kaplamalarında kullanılan asfalt bağlayıcı petrolün damıtılmasından elde edilen su geçirmeye karşı dayanıklı, gerektiği kadar yapışkan, birçok fazdan oluşmuş bir malzemedir. Asfalt bağlayıcılar çok karmaşık kimyasal yapıya sahiptirler, ancak her ne

kadar damıtmaya maruz kaldığında kimyasal yapısında değişimler olsa da, kimyasal karakter bakımından orijinal kaynağının yani ham petrolün özelliklerine çok yakındırlar. Yol kaplamalarında kullanılan asfalt bağlayıcının kimyasal birleşimi temel olarak hidrokarbonlar, oksijen-nitrojen ve sülfür temelli birleşiklerden oluşmaktadır. Farklı petrol kuyularından veya aynı kuyudan farklı zamanlarda alınan bitümlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri farklılık gösterebilmektedir.

Modifiye asfaltlar, normal asfalt bağlayıcıya kimyasal katkı eklenerek, bağlayıcının kimyasal yapısının veya fiziksel ve mekanik özelliklerinin değiştirilmesi için hazırlanırlar. Asfaltların modifiye edilmesi başlıca; düşük sıcaklıklar için daha yumuşak karışımlar elde etmek ve çatlakları azaltmak, yüksek sıcaklıklar için daha sert karışımlar elde etmek ve tekerlek izinde oturmayı azaltmak, yapım sıcaklıklarında viskoziteyi düşürmek, işlenebilirliği ve sıkışmayı iyileştirmek, karışım dayanımını ve stabilitesini arttırmak, karışımın düşük ısı çatlağını azaltmak şeklinde özetlenebilir. Literatürde asfaltın modifiye edilerek çeşitli özelliklerini geliştirme konusunda birçok çalışma mevcuttur.

Yu ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı içerikte montmorillonite (MMT) ve organomodifiye montmorillonite (OMMT) ile sıcak karışım yapılarak modifiyeli bitümler elde edilmiş ve katkının bitümlü bağlayıcının fiziksel özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. X ışını kırınımı (XRD) sonuçlarına göre MMT modifiyeli bitümler zamanla yapısal form kazanırken, OMMT modifiyeli bitümler ise katmanlarına ayrılmıştır. MMT ve OMMT katkılarının ilavesi ile bitümlerin yüksek sıcaklıkta yumuşama noktası ve viskozitesinin artmış olduğu anlaşılmıştır. MMT ve OMMT modifiyeli bitümler daha yüksek kompleks modüle sahip olurken, daha düşük faz açısına sahip olmuşlardır. Sonuç olarak MMT ve OMMT modifiyeli bitümlerin yüksek ısıda tekerlek izine daha yüksek dayanım gösterebilmelerine neden olan visko-elastik davranışı artmıştır. MMT ile kıyaslandığında OMMT'nin yumuşama noktasına ve tekerlek izi dayanımına daha iyi etkileri olduğu tespit edilmiştir. Depolama stabilitesi etkileri incelendiğinde ise, MMT veya OMMT ile modifiye edilen bitümler montmorillonite içeriği %3'ün altında olduğu sürece oldukça istikrarlı bulunmuştur (Yu JY vd., 2007).

Khodaii (2009) tarafından yapıya bir çalışmada, çeşitli polimer katkı ile modifiye edilmiş bitümlerin değerlendirilmesinde daha hassas metotların olması gerektiği vurgulanmış ve yapılan çalışmada orijinal ve SBS modifiyeli bitümlere

dinamik sünme testleri uygulanmıştır. Çalışma esnasında ayrıca iri taneli malzeme ile ince taneli malzemenin de kalıcı deformasyon potansiyeli incelenmiştir. Kalıcı deformasyona daha iyi dayanım gösteren tip gradasyona polimer ilavesiyle mekanik davranışı geliştirilmeye çalışılmıştır. Sonuçta numunelerin çekme davranışı Zhou üç aşamalı çekme modeli ile tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ince taneli karışımların kaba taneliye göre kalıcı deformasyona daha fazla duyarlı olduğu bulunmuştur (Khodaii ve Mehrara, 2009).

Çalışıcı ve ark. (2018) asfalt bağlayıcıyı çeşitli oranlarda diethylene glycol ile modifiye etmiş, sonuçta katkı maddesinin asfalt çimentosunun yaşlanmaya karşı direncini arttırdığını göstermişlerdir. Ayrıca kullanılan katkı maddesinin asfaltın Marshall stabilitesini de %11 arttırdığını tespit etmişlerdir (Çalışıcı vd., 2018).

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Malzeme

Bu çalışmada, asfalt bağlayıcı olarak bahsedilen kaplama malzemesi TS 1081 EN 12591 standardına göre Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yol ağındaki bitümlü sıcak kaplamalarda en çok kullanılan 50/70 sınıfı asfalt çimentosudur. Katkısız yani orijinal asfalt bağlayıcının fiziksel özellikleri Tablo 1'de sunulduğu gibidir.

Tablo 1. Asfalt bağlayıcının fiziksel özellikleri

Özellik	Değer	Standart
Özgül ağırlık 25°C (g/cm ³)	1,02	ASTM D-70
Penetrasyon 25°C (dmm)	53	ASTM D-5
Viskozite 140 °C, (Pa.s)	0,212	ASTM D-4402
Yumuşama Noktası (°C)	46,5	ASTM D-36

Marshall stabilitesi için hazırlanan numunelerde bazalt tipi agrega kullanılmış olup bu agregaya ait fiziksel özellikler Tablo 2 de görülmektedir.

Tablo 2. Agregaların fiziksel özellikleri

Özellik	Değer
Kaba agrega özgül ağırlığı (Hacim)	2,814
(Zahiri)	2,849
İnce agrega özgül ağırlığı (Hacim)	2,822
(Zahiri)	2,854
Filler özgül ağırlığı (Hacim)	-
(Zahiri)	2,821

2.2. Yöntem

MTMK ile modifiye edilen asfalt bağlayıcının ısı karşısındaki davranışı ve akıcılığı için orijinal ve modifiye bağlayıcılara ayrı ayrı dönel viskozite testi uygulanmıştır (ASTM D 4402; AASHTO TP 48). Ayrıca yumuşama noktası (ASTM D 36; AASHTO T-53), 15°C’de düktilite (ASTM D113; AASHTO T-51) ve penetrasyon (ASTM D5; AASHTO T-49) deneylerine tabi tutularak katkıının bağlayıcının fiziksel özelliklerine etkileri incelenmiştir. Sonuçta katkıının bağlayıcının performans özelliklerine etkilerinin belirlenmesi için de Marshall stabilite testi (ASTM D 6927; AASHTO T-245) yapılmıştır.

Dönel viskozite testi Brookfield DVIII Ultra model Reometre kullanılarak yapılmıştır. Asfalt bağlayıcı numunesi önce 140°C’ye kadar etüvde ısıtılmış, reometrenin termoseli de önceden 150°C’ye ayarlanmıştır. Termosel 150°C olduğunda içindeki bitüm numunesi 135°C olmaktadır. Daha sonra numune termosele yerleştirilip 20 dakika ısı kararlılığın sağlanması beklenmiş ve ardından birer dakika aralıklarla üçer ölçüm yapıp ortalamaları alınmak suretiyle numunelerin viskoziteleri elde edilmiştir. MTKM katkısı hazırlanmasında katkı bağlayıcıya çeşitli oranlarda 130°C’lik yağ banyosu ortamında, karıştırıcının 1300 devir dönüş hızı ile 15 dakikalık karıştırma süresi boyunca karıştırılmış modifiye edilmiş bitüm elde edilmiştir. Marshall stabilite testi, bitümlü karışımların laboratuvar karışım tasarımında kullanılmakta olup, Marshall test aparatı kullanılarak bitümlü karışımlardan hazırlanan silindirik briketlerin yanal yüzeylerine yükleme yaparak plastik akmaya karşı direnç ölçümünü kapsamaktadır (Çalışıcı, 2009). Bu çalışmada dizayn için Aşınma Tip 2 seçilmiş öncelikle modifiye edilmemiş bitüm kullanılarak dizayn

yapılmış ve optimum bitüm oranı %4,7 olarak elde edilmiştir. Şekil 1’de Marshall stabilite testinde kullanılan silindirik numuneler görülebilmektedir.

**Şekil 1.** Marshall stabilite testi numuneleri

3. Sonuç ve Öneriler

MTMK katkısıyla %10 oranında modifiye edilmiş asfalt bağlayıcı numuneleri ile orijinal asfalt bağlayıcı numuneleri, penetrasyon, yumuşama noktası, dönel viskozite, düktilite ve kütle kaybı testlerine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 2’te sunulmuştur.

Tablo 2. Orijinal ve modifiye edilmiş asfalt bağlayıcının reolojik özellikleri

Asfalt türü	Pen. 25°C dmm	Yumuşama nok. (°C)	Dönel viskozite (135°C Pa.s)	Kütle Kaybı (%)
Orijinal asfalt	53	46,5	0,262	0,335
MTMK asfalt	65	41,2	0,160	0,570

Tablo 2’de görüldüğü gibi asfaltın modifiye edilmesi ile bitümün penetrasyon noktası yaklaşık %22,6’lık bir artış göstermiştir. Aynı zamanda yumuşama noktasında ise %11,3’lük bir düşüş meydana gelmiştir. Modifiye öncesi ve sonrası dönel viskozite sonuçları incelendiğinde meydana gelen kıvam değişimi neticesinde viskozite değeri ise yaklaşık %38 azalmıştır. Düktilite testinde ise orijinal asfalt bağlayıcısındaki uzama ve MTKM ile modifiye edilmiş asfalt numunelerindeki uzamalar standartları sağlamış yani her iki bağlayıcıda da 100 cm’yi geçmiştir. Benzer şekilde kütle kaybında %1 olan standart kütle kaybı değeri %10 katkılı bağlayıcı ile de sağlanmıştır.

MTMK'nın performans üzerindeki etkisini anlamak için modifiye edilmiş asfalt bağlayıcı ve orijinal asfalt bağlayıcı ile hazırlanan asfalt sıcak karışımlar Marshall stabilite testine tabi tutulmuş ve sonuçları Tablo 3'deki sunulmuştur.

Tablo 3. Orijinal ve modifiye edilmiş asfalt bağlayıcı ile yapılan Marshall testi sonuçları

Bağlayıcı türü	Marshall Stabilite (Kgf)
Modifiye öncesi asfalt	862
Modifiye sonrası asfalt	908

Tablo 3 'e dikkat edilirse bağlayıcının modifiye edildikten sonra stabilitesinin %5,3'lük bir artışa sahip olduğu hesaplanabilmektedir.

Yapılan tüm deneyler ve elde edilen sonuçlar neticesinde MTKM ile modifiye edilen asfalt bağlayıcının fiziksel özelliklerinde bir takım değişimler meydana geldiği tespit edilmiş ve katkının bağlayıcının performans özelliklerini arttırdığı belirlenmiştir. %10'luk bir katkı oranı ile asfalt betonunun Marshall stabilite değerini %5,3 oranında arttırmıştır. Ayrıca penetrasyon değerinde oluşan artış, dönel viskozite testi neticesinde viskozite değerindeki düşüş ve buna rağmen stabilite artışı katkının pozitif yönleri şeklinde yorumlanabilir. Yapılan duktilite testi ile uzama kaybı yaşamayan Modifiye bağlayıcı için serin veya iklimin daha soğuk olduğu bölgelerde kullanıma elverişli olduğu söylenebilir. Ancak her ne kadar fiziksel özelliklerindeki değişimler ve Marshall stabilitesindeki artış tespit edilmiş olsa da katkının bitümün reolojik özelliklerine etkilerinin de incelenmesi gerektiği önerilmektedir.

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye'de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği'nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE'2019) sunulmuştur

Kaynakça

- [1] Çalışıcı M 2009. Bitümün Sentetik Metal ve Polimer Katkı Maddeleriyle Yaşlanma Direncinin Arttırılması. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [2] Çalışıcı M, Gürü M, Çubuk MK, Cansız ÖF 2018. Improving the aging resistance of bitumen by addition of polymer based diethylene glycol. Construction and Building

Materials, Volume 169, 2018, Pages 283-288, ISSN 0950-0618.

- [3] Khodaii A, Mehrara A 2009. Evaluation of permanent deformation of unmodified and SBS modified asphalt mixtures using dynamic creep test. Construction and Building Materials, 23: 2586–2592.
- [4] Yu JY, Feng PC, Zhang HL, Wu SP 2009. Effect of organo-montmorillonite on aging properties of asphalt. Construction and Building Materials, 23: 2636–2640