

TÜRKİYE BİTÜMLERİNİN PERFORMANS SINIFLARININ BELİRLENMESİ

A. Gürkan GÜNGÖR¹ Ahmet SAĞLIK²

ÖZET

Daha yüksek performanslı bitümlü kaplamalar geliştirmek amacıyla, Amerika'da Stratejik Karayolu Araştırma Programı (SHRP) çerçevesinde, 1987 yılında başlanan ve 1993 yılında tamamlanan Superpave sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde geleneksel deneylerle birlikte, iklim şartlarını göz önünde bulunduran performans deneyleri de yer almıştır.

Bu çalışma kapsamında, Superpave yöntemi kriter alınarak, basınçlı yaşlandırma kabı (PAV), döner ince film halinde ısıtma deneyi (RTFO), kırılgan eğilme reometresi (BBR) ve dinamik kesme reometresi (DSR) kullanılarak Türkiye'de üretilen bitümlerin hangi sıcaklık aralığında çalıştıkları belirlenmiş, yapılan çalışmaların ayrıntıları aktarılmıştır.

1. GİRİŞ:

Bitümün viskoelastik bir davranış sergilemesinden dolayı, davranışı hem yüklemeye, hem de sıcaklık koşullarına bağlıdır. Bitüm, sıcak iklim koşullarında ve sürekli yüklemeye durumunda viskoz bir sıvı gibi davranırken, soğuk iklim koşullarında veya kısa süreli yük uygulamalarında ise elastik katılar gibi davranış gösterir. Normal iklim koşullarında, bitümlü bağlayıcılar, hem viskoz sıvı ve hem de elastik katı madde özelliklerini gösterecek şekilde davrandıklarından, yol kaplamalarında büyük oranda tercih edilmektedir.

SHRP (Strategic Highway Research Program) tarafından, 1987 yılında, mevcut fiziksel test yöntemlerindeki eksikliklerin fark edilmesiyle beraber, bitümün performans özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yeni deney yöntemleri üzerinde çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, Superpave bağlayıcı standartları ortaya çıkmıştır. Superpave standartları ile geleneksel bitümlü bağlayıcı standartları arasındaki en önemli ayrımlardan biri, Superpave standardında bütün performans sınıfları (PG) için gerekli fiziksel özellikler aynı kalsa da, bağlayıcının kullanılacağı iklime bağlı olarak test sıcaklığı değişmektedir. Performans sınıfı bağlayıcıların seçiminde, kaplamanın hizmet edeceği bölgenin iklim koşulları doğrudan ön plana çıkmaktadır.

1. İnş. Yük. Müh., KGM, Üstyapı Şubesi Müdürlüğü, Ankara

2. İnş. Müh., KGM, Üstyapı Şubesi Müdürlüğü, Ankara

Yüksek performanslı bitümlü kaplama (SUPERPAVE) yönteminde bitümler, sıcaklık koşullarında gösterdikleri performanslara göre sınıflandırılmıştır. Bu nedenle, bu tür bitümlere “Performans Sınıfı (Performance Grade)” bitüm adı verilmiş ve PG simgesi ile tanımlanmıştır. Sistemde, bağlayıcının tanımlanması için yapılan deneylerde bitümden beklenen özellikler aynıdır. Ancak bu özelliklerin beklendiği sıcaklıklar farklılık gösterir. Yani, performans sınıfı bitümlerde fiziksel özellikler sabit kalır; ancak, bu özelliklerin elde edileceği sıcaklıklar kaplamanın yapılacağı yerdeki iklim şartlarına göre farklılık gösterir. Örneğin PG 64-22 olarak adlandırılan bitümde; 64°C ve -22°C’ lerde beklenen performans, PG 46-40 bitümü için 46°C ve -40°C’ lerde beklenir. PG simgesini takip eden rakamlar, bağlayıcının hizmet vereceği yerdeki en yüksek ve en düşük kaplama sıcaklıkları ile ilgilidir (2).

Bitümlü bağlayıcıların penetrasyonu ve diğer fiziksel özellikleri benzer dahi olsa, bitümlerin orijinine ve reolojik yapısına göre önemli performans farklılıkları ortaya çıkabilmektedir. Bunun yanında, sıcak karışımın üretilmesi sırasında oluşan hızlı yaşlanma ve servis koşullarında oluşan yavaş yaşlanma nedenleriyle de bitümlü bağlayıcıların davranışı, yani performansı, önemli ölçüde değişebilmektedir. Bu durum yaşlanma konusunun önemini ortaya koymakta ve reolojik yapının yaşlanma davranışına olan etkisinin incelenmesini zorunlu kılmaktadır.

Bitümün yaşlanması; hem uygulama hem de servis koşullarında, bitümün sertleşmesi ve kırılğan hale gelmesiyle sonuçlanan çok karmaşık bir süreçtir. Yaşlanma, kaplamaların bozulmasında çok önemli bir etkiye sahip olup, bitümlerin bileşiminde bulunan asfaltların stabilitesi ve koloidal yapısı yaşlanma ile doğrudan ilişkilidir (1).

Bitümün bileşiminde meydana gelen değişme nedeniyle ortaya çıkan yaşlanma; bitümün yağlı bileşiklerinin uçuculuk (volatilization) ile yada boşluklu agrega tarafından emilerek kaybolması, atmosferik oksijenle reaksiyon nedeniyle kimyasal bileşimde oluşan değişim ve tiksotropik etkilerle (fiziksel sertleşme) ortaya çıkan moleküler yapılanma şekillerinde gerçekleşmektedir (2).

Bununla beraber, bitümlü bağlayıcılar esas olarak oksidasyon nedeniyle yaşlanmakta; oksidasyonla oluşan değişme ise, bitümün özelliklerine bağlı olarak bazı bitümlerde daha hızlı ve daha fazla sertleşme şeklinde kendini gösterebilmektedir. Oksidasyon iki aşamada ortaya çıkmaktadır. Birinci aşamada karıştırma-serme süresince bağlayıcının maruz kaldığı yüksek sıcaklıktan ve ısıtılan agreganın geniş yüzey alanından dolayı, oksidasyon hızlı bir şekilde oluşmakta olup, bitümün sertleşmesi daha çok bazı uçucu bileşenlerin bitümün bünyesinden ayrılmasıyla ortaya çıkmaktadır. İkinci aşamada ise oksidasyon, kaplamanın servis ömrü boyunca zamanla havadaki oksijenle etkilenmesi ve bağlayıcının bu oksijenle oluşturduğu tepkime nedeniyle oluşmaktadır. Bu süreç, oksidasyonun yavaş ve uzun süreli olarak gerçekleştiği esas sertleşme süreci olarak bilinmektedir (3).

Kaplama bünyesindeki bitümlü bağlayıcının; servis ömrü boyunca ısının, havanın ve çevresel koşulların etkisinde oksidasyonu sonucu zamanla gerçekleşen bu değişim yaşlanma sertleşmesi olarak adlandırılmaktadır. Yaşlanma sertleşmesine uğrayan bitüm daha düşük penetrasyon ve daha yüksek viskozite değerine sahip olmaktadır. Sonuçta, bitümlü bağlayıcının serleşerek daha kırılğan hale gelmesi ve agrega ile adezyonunun azalması nedeniyle bitümlü kaplama tabakaları bozulabilmektedir (4).

Karıştırma ve serme süresince bitümün sertleşmesi, laboratuarda döner ince film halinde ısıtma deneyi (Rolling Thin Film Oven Test, RTFOT) ile temsil edilmektedir.

Bu deneyde, bitüm filmi 85 dakika boyunca 163 °C sabit sıcaklıkta sürekli olarak ısı ve hava akışına maruz bırakılır. Bu işlem sonunda buharlaşan kütle miktarı, bitümün karıştırma ve serme işlemi sırasında meydana gelebilecek yaşlanmasının bir göstergedir. Yolun hizmet süresince gelişen yaşlanma ise, Amerika’ da geliştirilen basınçlı yaşlandırma kabı (Pressure Aging Vessel, PAV) ile belirlenmektedir. Uzun süreli yaşlanmayı temsil etmek için bu deneyde bitümlü bağlayıcı 20 saat boyunca sıcaklık ve basınca tabi tutulur. RTFOT ve PAV deneylerinden önce ve sonra bağlayıcının rijitliğindeki artış dinamik kesme reometresi (Dynamic Shear Rheometer, DSR) ile belirlenerek karıştırma ve servis süresince bitümün yaşlanma davranışı ortaya konulmaktadır (6,7).

Bitümlü bağlayıcıların davranışının yüklenme süresi ve sıcaklıkla ilişkili olması nedeniyle, ideal bitüm deneylerinde bu iki unsur mutlaka kullanılmak durumundadır. Buna göre günümüzde uygulanan dinamik kesme deneyi de bu iki faktör göz önüne alınarak geliştirilmiştir. Bu deneyde kullanılan cihaza da dinamik kesme reometresi (DSR) adı verilmiştir. DSR deneyinde, iki plaka arasına yerleştirilen bitüm numunesine yatay düzlemde dairesel olarak 10 radyan/saniye frekanslarla bir noktanın etrafında her iki yönde periyodik olarak kesme kuvveti uygulanarak, bitümün kompleks kesme modülü (G^*) ve kesme kuvveti ile oluşan kesme deformasyonu arasındaki gecikmeyi ifade eden faz açısı (δ) bulunur. Kompleks modülü ve faz açısı bitümlü bağlayıcıların viskoelastik davranışının bir ölçüsüdür. Kompleks modülü, G^* , malzemenin sürekli tekrar eden kesme gerilmelerine tabi tutulmasıyla deformasyona karşı gösterdiği toplam direncin bir ifadesi olup; elastik ve viskoz olmak üzere iki bileşeni vardır. Yüksek sıcaklıklarda kalıcı deformasyona karşı bitümün elastik bileşeninin daha fazla, düşük sıcaklıklarda ise termal çatlamalara karşı direnç için viskoz bileşeninin fazla olması istenmektedir. Faz açısı, δ , ise viskoz ve elastik deformasyonun bağıl miktarlarının göstergesidir. Faz açısı ne kadar yüksekse bitüm o kadar viskoz demektir. G^* ve δ ; yüklenme frekansı ve sıcaklıkla doğrudan ilişkilidir. Bitümlü bağlayıcılar yüksek sıcaklıklarda elastik davranış göstermeyen viskoz bir akışkan gibi davranır. Çok düşük sıcaklıklarda ise meydana gelen deformasyonların tamamen geri döndüğü elastik katılar gibi davranmaktadır. Normal kaplama sıcaklıklarında ve trafik yükleri altında bitüm viskoz sıvı ve elastik katı özelliklerini bir arada taşır. G^* ve δ değerlerinin ölçülmesi suretiyle DSR deneyi asfalt üst yapının hizmet sıcaklığındaki özelliklerinin tahminini mümkün kılar (8).

Bitüm, düşük sıcaklıklarda sertleşerek katılaştığından DSR ile alınacak sonuçların güvenilirliği iyice azalmaktadır. Bu sebeple bitümün düşük sıcaklıklardaki davranışını belirlemek üzere kırış eğilme reometresi (Bending Beam Reometer, BBR) geliştirilmiştir. DSR ve BBR deneylerinin sonucunda bitümün geniş bir sıcaklık aralığında nasıl bir reolojik özellik taşıdığı belirlenmiş olur. Kırış eğilme deneyi bitümün belli bir sıcaklıkta sabit yük altında gösterdiği sünme veya şekil değiştirme özelliklerini belirlemede kullanılır. Deney sıcaklığı bitümün servis durumunda karşılaştığı en düşük sıcaklığa göre değişir. Bu deneyde RTFO ve PAV deneyleri ile yaşlandırılmış numuneler kullanılır. Böylece karıştırma, serme ve servis sırasındaki bitümlü bağlayıcı deneyde temsil edilmiş olur. Bu deneyde numunenin yük altındaki sertliğinin tespit edilmesinde kırış teorisi kullanılır. Kırış şeklindeki bitüm çubuğuna sabit bir tekil kuvvet uygulanır ve 4 dakikalık deney süresi boyunca çubuğun ortasında oluşan yer değiştirme ölçülür. Böylece sünme sertliği (s) ve sünme oranı (m) hesaplanır.

Sünme sertliği bitümün sünme yüklerine karşı gösterdiği direnç olup, m değeri yükleme süresi boyunca bitüm sertliğindeki değişimi ifade etmektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Basınçlı yaşlandırma kabı (PAV), döner ince film halinde ısıtma deneyi (RTFOT), giriş eğilme reometresi (BBR), dinamik kesme reometresi (DSR) ile Türkiye bitümlerinin hangi sıcaklık aralığında çalıştıkları araştırılmıştır. Bu amaçla ülkemizde üretim yapan dört adet rafineriden (Kırıkkale, İzmit, Aliağa, Batman rafinerileri) farklı penetrasyonlarda bitüm numuneleri alınarak her penetrasyon sınıfı bitüm için üçer adet performans sınıflama deneyleri yapılmıştır. Bitüm performans sınıfları belirlenirken bitümün yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık ve ortalama hizmet sıcaklığındaki davranışları ile kısa ve uzun dönme yaşlanma özellikleri belirlenmeye çalışılmaktadır.

Zaman içerisinde yüksek sıcaklıklar ve sürekli tekrar eden yükler altında yolda oluşan tekerlek izi ve kalıcı deformasyonlar viskoz davranışın bir sonucudur. Superpave şartnamesinde tekerlek izine karşı direnç ve yüksek ısılardaki sertliğin ölçüsünü temsil eden $G^*/\sin\delta$ “tekerlek izi faktörü” gerekli bir değer olarak kabul edilmiştir. Bu faktörde, G^* kompleks kesme modülü, δ ise faz açısıdır ve bu değerler DSR (dinamik kesme reometresi) deneyi ile tespit edilir. Tekerlek izinin en aza inmesi için $G^*/\sin\delta$ değeri orijinal bitüm için en az 1.00 kPa, RTFO ile yaşlandırılmış bitüm için ise en az 2.20 kPa olmalıdır.

Bitümün karıştırma ve serme sırasında bir miktar buharlaşma olayına maruz kaldığından, kütle kaybına uğramasının da sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, AASHTO T240 standardına uygun olarak yapılan RTFOT deneyi sonucunda herhangi bir bitüm için kütle kaybı %1.00 den fazla olmamalıdır.

Bitümlü kaplamaların yorulması ile ilgili olarak, kalıcı deformasyonda olduğu gibi G^* ve δ değerleri kullanılır. Yorulma çatlaklarının düşük veya normal sıcaklıklarda yolun hizmete açılmasından sonra oluşması nedeniyle, Superpave bağlayıcı şartnamesi bununla ilgili deneylerde RTFOT ve PAV ile yaşlandırılmış bitümlü bağlayıcı numunelerinin kullanılmasını gerekli görmektedir.

DSR deneyi; G^* ve δ değerlerinin tespitinde burada da kullanılır. Ancak, bitümlü kaplamanın kalıcı deformasyon davranışı için yüksek sıcaklıklarda yapılan DSR deneyi, yorulma davranışı için ortalama servis sıcaklıklarında yapılmaktadır. Ayrıca burada G^* ve δ değerlerinin çarpımı, yani yorulma çatlak faktörü $G^*.\sin\delta$ kullanılmaktadır. Superpave şartnamesine göre bu değer en fazla 5000 kPa olmalıdır. Yorulma çatlaklarına direnç açısından düşük G^* ve δ değerleri tercih edilir.

Sıcaklıkta düşme oldukça asfalt betonunda büzülme oluşur. Bu büzülme sırasında, alt tabakaların sürtünme kuvveti nedeniyle harekete karşı direnç göstermesi bitümlü kaplamada çekme gerilmeleri oluşturur. Bu gerilmeler karışımın çekme dayanımına ulaştığında, düşük sıcaklık çatlakları veya termal çatlamlar denilen bozulmalar ortaya çıkar. Bu olayı temsil etmek üzere numuneye sünme yükü uygulanarak sünme sertliğinin ölçüldüğu BBR eğilme deneyi kullanılır. Eğer sünme sertliği çok yüksek ise bitüm kırılğan bir davranış gösterir ve çatlaklar. Bu çatlamları önlemek için bu değer en fazla 300 MPa olmalıdır. Bu çatlamlar düşük ısılarda bitüm servis halinde iken oluştuğundan deneylerde RTFO ve PAV ile yaşlandırılmış numuneler kullanılır.

Düşük sıcaklıklarda bitüm sertliğinin zamanla değişimi, m değeri yardımıyla düzenlenir. Sıcaklık düştükçe ve inşaat işi devam ettikçe bağlayıcıda daha az sertleşme görüleceğinden yüksek m değerleri tercih edilir. Sertlikteki bu azalma bitümlü kaplama bünyesinde daha az çekme gerilmelerinin oluşmasını sağlar ve bu nedenle de termal çatlamlar oluşmaz. Superpave şartnamesinde 60 saniyelik bir yükleme sonucunda hesaplanacak m değerinin en az 0.300 olması istenmektedir.

Bu doğrultuda, bitümlerin performans sınıflarının belirlenmesi için yapılan deney çalışmaları AASHTO R 29 “Grading or Verifying the Performance Grade of an Asphalt Binder” standardında belirtilen prosedür takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Öncelikle penetrasyon, yumuşama noktası ve 135 °C ‘de brookfield dönel viskozite değerleri belirlenen orijinal bitümlere, 6 °C ‘lik artışlarla DSR deneyleri yapılarak $G^*/\sin \delta$ değerinin 1 kPa ‘dan büyük olduğu en küçük sıcaklık değeri belirlenmiştir. Daha sonra, bu bitümler RTFOT deneyi ile yaşlandırılarak kütle kaybı belirlenmiş ve yaşlandırılmış numuneye tekrar 6 °C ‘lik artışlarla DSR deneyi yapılarak bu kez $G^*/\sin \delta$ değerinin 2.2 kPa ‘dan büyük olduğu en küçük sıcaklık değeri belirlenmiştir. RTFOT deneyinden arta kalan bitüm üzerinde uzun dönem yaşlanma için PAV deneyi yapılarak, yaşlandırılan bitüm üzerinde DSR ve BBR deneyleri yapılmıştır. Bu bitümler üzerinde yapılan DSR deneyi, sıcaklıklar 3 °C artırılarak yapılmış ve $G^*.\sin \delta$ değerinin 5000 kPa ‘dan küçük olduğu en büyük sıcaklık belirlenmiştir. Her bir sıcaklık değerinde ikişer bitüm kirışı olmak üzere, sıcaklıklar -6 °C düşürülerek yapılan BBR deneyinde ise, 60 saniyelik bir yükleme sonucunda rijitlik modülünün 300 MPa ‘dan küçük ve m değerinin 0.300 ‘den büyük olduğu en düşük sıcaklık belirlenmiştir.

Yapılan deney sonuçlarına göre bitümlerin AASHTO M 320 “Performance-Graded Asphalt Binder” standardına göre performans sınıfları belirlenmiştir. Yapılan deneyler ve sonuçları Tablo 1’ de verilmektedir.

3. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 1’de verilen deney sonuçlarından da görülebileceği üzere, ülkemizde üretilen rafineri bitümleri yüksek sıcaklıklarda 70 °C ‘ye, düşük sıcaklıklarda ise -34 °C ‘ye kadar değişen aralıkta bir performans göstermektedir. Kırıkkale, İzmit ve Aliğa rafinerilerine ait bitümler hemen hemen aynı performans özelliklerine sahip olup; B 50/70 sınıfı bitümler PG 64-22, B 70/100 sınıfı bitümler PG 58-22, B 160/220 sınıfı bitümler ise PG 52-28 performans sınıfındadırlar. Batman rafinerisinden elde edilen bitümler ise belirgin derecede diğer rafineri bitümlerine göre dahi iyi performans göstermekte ve genel olarak performansı bir sınıf fazla olmaktadır. Diğer bir ifadeyle; Batman dışındaki rafinerilere ait B 50/70 sınıfı bitümler tekerlek izinde oturmaya karşı 64 °C’ye, B 70/100 sınıfı bitümler 58 °C’ye ve B 160/220 sınıfı bitümler 52 °C’ye kadar direnç gösterebilirken, termal çatlama yönünden B 50/70 ve B 70/100 sınıfı bitümler -22 °C’ye, B 160/220 sınıfı bitümler ise -28 °C’ye kadar direnç gösterebilmektedir. Batman rafinerisine ait B 50/70 sınıfı bitümler ise tekerlek izinde oturma yönünden 70 °C’ye, B 70/100 sınıfı bitümler 64 °C’ye ve B 160/220 sınıfı bitümler 58 °C’ye kadar direnç gösterebilirken, termal çatlama yönünden B 50/70 bitümler -22 °C hatta -28 °C sınırına kadar, B 70/100 bitümler -28 °C ‘ye kadar, B 160/220 sınıfı bitümler ise -28 °C ila -34 °C sınırına kadar direnç gösterebilmektedir.

BİTÜM		Orijinal Bitüm Deneyleri					RTFOT Sonrası Bitüm Deneyleri		PAV Sonrası Bitüm Deneyleri									Sınıfı
Rafinerisi	Sınıfı	Penetrasyon	Yumuşama Noktası, °C	Brookfield viskozite, 135°C	DSR (G*/sinδ >1kpa)		Kütle Kaybı, %	DSR (G*/sinδ >2.2kpa)		DSR (G*.sinδ<5000kpa)		BBR (Eğilme Sünme Rijitliği)						
					Yenilme sıcaklığı °C	Sınıfı		Yenilme sıcaklığı °C	Sınıfı	Yenilme sıcaklığı °C	Sınıfı	S (≤300MPa)			m-değeri (≥0,300)			
												-12	-18	-24	-12	-18	-24	
Kırıkkale	B 50/70	63.5	49	365	66.8	64	0.05	67.5	64	20.5	22	162	320	-	0.32	0.27	-	PG 64-22
	B 70/100	84.3	47	306	63.2	58	0.06	64.9	64	21.7	22	130	275	-	0.33	0.28	-	PG 58-22
	B 160/220	181	40	179	53.8	52	-0.02	57.2	58	16.8	19	42.9	92.7	329	0.38	0.33	0.25	PG 52-28
İzmit	B 50/70	71	51	333	64.8	64	0.11	64.4	64	23.1	25	193	345	-	0.32	0.26	-	PG 64-22
	B 70/100	97	48	255	61.4	58	1.99	60.2	58	21.5	22	154	307	615	0.32	0.27	0.2	PG 58-22
	B 160/220	190	40	165	54.4	52	-0.01	53	52	18.4	19	-	205	352	-	0.32	0.29	PG 52-28
Aliğa	B 50/70	59	50	408	67.9	64	0.04	67	64	27.6	28	288	528	-	0.31	0.23	-	PG 64-22
	B 160/220	198	40	201	55.6	52	0.74	54.4	52	14.55	16	-	204	447	-	0.35	0.25	PG 52-28
Batman	B 50/70	70	51	539	70.8	70	-0.75	77.9	76	22.1	25	75.4	156	-	0.33	0.3	-	PG 70-22/28
	B 70/100	95	47	408	66.6	64	-1.1	73.4	70	19.5	22	-	136	244	-	0.31	0.27	PG 64-28
	B 160/220	184	40	235	60.6	58	-1.8	65.5	64	13.5	16	-	81.7	153	-	0.34	0.3	PG 58-28/34

Tablo 1 : Rafineri bitümleri üzerinde yapılan deneylerin sonuçlarını gösterir özet tablo.

Burada dikkat çeken bir husus, RTFOT sonucunda yaşlandırılan bitümün DSR deney sonucunda ortaya çıkan artıştır. Bu durum, özellikle belirli ölçüde negatif kütle kayıplarının, yani yaşlandırma sonrasında bitümün kütlesinde artış olduğu Batman rafineri bitümlerinde görülmekte olup, bu şekilde yaşlandırma ile bitümün tekerlek izinde oturmaya karşı elastiklik özelliği artmaktadır.

Bitümlerin trafik yükleri altında uzun dönemli yorulmaya karşı dirençleri PAV ile yaşlandırma sonrasında yapılan DSR deney sonuçları esas alınarak değerlendirilmektedir. Buna göre söz konusu bitümlerin yorulmaya karşı direnç yönünden performans sıcaklıkları 28 °C ila 16 °C arasında değişmekte olup, Grafik 1’de görüldüğü gibi rafineri düzeyinde hemen hemen benzer özellik göstermekte, büyük bir farklılaşma görülmemektedir. En iyi performansı 16 °C ile Batman ve Aliğa rafinerilerinde üretilen B 160/220 sınıfı bitümler gösterirken, Batman rafinerisindeki bu farklılık tekerlek izinde oturma ve termal çatlak oluşumu performansında olduğu gibi belirgin değildir. Yorulmaya karşı dayanım yönünden en zayıf davranışı ise 28 °C ile Aliğa B 50/70 bitümleri göstermektedir. Yani bu bitümler, ortalama servis sıcaklığı 28 °C ‘den daha düşük yollarda yorulma çatlak oluşumuna yeterince direnç gösteremeyecek derecede kırılan olmaktadır.

Ülkemizde kullanılan rafineri bitümlerinin performans sınıfları belirlendikten sonra, bitümlü kaplamanın uygulanacağı yol kesiminde hakim olan iklim koşullarına göre maksimum ve minimum kaplama sıcaklıklarının belirlenerek, bu sıcaklık şartlarını karşılayacak performans sınıfı bitümün o yol kesiminde uygulanması gerekir. Bunun için 3.1 formülü ile kaplama yüzeyinin 2 cm altındaki en yüksek sıcaklık ve 3.2 formülü ile de kaplama yüzeyindeki en düşük sıcaklık hesaplanarak kaplamanın maruz kalacağı ekstremum sıcaklık değerleri belirlenir (2).

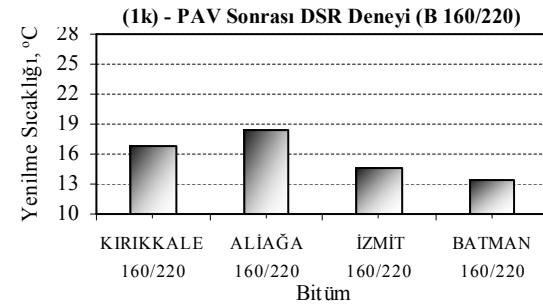
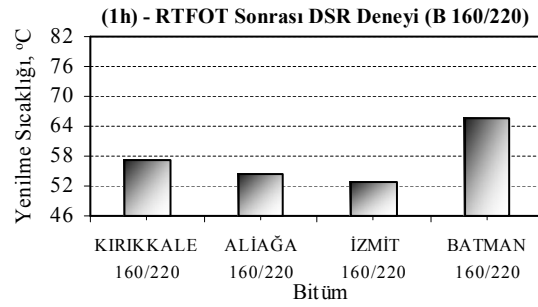
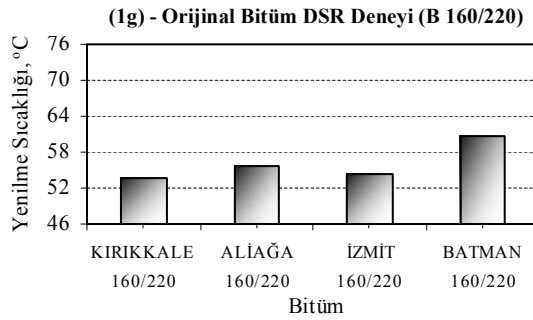
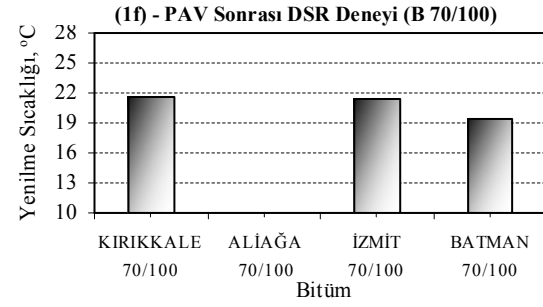
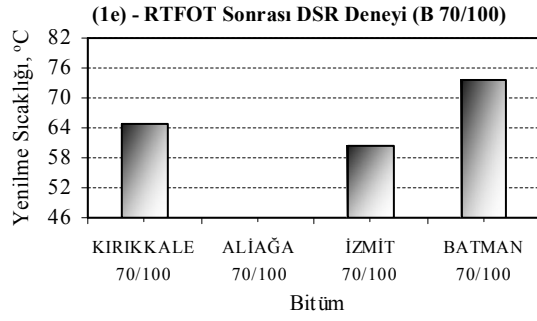
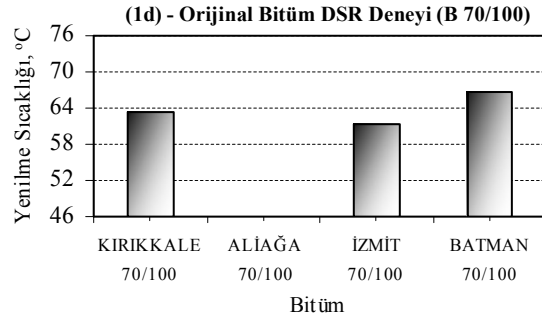
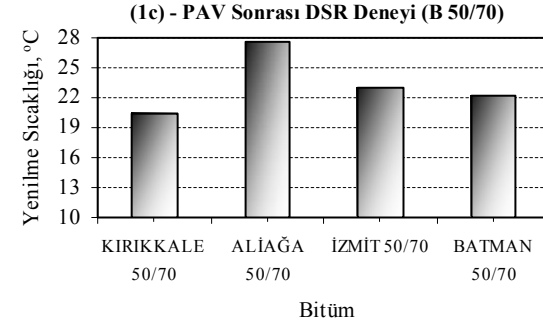
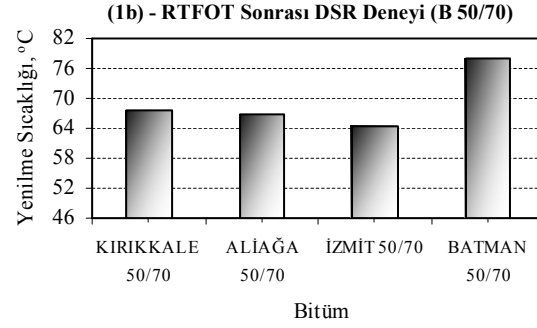
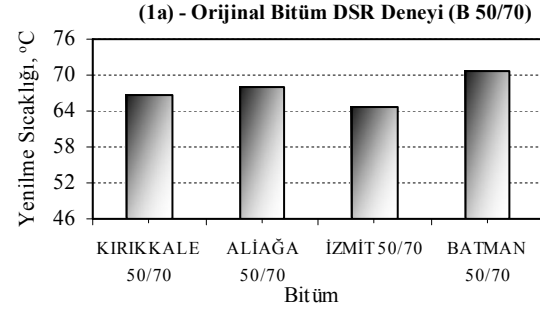
$$T_{20mm} = (T_{max-hava} - 0,00618 E^2 + 0,2289 E + 42,2) \cdot (0,9545) - 17,78 \dots\dots\dots(3.1)$$

$$T_{min} = T_{min-hava} \dots\dots\dots(3.2)$$

Burada;

- T_{20mm} : Yüzeyden 20 mm derinlikteki en yüksek kaplama sıcaklığı
- T_{min} : Yüzeydeki en düşük kaplama sıcaklığı
- T_{max-hava} : T_{20mm} için en yüksek 7 günlük sıcaklık periyodu ortalaması
- T_{min-hava} : Ortalama minimum hava sıcaklığı
- E : Bitümün kullanılacağı yol kesiminin derece olarak enlemidir.

Bu şekilde hesaplanacak maksimum ve minimum kaplama sıcaklıklarına göre kullanılacak rafineri ve bitüm türleri Tablo 2 ‘de verilmiştir. Bu tablodan da görülebileceği üzere genel olarak; ülkemiz rafinerilerinde üretilen bitümler, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin çok sıcak bazı kesimleri ile Doğu Anadolu bölgesinin çok soğuk bazı kesimleri hariç, diğer kesimlerde, bitümlü yol kaplaması imalatında herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan kullanılacak gerekli bitüm seçeneklerini sunmaktadır. Ancak bu durumun mutlaka imalatı yapılacak yol kaplamasının maruz kalacağı sıcaklıklar, yolun önemi ve trafik yükü ve seyir hızı dikkate alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir.



Grafik 1 : Türk bitümlerinin hem orijinal olarak hem de RTFOT ve PAV deneyi ile yaşlandırma sonrası DSR deneyine bağlı olarak rafineri bazında performans sınıflarını gösterir grafik.

		Maksimum Kaplama Sıcaklığı, °C				
		52	58	64	70	76
Minimum Kaplama Sıcaklığı, °C	-16	B 50/70, B 70/100, B 100/150, B 160/220	B 50/70, B 70/100 B 100/150 Batman B 160/220	B 50/70, Batman B 70/100	Batman B 50/70	Modifiye Bitüm
	-22	B 50/70, B 70/100 B 100/150, B 160/220	B 50/70, B 70/100 B 100/150 Batman B 160/220	B 50/70, Batman B 70/100	Batman B 50/70	Modifiye Bitüm
	-28	B 100/150, B 160/220 Batman B 50/70 Batman B 70/100	B 100/150 Batman B 50/70 Batman B 70/100 Batman B 160/220	Batman B 50/70 Batman B 70/100	Batman B 50/70	Modifiye Bitüm
	-34	Batman B 160/220 Modifiye Bitüm	Batman B 160/220 Modifiye Bitüm	Modifiye Bitüm	Modifiye Bitüm	Modifiye Bitüm
	-40	Modifiye Bitüm	Modifiye Bitüm	Modifiye Bitüm	Modifiye Bitüm	Modifiye Bitüm

Tablo 2 : Maksimum ve minimum kaplama sıcaklıklarına göre bitüm sınıfı seçim tablosu (trafik yükü ve süresi dikkate alınmamıştır).

4. SONUÇLAR

Ülkemizde de halen kullanılmakta olan ve bitümün penetrasyon, yumuşama noktası ve viskozite gibi kıvamlılık ölçütlerine dayanan ampirik bitüm sınıflama sistemleri, bitümün davranışını modelleyebilmek açısından oldukça yetersiz olup, bitüm endüstrisi hızlı bir şekilde, bitümlü bağlayıcıların performansla ilgili bozulma özelliklerinin test edilebildiği Superpave performans bitüm sınıflamasına doğru yönelmektedir.

Bu sınıflama sisteminde bitümlü bağlayıcıların hem düşük sıcaklıklardaki termal çatlama davranışı, hem yüksek sıcaklıklardaki kalıcı deformasyon davranışı, hem de ortalama servis sıcaklıklarındaki yorulma davranışı sistemin kendine özgü deney metotları ile belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada ülkemizde, üretim yapan dört adet rafineriden (Kırıkkale, İzmit, Aliğa, Batman rafinerileri) farklı penetrasyonlarda bitüm numuneleri alınarak, dönel viskozite deneyi, döner ince film ısıtma deneyi, basınçlı yaşlandırma kabı (PAV), (RTFOT), kiriş eğilme reometresi (BBR) ve dinamik kesme reometresi (DSR) ile bu bitümlerin performans sınıfları belirlenmiştir.

Elde edilen deney sonuçlarına göre Kırıkkale, İzmit ve Aliğa rafinerilerinde üretilen B 50/70, B70/100 ve B 160/220 sınıfı bitümlerin performans sınıfları sırasıyla, PG 64-22, PG 58-22 ve PG 52-28 olup; Batman rafinerisine ait aynı penetrasyon sınıfı bitümlerin performans sınıfları ise genel olarak bir sınıf fazla, yani sırasıyla PG 70-22/28, PG 64-28 ve PG 58-28/34 olmaktadır.

Aynı penetrasyon sınıfına ait bitümlerin farklı performans özellikleri göstermesi geleneksel bitüm sınıflamasının, bitümlerin davranışlarını temsil bakımından yetersiz olduğunu; gerçekte bitümün performansının ham petrolün kaynağı, bitümün elde edilme biçimi ve kimyasal bileşimi gibi faktörlere bağlı olarak önemli derecede değişebileceğini göstermektedir. Bununla beraber, Batman rafinerisinin bütün sıcaklık değerlerinde diğer rafineri bitümlerinden daha iyi performans göstermesi, bu rafineriye ait bitümlerin sıcaklığa karşı hassasiyetinin daha az olduğunu göstermektedir. Bu durumun ise, genellikle Orta Doğu petrolerini kullanan diğer rafinerilerin aksine, ham petrolün genellikle Güneydoğu Anadolu Bölgemizde yer alan petrol kuyularından elde edildiği Batman rafinerisine ait bitümlerin kimyasal bileşimindeki polar bileşiklerin yapısı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde Doğu Anadolu Bölgesinin yüksek kesimlerindeki aşırı soğuk bölgeler ile, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin alçak kesimlerindeki aşırı sıcak bölgeler haricinde kalan kesimlerin büyük bir çoğunluğunda rafinerilerimizden elde edilen bitümlerin herhangi bir modifikasyona gerek duyulmadan kullanılacak performans özelliklerini gösterdikleri anlaşılmaktadır. Bu bağlamlarda, bitümlerin farklı iklimsel özellikleri içine alan ve yaşlanma deneyleri ile ortaya konulan performans (PG) tanımlamalı sınıflandırması, ülkemiz yollarının daha başarılı bir biçimde tesis edilebilmesine katkı oluşturmaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Mastrafoni, D., Scarsella, M., (2000) The Application of Rheology To The Evaluation of Bitumen Aging, Fuel 79, pp 1005-1015.
2. Ebru Arıkan Öztürk, E. ve Çubuk, M. K. (2004) Karayolu Esnek Üstyapı Tasarımında Yeni Bir Yöntem: Yüksek Performanslı Asfalt Kaplama Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 19, No 2, 175-184, 2004
3. Petersen, J.C., (1984) Chemical Composition of Asphalts as Related to Asphalt Durability; State of Art, Transportation Research Record 999, pp13-30.
4. Noureldin, A. S., (1995) Long Term Performance of Asphalt Cement Binders; A Dual View, Physical Properties of Asphalt Cement Binders, ASTM STP 1241, John C. Hardin, Ed., American Society For Testing And Materials, Philadelphia.
5. Francken, L., Vanelstraete, A. ve Verhasselt, A., (1997) Long-term ageing of pure and modified bitumen: influence on the rheological properties and relation with the mechanical performance of asphalt mixtures. 8th International Conference on Asphalt Pavements, Proceedings, vol. II, pp.1259-1278, Seattle, Washington.
6. Anderson, D.A., (1993) Proceedings, Association of Asphalt Paving Technologists, 62:481.
7. Akzo Nobel, Adhesion Promoters, Technical Bulletin.
8. Asphalt Institute, (2003), SUPERPAVE, Series No. 1 (SP-1)
9. Ahmatzade, P., Yılmaz, M. ve Yılmaz, M., (2007) Bitümlü Bağlayıcıların Yaşlandırılmasında Kullanılan Deney Yöntemlerinin Karşılaştırılması. E. Ü. F.B. E. Dergisi 23 (1-2) 112 - 126