

# BİTÜMLÜ BAĞLAYICI VE ASFALT KARIŞIMLARININ NANO MALZEMELERLE MODİFİKASYONU

Hameedullah RAUFI\*

## ÖZ

Asfalt karışımlarının ana bileşeni olan bitüm, yük şiddetine ve sıcaklığın değişimine karşı oldukça hassastır. Bu faktörler ise asfalt kaplamalarda tekerlek izi, yorulma çatlakları, termal çatlakları ve soyulma gibi neme bağlı bozulmaları gibi çeşitli sıkıntı şekillerine yol açmaktadır. Bu sıkıntıların ortaya çıkmasıyla asfalt kaplamanın yapısı başarısızlığa neden olup beklenen bir performans göstermemektedir. Asfalt kaplamanın bu olumsuz koşullara dayanabilmesi için saf bitüm bağlayıcının modifikasyonu kaçınılmaz bir seçenektir.

Nanomalzemeler, nespetin daha yüksek aktif yüzey alanı ve kuantum etkileri yaratan küçük boyutları sahip çok benzersiz özelliklere gösteren malzemeler olduğu için araştırma alanında çok dikkat çekmiştir. Yaygın olarak ortaya çıkan bu sıkıntılara karşı asfalt kaplamaların genel performansını iyileştirme amacıyla bitüme nanomalzemelerin katması çok araştırılmıştır. Bu konuyu özellikle son on yılda araştırmak için önemli miktarda çalışma yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, bitüm ağırlığınca %2, %4 ve %6 nano-Bentonit, %3, 6% ve %9 nano-CaCO<sub>3</sub> ve %0,1, %0,2 ve %0,3 nanoteknoloji temelli nano-organosilan sıvı katkı maddesi olmak üzere üç tür nanomalzeme 50/70 penetrasyonlu bitüme eklenmiştir. Nano modifiye bitüm numunelerini hazırlamak için yüksek-hızlı bir karıştırıcı kullanılmıştır. Bitümlü fazda nanopartiküller ve nanoteknoloji temelli sıvı katkı maddesinin dağılımını gözlemek amacıyla floresan mikroskopi (FM) kullanılmıştır. Bitümlü sıcak karışım (BSK) 'nın hazırlanması için asınma tabakada kullanılan tip-1 gradasyonlu kireçtaşı kullanılmıştır.

---

\* Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, 35160 İzmir, Türkiye

Bu çalışmanın amacı, bitümlü bağlayıcının fiziksel ve reolojik özelliklerine yönelik her üç tip nanomalzemenin bitüm içindeki etkisini değerlendirmek nanomalzemeler için bitüm örnekleri ile hazırlanan asfalt karışımlarının mekanik davranış ve performanslarını incelemektir. Bu amaçla saf ve nano modifiye edilmiş bitüm örnekleri üzerinde bazı geleneksel ve reolojik deneyler yapılmıştır. Dinamik Kayma Reometresi (DSR), nanomodifiye bağlayıcıların reolojik davranışını değerlendirmek için kullanılmış, en yüksek kritik sıcaklıktaki performans derecelendirmesi (PG) ve farklı frekanslar ve sıcaklıklardaki reolojik davranış, kompleks modülü ( $G^*$ ) ve faz açısı ( $\delta$ ) değerlerini elde edilmiştir. Optimum bitüm içeriğini belirlemek ve mekanik özellikleri incelemek için Marshall stabilite ve akma deneyi, hem kontrol hem de nanomalzemeleri içeren asfalt karışımları üzerinde uygulanmıştır. Son olarak, numunelerin neme karşı duyarlılığı belirtmek için modifiye Lottman deneyi (AASHTO T283) uygulanmış ve çekme direnme oranları (TSR, %) elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, nanomalzemelerin bitümün fiziksel özellikleri (penetrasyon, yumuşama noktası) üzerinde büyük etkisi olmadığını göstermiştir. Buna karşın, nanomalzemeler saf bitüm bağlayıcının yüksek sıcaklık performansını, yaşlanma direncini, depolama kararlılığını ve reolojik özelliklerini geliştirmiştir. Genel olarak, nanomalzemeli asfalt karışımlar kontrol karışımına göre daha düşük optimum bitüm içeriği değerleri vermiştir. Nano-Bentonit kullanımı Marshall stabilite değerlerini yükseltmiş ancak nano- $\text{CaCO}_3$  ve nano-organosilan kullanımı kontrol karışımı ile karşılaştırıldığında stabilite bakımından etkili olmadığı görülmüştür. Modifiye Lottman deneyi sonuçları, kontrol karışımları ile karşılaştırıldığında her üç katkı özellikle nano-organosilan'ın TSR değerlerinde artışa neden olduğunu bildirilmiştir. Bu durum nanomalzemelerin sudan kaynaklanan bozulmalara karşı direncin artışının bir göstergesidir.

**Anahtar Kelimeler:** Nanomalzemeler, nano-Bentonit, nano- $\text{CaCO}_3$ , nano-organosilan, floresan mikroskopi, modifikasyon, BSK, neme karşı duyarlılık