

POLİMER MODİFİYE BİTÜMLERİN SUPERPAVE PERFORMANS SINIFLARININ BELİRLENMESİ

A. Gürkan GÜNGÖR¹ Ahmet SAĞLIK¹ Fatma ORHAN¹
Ebru ARIKAN ÖZTÜRK²

ÖZET

Penetrasyon ve viskozite gibi geleneksel bitüm sınıflama sistemleri, ham bitümler için geliştirilmiş olup, modifiye bitümlerin sınıflandırmasında kullanılmamaktadır. Yeni geliştirilen ve bitümlü bağlayıcıların fiziksel özelliklerinden çok, reolojik özelliklerini dikkate alan SUPERPAVE bitüm performans sınıflama sistemi ise diğer pek çok avantajının yanı sıra modifiye bitümler için de kullanılabilir. Bu çalışmada farklı rafineri bitümleri ile SBS, Elvaloy, SBR ve Lucobit olmak üzere 4 farklı polimer katkı malzemesi kullanılarak hazırlanan polimer modifiye bitüm (PMB) numuneleri üzerinde SUPERPAVE bağlayıcı deneyleri yapılarak, üretilen modifiye bitümlerin performans sınıfları tespit edilmiştir.

1. GİRİŞ:

Karayolu maliyetlerinin çok büyük bir kısmını oluşturan üstyapı kaplamalarının performansı önemli ölçüde üstyapı tabakalarında doğru bitüm sınıfının kullanılmasına bağlıdır. Nitekim; kaplama tabakalarında yüksek sıcaklık ve ağır trafik yükü etkisi altında tekerlek izinde oturma ve kasma, ortalama servis sıcaklığında yorulma çatlakları, düşük sıcaklıklarda ise termal çatlama şeklinde, üstyapıların performansını en fazla etkileyen ve en sıklıkla görülen bozulmaların meydana gelmesinde bitümlü bağlayıcının özellikleri temel etmenlerden birisi olmaktadır. Bitümün özelliklerinin tekerlek izinde oturma üzerindeki etkisi %40, yorulma çatlakları oluşumu üzerindeki etkisi %60, termal çatlak oluşumu üzerindeki etkisi ise %90 gibi yüksek bir oranda gerçekleşmektedir (1). Dolayısıyla; karayolu üstyapılarının mevcut iklim ve trafik koşullarına göre performansı, yani en az bakım maliyetleri ile en uzun süre ve en konforlu bir şekilde hizmet verebilme kabiliyetleri, önemli derecede bu koşullara uygun sınıfta bitümün kullanılmasına bağlıdır.

-
1. İnş. Yük. Müh., KGM, TADB, Üstyapı Şubesi Müdürlüğü, Ankara
 2. Yrd.Doç.Dr., Gazi Üniversitesi, Trafik Plan. ve Uygulaması Anabilim Dalı, Ankara,

Bitüm sınıflandırma sistemi olarak tüm dünyada yaygın olarak geleneksel sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. Geleneksel bitüm sınıflama sistemleri, belirli bir sıcaklıkta bitümün kıvamlılığını ölçen penetrasyon ve viskozite gibi iki fiziksel deneye dayalı olarak ampirik bir şekilde yapılmaktadır.

Bununla birlikte, bitüm endüstrisi hızlı bir şekilde bitümün yüksek, orta ve düşük sıcaklık üzere maruz kalabileceği bütün sıcaklık şartlarında performansın fiziksel özelliklerinden ziyade mekanik ve reolojik özelliklerine bağlı olarak test edildiği SUPERPAVE performans bitüm sınıflamasına doğru yönelmektedir. Bu sistemde, yeni deney metotlarıyla kompleks modülü, faz açısı, rijitlik modülü, dönel viskozite gibi bitümlü bağlayıcıların mekanik özellikleri belirlenerek, bitümün yenilmeden performans gösterebildiği sıcaklık aralığı maksimum ve minimum sıcaklıklar olarak tespit edilmekte ve bu sıcaklık aralığına göre sınıflama yapılmaktadır. Ayrıca bu sınıflandırma sisteminde; yolun trafik hacmi ve trafiğin hızı da dikkate alındığı gibi, bitümü bağlayıcıların kısa ve uzun dönemli yaşlanması hesaba katılabilmektedir.

2. SUPERPAVE BİTÜM PERFORMANS SINIFLAMA SİSTEMİ

Sadece belirli bir sıcaklıktaki bitümün kıvam özelliğine dayanan geleneksel bitüm sınıflama sistemlerinin yetersiz kaldığının görülmesi üzerine, A.B.D. 'de kongre kararı ile Stratejik Karayolu Araştırma Programı (Strategic Highway Research Program, SHRP) tarafından 1987 yılında başlanan ve 1993 yılında tamamlanan SUPERPAVE Performans Sınıflama Sistemi getirilmiştir. Hem modifiye hem de modifiye olmayan bitümler için kullanılabileceğinde, hazırlanan bu çalışma bitümlü bağlayıcı şartnamesi olarak adlandırılmıştır. 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.

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).

2.1. Bitüm Performans Sınıflamasının Üstünlükleri

1. Geleneksel sınıflamalarda kullanılan penetrasyon ve viskozite deneyleri bitümlü kaplamalarda uzun yıllar boyunca elde edilen tecrübelerle dayalı olarak geliştirilmiştir. Bu deneylerde amaç, geçmiş başarılı uygulamaları tekrar etmek, başarısızlıklardan kaçınmaktır. Fakat, bu tip ampirik deneyler, geçmişteki trafik ve çevre şartları aynı kaldığı müddetçe faydalı sonuçlar vermektedir. Maalesef, bugünkü trafik koşulları, hem trafik hacmi hem de trafik yükü bakımından penetrasyon ve viskozite sınıflamasının yapıldığı yıllardan çok farklı ve fazladır. Bu nedenle geleneksel sınıflamaya göre kullanılan bitümler pek çok yol kesiminde üstyapının öngörülenden çok daha erken bozulmasına neden olabilmektedir. Performans sınıflamasında hem trafik hacmini hem de yükün uygulama süresini dikkate almak mümkün olabilmektedir.
2. Penetrasyon deneyi 25 °C ve viskozite deneyi ise 60 °C olmak üzere sadece bir sıcaklık değerinde belirlenmekte bitümün diğer sıcaklıklardaki davranışı hakkında bilgi vermemektedirler.
3. Bitümler, viskoelastik malzemeler olup maruz kaldıkları sıcaklık ve yüke göre farklı davranış gösterirler. Yükün uygulama süresinin uzunluğu bitümün daha yüksek sıcaklıktaki davranışına karşılık gelmesine karşılık, geleneksel metotlar yükün uygulanma süresini dikkate almamaktadır. Performans sınıflamasında ise yükün etki süresi de dikkate alınmaktadır.
4. Farklı ham petrol kaynaklarından elde edilen bitümler büyük ölçüde farklı özellik göstermektedirler. Bu nedenle, farklı ham petrolden elde edilen bitümler aynı penetrasyon ve viskozite sınıfında yer alsalar bile imalat sırasında ve yolda trafik altında farklı performans gösterebilmektedirler.
5. Geleneksel sınıflama sistemleri orijinal (base) bitümler için geçerli olup, modifiye bitümler için kullanılamamaktadır. Performans sınıflaması her cins bitüm için kullanılabilir.
6. Geleneksel sınıflandırma sistemlerinde viskozite sınıflamasındaki “İnce Film Halinde Isıtma Kaybı Deneyi (TFOT)” ile bulunana kısa dönemli yaşlanma hariç, bitümün trafik ve çevre şartları altında uzun dönemli yaşlanması dikkate alınmamaktadır. SUPERPAVE performans sınıflaması ile “Döner İnce Film Deneyi (RTFOT)” deneyi ile bitümün kısa dönemli yaşlanması, “Basınçlı Yaşlandırma Deneyi (PAV)” ile ise uzun dönemli yaşlanması dikkate alınabilmektedir.
7. Bu sınıflama sistemi tekerlek izinde oturma (rutting), yorulma çatlağı ve termal çatlak olmak üzere kaplama performansına etki eden üç ana bozulma mekanizmasını dikkate alır.

2.2. Performans Sınıflama Sisteminde Uygulanan Deneyler

SUPERPAVE deneyleri ile bitümlü malzemenin farklı arazi şartlarındaki performansıyla ilgili fiziksel özellikleri ölçülmektedir. Yani, bu deneylerle bitümlerin arazi koşullarında maruz kaldığı düşük sıcaklık, yüksek sıcaklık ve ortalama servis sıcaklıkları ile bitümün kısa ve uzun dönemli yaşlanma durumlarındaki gerçek performansları test edilmeye çalışılır.

SUPERPAVE bağlayıcı şartnamesinin en önemli özelliği üstyapıda görülen üç temel bozulma türünün analiz edilmesidir. Bunlar düşük sıcaklıkta termal çatlama, ortalama servis sıcaklığında yorulma çatlakları, yüksek sıcaklıkta ise tekerlek izinde oturma şeklinde oluşan bozulmalardır. Yani, bitümün ömrü boyunca karşılaşılabilecek üç kritik sıcaklık, buna bağlı olarak da bozulma durumu dikkate alınmaktadır. Tekerlek izinde oturma genellikle bitümlü sıcak karışımın imalatından kısa süre sonra ortaya çıkmaktadır. Süre geçtikçe, bitüm atmosferik etkilere daha fazla maruz kalacağından giderek daha fazla sertleşmekte ve bitümün belli bir ömründen sonra tekerlek izinde oturma yerine yorulma çatlakları oluşumu kritik olmaktadır. Benzer şekilde termal çatlak oluşumu da bitümün sertleşmesine bağlı olarak bitümün tüm ömrü boyunca meydana gelen uzun dönemli bir olaydır. Bu nedenle SUPERPAVE bağlayıcı şartnamesinde tekerlek izinde bozulma için yapılan deneyler orijinal (yaşlandırılmamış) ve RTFOT ile kısa dönemli yaşlandırılmış bitümlere yapılırken, yorulma çatlakları ve termal çatlak için yapılan deneyler PAV deneyi ile uzun dönemli yaşlandırılmış numunelere yapılmaktadır. Aynı zamanda SUPERPAVE bağlayıcı deneyleri kapsamında, bitümün taşıma sırasında pompalanabilirliğinin ve bitümlü karışımın üretimi sırasında işlenebilirliğinin belirlenmesi için yüksek sıcaklıkta dönel viskozite deneyi de yapılmaktadır. Tablo 1 'de bu deneylerin bir listesi ve kullanım amacı görülmektedir.

Tablo 1: Bitüm performans deneyleri ve kullanım amaçları

Deney Adı	Kullanılacak Bitüm	Kullanım amacı
Döner İnce Film Ettüvü (RTFO)	Orijinal Bitüm	Kısa dönemli yaşlanma
Basınçlı Yaşlandırma Kabı (PAV)	RTFO Uygulanmış Bitüm	Uzun dönemli yaşlanma
Dinamik Kesme Deneyi (DSR)	Orijinal Bitüm	Yüksek sıcaklıktaki davranış (tekerlek izinde oturma)
	RTFO Uygulanmış Bitüm	
	PAV Uygulanmış Bitüm	Orta sıcaklık davranışı (yorulma çatlakları)
Dönel Viskometre (RV)	Orijinal Bitüm	İşlenebilirlik sıcaklığı
Bitüm Kiriş Eğilme Deneyi (BBR)	PAV Uygulanmış Bitüm	Düşük sıcaklıktaki davranış (termal çatlak oluşumu)
Doğrudan Çekme Deneyi (DTT)	PAV Uygulanmış Bitüm	

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Kırıkkale rafinerisine ait B 50/70, B 70/100 ve B 160 sınıfı bitümler ile Batman rafinerisine ait B 50/70 sınıfı bitümler SBS ve Elvaloy tipide iki farklı katkı malzemesi ile; Batman rafinerisine ait B 70/100 ve B 160/220 sınıfı bitümler sadece SBS katkı maddesi ile, aynı zamanda Kırıkkale rafinerisine ait B 50/70 sınıfı bitümler SBR ve Lucobit isimli polimer katkı maddeleri ile laboratuarda modifiye edilmiş, üretilen modifiye bitümler üzerinde de SUPERPAVE sınıflama deneyleri yapılmıştır. Modifiye bitümler üretilirken ağırlık olarak SBS katkı oranı %5, Elvaloy katkı oranı %2, SBR katkı oranı %3, Lucobit katkı oranı %5 olarak kullanılmış olup, bu oranlar söz konusu ürünlerin yaygın olarak kullanılan oranları dikkate alınarak seçilmiştir.

Deneylerde kullanılan Kırıkkale ve Batman ve Kırıkkale rafinerilerine ait bitümler, yine daha önceden performans deneylerine tabi tutulmuş, performans sınıfları (PG sınıfı) bilinen bitümlerden seçilmiştir. Türkiye'de bulunan Kırıkkale, İzmit, Aliğa ve

Batman rafinerilerinden, ilk üçünün aynı penetrasyondaki performans sınıflarının benzer olduğu, Batman rafinerisinin ise farklı bir davranış sergilediği daha önceki çalışmalarda belirlendiğinden, bu çalışmada Kırıkkale ve Batman rafineri bitümleri kullanılmış, Kırıkkale rafinerisinin İzmit ve Aliğa bitümlerini temsil ettiği düşünülmüştür. Bu çalışmada kullanılan Kırıkkale ve Batman rafineri bitümlerinin önceden tespit edilen performans sınıfları aşağıda verilmiştir.

Rafineri	Kırıkkale			Batman		
Penetrasyon Sınıfı	B50/70	B70/100	B160/220	B50/70	B70/100	B160/220
PG Bitüm Sınıfı	64-22	58-22	52-28	70-22/28	64-28	58-28/34

Performans sınıflama deneylerinin yapımı sırasında, laboratuarda üretilen modifiye bitüm numuneleri ile öncelikle, etüvde yeterli sıcaklığa kadar ısıtılarak penetrasyon, yumuşama noktası, dönel viskozite, DSR ve RTFO deneyleri için deney numuneleri hazırlanmıştır. Daha sonra, RTFO deneyi ile yaşlandırılan bitümün bir kısmı kütle kaybı için kullanılırken, bir kısmı da tekrar DSR deneyine tabi tutulmuş, geri kalan kısmı ise PAV deneyine alınarak uzun dönemli yaşlandırılmıştır. RTFO ve PAV deneyi ile yaşlandırılmış bitüm numuneleri üzerinde ise en son olarak DSR ve BBR deneyleri yapılmıştır.

Yapılan deneylere ait sonuçlar ve bu sonuçlara göre AASHTO M320 Şartnamesine uygun olarak tespit edilen bitüm performans sınıfları Tablo 2’de özet olarak verilmiştir.

3.1. Bitümlerin yüksek sıcaklıklardaki performansları

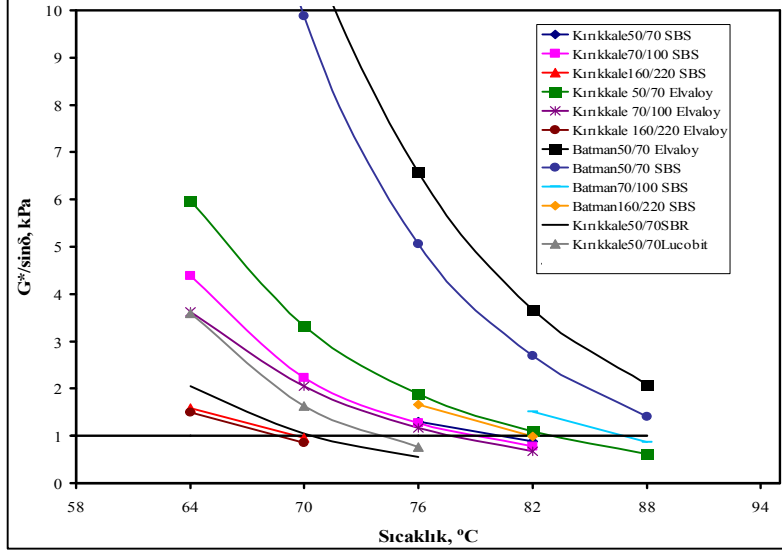
Bitümlerin yüksek sıcaklıklarda tekerlek izinde oturma şeklinde bozulmalara (kalıcı deformasyon) karşı dayanımı bitüm performans şartnamesinde DSR deneyi ile tespit edilen $G^*/\sin\delta$ değerine bağlanmıştır. Bu değer orijinal bitümlerde 1,0 kPa, RTFOT ile yaşlandırılmış bitümlerde ise 2,1 kPa ‘dan büyük olması istenmektedir.

Modifiye bitümlere ait $G^*/\sin\delta$ değerinin değişimi Şekil 1’de verilmiştir. Şekil 1 ‘deki grafikte sağa ve yukarıya doğru gidildikçe bitümlerin yüksek sıcaklıkta kalıcı deformasyona karşı dayanım özellikleri iyileşmektedir. Bunun yanında, bitümlerin faz açıları da elastik davranış özellikleri bakımından önemli ipuçları vermektedir. Faz açısı ne kadar düşükse, yani deformasyondaki gecikme ne kadar az ise bitümlü bağlayıcı o nispette elastik demektir.

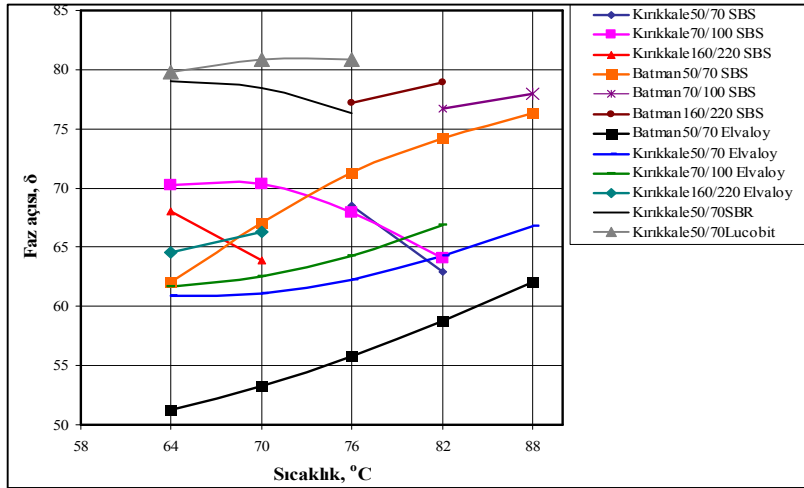
Şekil 1 ve Şekil 2 ‘de Kırıkkale ve Batman rafineri bitümlerine elvaloy ve SBS katkı malzemesi ilave edilerek hazırlanan modifiye bitümlerin $G^*/\sin\delta$ değeri ve faz açılarının değişimi görülmektedir. Şekil 1 ‘te de görüldüğü gibi Batman rafinerisine ait bitümlerin aynı penetrasyon sınıfındaki Kırıkkale modifiye bitümünden daha iyi performans gösterdiği anlaşılmaktadır. Kırıkkale rafineri B 50/70 bitümü ile dört ayrı polimerle hazırlanan modifiye bitümlerin performans sınıfının en iyiye doğru, SBR, Lucobit SBS ve Elvaloy şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Elvaloy katkılı modifiye bitümlerin her iki rafineri için SBS katkılı modifiye bitümlerden daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Ana bitüm sınıfı daha yumuşak olduğunda ise (B 70/100, B 160/220) tam tersine SBS katkısının daha iyi neticeler verdiği görülmektedir.

Rafineri			Kırıkkale						Batman						
Penetrasyon Sınıfı			B 50/70				B 70/100		B 160/220		B 50/70		B 70/100	B 160/220	
Katki çeşidi			SBS	Elvaloy	SBR	Lucobit	SBS	Elvaloy	SBS	Elvaloy	SBS	Elvaloy	SBS	SBS	
Katki oranı. %			5	2	3	5	5	2	5	2	5	2	5	5	
Orijinal Bitüm Deneyleri	Penetrasyon		46	51	57	49	93	70.6	105.4	119	40	35	56	71.6	
	Yumuşama Noktası °C		81.2	67.1	60	55.9	47	61	70.6	58.7	69.8	75.8	64.3	61.6	
	Penetrasyon İndeksi PI		4.26	2.40	1.37	0.12	-0.40	2.17	5.27	3.47	2.23	2.83	2.15	2.33	
	RV	135°C 20 rpm SR=18.6	Viskozite cP	335	779		790		547.5	430	355		827		
	DSR	Sıcaklık (G*/sinδ >1.0 kPa) °C		80		70.4	73.9		77.7	69.5	68.3	91.2	95.7	86.5	81.8
		Yüksek Sıcaklık PG Sınıfı		76		70	70	76	76	64	64	88	88	82	76
RTFOT	Kütle Kaybı %			0.23	0.013	0.27		0.405	0.094	0.141	0.631	0.307	0.845	1,823	
	DSR	Sıcaklık (G*/sinδ >2.2 kPa) °C		76	75	71.4	76		71.5	68.5	70.8	92.8	95.2		82.1
		Yüksek Sıcaklık PG Sınıfı		76	70	70	70	64	70	64	70	88	88	88	82
PAV	DSR	Sıcaklık (G*/sinδ <5000 kPa) °C			21.3	20	24.3		26.2	16.7		19.2	23.5	12.8	11.2
		Orta Sıcaklık PG Sınıfı			22	22	25		28	19		22	25	13	13
	BBR	S (≤300MPa)	-6°C	85.2	59.3		85	124	44.2	35.2	27.2		25.5	52.4	
			-12°C	217	155	178	163	240	121	86.4	68.8	106	60.8	63.8	66.6
			-18°C	-	317	239			242	193	187		87.1		132
		m (≥0.300)	-6°C	0.353	0.377		0.34	0.298	0.389	0.394	0.36		0.29	0.318	
			-12°C	0.264	0.299	0.302	0.286	0.239	0.364	0.286	0.357	0.266	0.298	0.29	0.307
-18°C	-		0.274	0.29			0.285	0.237	0.29		0.255		0.253		
PG BİTÜM SINIFI			PG 76-16	PG 70-22	PG 70-22	PG 70-16	PG 64-16	PG 70-22	PG 64-16	PG 64-22	PG 88-16	PG 88-16	PG 82-16	PG 76-22	

Tablo 2 : Modifiye bitümlere yapılan performans deneylerinin sonuçlarını gösterir özet tablo.



Şekil 1: Modifiye bitümlerin yüksek sıcaklık elastik modülünün değişimi



Şekil 2: Modifiye bitümlerin yüksek sıcaklık faz açılarının değişimi

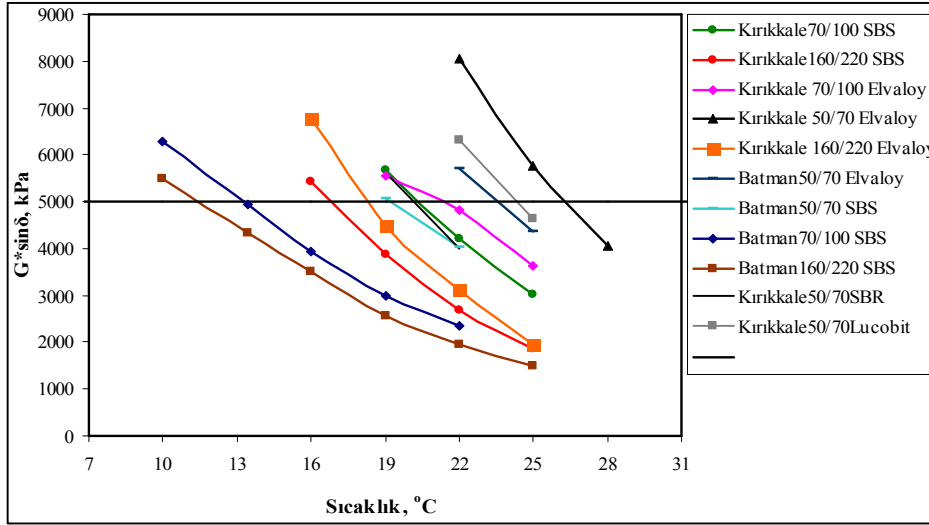
Diğer taraftan Şekil 2 'de görüldüğü gibi elvaloy katkılı modifiye bitümlerin faz açısı diğer modifiye bitümlerden daha düşüktür. Bu durum sert bitümler için Şekil 2 ile uyumluluk gösterse de, yumuşak bitümlerde SBS daha iyi sonuç vermektedir. Aynı zamanda, sıcaklık artarken elvaloy katkılı modifiye bitümlerin faz açısının arttığı, buna karşılık Kırıkkale rafinerisine ait SBS ve SBR katkılı yumuşak bitümlerin faz açılarının sıcaklığın artması ile azaldığı görülmektedir. Bu durum, SBS ve SBR katkı malzemelerinin bitüm içerisinde bir polimer ağı meydana getirmesi, bu nedenle yumuşak bitümlerde, sıcaklık yükseldikçe bitümün viskozitesinin düşmesine bağlı olarak bu polimerik ağın daha ön plana çıkması ve bitümün elastik davranışını

belirlenmesi ile açıklanabilir. Elvaloy ve Lucobit katkı malzemeleri ise karışımı bir bütün olarak sertleştirmekte, sert bitümler daha da sertleşmekte, buna karşılık bitüm yumuşadığında polimer ağı düzeyinde bir kenetlenme daha az söz konusu olduğundan yüksek sıcaklık performansı daha hızlı bir şekilde azalmaktadır.

3.2 Bitümlerin orta sıcaklıklardaki performansları

Bitümlerin orta sıcaklıklardaki performansı yorulmaya (fatigue) karşı direncine bağlıdır. SUPERPAVE bağlayıcı şartnamesinde bunun için RTFOT ve PAV deneyleri ile yaşlandırılmış bitümlerin DSR deneyi ile bulunan kompleks modülünün ordinatındaki viskoz kısmını temsil eden $G^* \sin \delta$ değerinin maksimum 5000 kPa olması şartı bulunmaktadır. Bu değer üzerinde bulunan bitümler yorulma davranışı için aşırı sert kabul edilmektedir.

Modifiye bitümlerin $G^* \sin \delta$ değerinin değişimi Şekil 3 'de verilmiştir. Buna göre, Batman rafinesine ait SBS katkılı bitümler Kırıkkale rafinesine ait elvaloy katkılı modifiye bitümlere göre orta sıcaklıkta yorulma çatlaklarının oluşumu bakımından daha iyi performans göstermiştir. Elde edilen deney sonuçlarına göre Modifiye katkıların performans sıralaması ise artan yönde Elvaloy, Lucobit, SBR ve SBS şeklindedir.

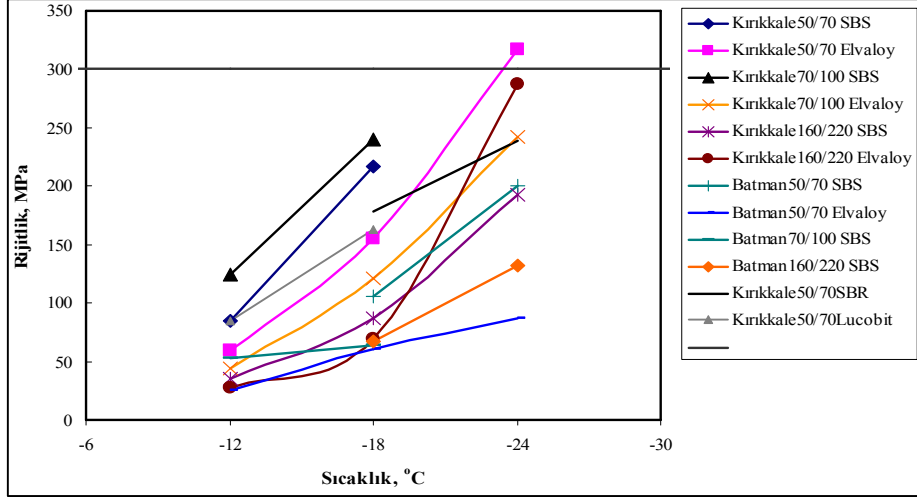


Şekil 3 :Modifiye bitümlerin orta sıcaklık viskoz modülünün değişimi

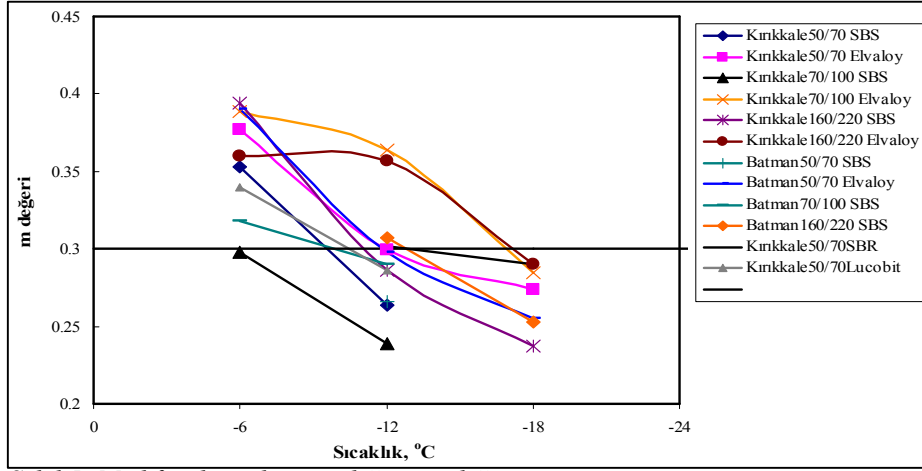
3.3 Bitümlerin düşük sıcaklıklardaki performansları

Bitümlerin düşük sıcaklık performansları ile ilgili BBR deneyi ile belirlenen eğilmede sertlik (S, stiffness) değerinin 300 MPa 'dan küçük, m değerinin ise 0,300 'den büyük olması istenmektedir. Eğer m değeri 0,300 'den büyük iken sertlik 300 MPa ile 600 MPa arasında ise AASHTO M320 bitüm performansı sınıflama standardına göre doğrudan çekme deneyinin (DTT) yapılabileceği belirtilmektedir. Bununla

beraber, yapılan deneysel çalışmalarda m değeri her zaman sertlik değerinden önce kritik seviyeye ulaştığından bu deneyin yapılması gerekli değildir. Yani bitümler 300 MPa sertlik değerini aştığı her durumda m değeri 0,300 'ün altında çıkmıştır.



Şekil 4: Modifiye bitümlerin düşük sıcaklıklardaki BBR rijitliğinin değişimi



Şekil 5: Modifiye bitümlerin m değerinin değişimi

Modifiye bitümlerde düşük sıcaklık performansının ana bitümün performansına göre genel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kırıkkale rafinesine ait bitümlerde SBS katkılı modifiye bitümlerin düşük sıcaklık performansının genellikle bir sınıf azaldığı, elvaloy katkılı bitümlerde ise çok az bir azalma olduğu ve çoğunlukla ana bitüm sınıfı ile aynı performans sınıfı içerisinde kaldığı görülmüştür. Batman rafineri bitümünden her iki SBS ve elvaloy katkı malzemesi ile üretilen modifiye bitümlerin performans sınıfının en az bir, çoğunlukla ise iki sınıf azaldığı yani düşük sıcaklık performansının kötüleştiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Lucobit katkılı modifiye

bitüm ana bitüm sınıfının bir sınıf altında çıkarken, SBR katkısının düşük sıcaklık performansını değiştirmediği görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Ülkemizde de halen kullanılmakta olan penetrasyon ve viskozite gibi fiziksel özelliklere dayanan geleneksel bitüm sınıflama sistemleri sadece modifiye edilmemiş bitümleri kapsamakta olup, modifiye bitümlerin sınıflandırılmasında kullanılmamaktadırlar. Yeni geliştirilen ve yakın bir gelecekte mevcut sınıflama sistemlerinin yerini alacağı anlaşılan SUPERPAVE bitüm performans sınıflama sisteminde, bitümler reolojik özelliklerine göre deneye tabi tutulurken bu sınıflama modifiye bitümler de dahil olmak üzere bütün bitümlere uygulanabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında piyasada yaygın olarak bulunan bazı polimer katkıları ülkemiz rafineri bitümlerine katılarak performans sınıfları araştırılmıştır. Bu maksatla, SBS, Elvaloy, Lucobit ve SBR olmak üzere 4 çeşit katkı kullanılmış; bitüm olarak ise ülkemiz bitümlerini temsilen farklı penetrasyondaki Kırıkkale ve Batman rafineri bitümleri kullanılmıştır. Ürünlerin yaygın olarak kullanılan oranlarına bağlı olarak, %5 oranında SBS, %3 oranında SBR, %5 oranında Lucobit ve %2 oranında Elvaloy kullanılarak hazırlanan modifiye bitümlere yapılan performans deneylerine göre Batman modifiye bitümleri Kırıkkale modifiye bitümlerinden daha iyi performans göstermektedir. Katkı malzemesi düzeyinde ise, yüksek sıcaklık performans sınıfının (PG) genel olarak bir veya iki sınıf arttığı görülmüştür. Modifiye bitümlerin düşük sıcaklık PG sınıflarının ise ana bitümün PG sınıfına göre genel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kırıkkale rafinerisine ait bitümlerde SBS ve Lucobit katkılı modifiye bitümlerin düşük sıcaklık performansının genellikle bir sınıf azaldığı, SBR katkılı modifiye bitümlerin düşük sıcaklık performansının değişmediği, Elvaloy katkılı bitümlerde ise çok az bir azalma olduğu ve çoğunlukla ana bitüm sınıfı ile aynı performans sınıfı içerisinde kaldığı görülmüştür. Batman rafineri bitümünden SBS ve Elvaloy katkı malzemesi ile üretilen modifiye bitümlerin performans sınıfının en az bir, çoğunlukla ise iki sınıf azaldığı yani, düşük sıcaklık performansının kötüleştiği tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Dinç, E., ve Yazıcı, A., (2000) Superpave Bitüm Deneyleri ve Agrega Gradasyonu, 3. Asfalt Sempozyumu, Ankara, 16-17, 161-172
2. Güngör, A.G., Sağlık, A., (2008) Türkiye Bitümlerinin Performans Sınıflarının Belirlenmesi, I. Karayolu Kongresi, Ankara, 185-194
3. McGennis, R.B., Shuler, S., Bahai, H.U., (1994) Background of Superpave Asphalt Binder Test Methods, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Publication No. FHWA-SA-94-069, Lexington, 1-86
4. Sağlık, A., (2009) Türkiye’de üretilen rafineri bitümlerinin Karayolu Üstyapılarında Kullanımı İçin Performans Sınıflarının Belirlenmesi Bitümlerinin Performans Sınıflarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara