

**T.C.
ULAŖTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŖME BAKANLIĐI
KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**



**ARAŖTIRMA VE GELİŖTİRME DAİRESİ BAŖKANLIĐI
ÜSTYAPI GELİŖTİRME ŖUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ
2012**

**T.C.
ULAŖTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŖME BAKANLIĐI
KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

BSK KAPLAMALI YOLLAR İÇİN BİTÜM SINIFI SEÇİM HARİTALARI

Hazırlayanlar

Ahmet SAĐLIK
İnş.Yük.Müh.

Fatma ORHAN
İnş.Yük.Müh.

A.Gürkan GÜNGÖR
İnş.Yük.Müh.

**ARAŖTIRMA VE GELİŖTİRME DAİRESİ BAŖKANLIĐI
ÜSTYAPI GELİŖTİRME ŖUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ
2012**

İçindekiler

I. Giriş	1
II. Bitüm Sınıfının Seçimi İçin Yapılan Çalışmalar	3
II.1. Sıcaklık Verilerinin Analiz Edilmesi.....	3
II.2. Bitümlü Bağlayıcıların Performans Sınıflarının Belirlenmesi	4
II.2.1. Bitümlü Bağlayıcılara Yapılan Performans Deneyleri.....	5
II.3. Bitüm Sınıfının Seçimi İçin Yazılım Geliştirilmesi.....	8
Bitüm Sınıfı Seçim Haritalarının Kullanımı Ve Dikkat Edilecek Hususlar	9
Bitüm Sınıfı Seçim Tablosu	11
Bölge Haritaları	12
1.Bölge Müdürlüğü (İstanbul)	12
2.Bölge Müdürlüğü (İzmir)	13
3.Bölge Müdürlüğü (Konya).....	14
4.Bölge Müdürlüğü (Ankara)	15
5.Bölge Müdürlüğü (Mersin)	16
6.Bölge Müdürlüğü (Kayseri)	17
7.Bölge Müdürlüğü (Samsun).....	18
8.Bölge Müdürlüğü (Elazığ).....	19
9.Bölge Müdürlüğü (Diyarbakır).....	20
10.Bölge Müdürlüğü (Trabzon).....	21
11.Bölge Müdürlüğü (Van)	22

12.Bölge Müdürlüğü (Erzurum)	23
13.Bölge Müdürlüğü (Antalya).....	24
14.Bölge Müdürlüğü (Bursa)	25
15.Bölge Müdürlüğü (Kastamonu).....	26
16.Bölge Müdürlüğü (Sivas).....	27
18.Bölge Müdürlüğü (Kars)	28
Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.....	29

BSK KAPLAMALI YOLLAR İÇİN BİTÜM SINIFI SEÇİM HARİTALARI

I. GİRİŞ

Teknolojik, bilimsel ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak, ülkemizin güvenli, konforlu ve uzun ömürlü yolların yapılması yönünde talep ve ihtiyaçları gün geçtikçe artmaktadır. Bu talep ve ihtiyaçlara uygun olarak, Kuruluşumuz sahip olduğu misyon, görev ve hizmet anlayışı ile kaliteli, konforlu ve uzun ömürlü yolların yapılmasına yönelik olarak son dönemde yeni bir Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) kaplamalı yol hamlesi başlatmıştır. Beraberinde, Ülkemiz BSK ve bitümlü bağlayıcı kullanımı bakımından Avrupa ülkeleri arasında en ön sıralarda yerini almış olup, ulaştırma hedeflerine uygun olarak bu üretimler orta ve uzun dönemde artarak devam edecektir.

Diğer taraftan, yapılan BSK kaplamalı yolların ömrünü, dolayısıyla hizmet seviyesi ve maliyetini karışımında kullanılan bitümlü bağlayıcının özellikleri önemli ölçüde etkilemektedir. Zira, yol üstyapılarında görülen yapısal bozulmalar büyük ölçüde kullanılan bitümlü bağlayıcı içinde veya temas yüzeyinde ortaya çıkmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda tekerlek izinde oturma şeklinde görülen bozulmalar viskoz hale geçen bitümün kaplama tabakasının boşluklarına doğru akışı şeklinde olurken, orta sıcaklıklarda boyuna yönde ve/veya timsah sırtı şeklinde, düşük sıcaklıklarda ise enine yönde gelişen çatlaklar sertleşen bitümün kendi içerisinde veya temas yüzeyinden kırılmasıyla ortaya çıkmakta, yine sudan kaynaklanan soyulma ve sökölme şeklinde bozulmalar da bitümün agrega temas yüzeyindeki yapışkanlığını kaybetmesine bağlı olarak meydana gelmektedir.

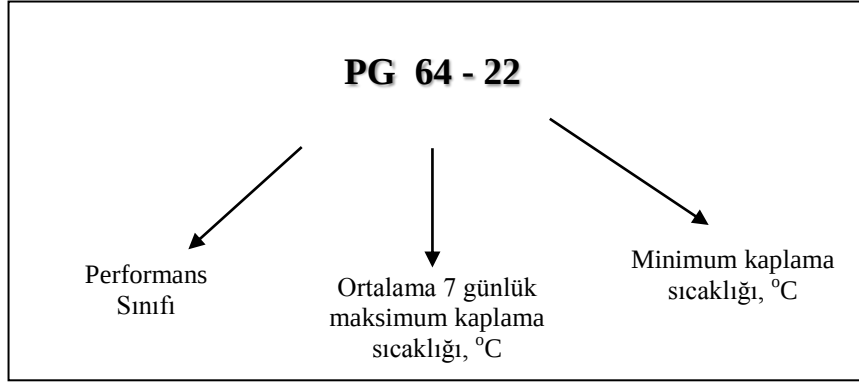
Farklı sıcaklıklarda farklı şekilde görülen bu bozulmalar bitümlü bağlayıcıların visko-elastik davranış özelliği nedeniyle oluşmaktadır. Bitümlü bağlayıcılar değişen sıcaklık ve yük koşullarına bağlı olarak sabit ve kararlı bir reolojik davranış göstermeyip, yüksek sıcaklık ve uzun süreli yükleme durumlarında viskoz bir sıvı gibi davranırken, düşük sıcaklıklarda sert, elastik bir katı gibi davranmaktadır.

Bitümlü bağlayıcıların tanımlanmasında, yaygın olarak tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de penetrasyon değerine bağlı bir sınıflama sistemi geleneksel olarak kullanılmaktadır. Bu değer deneysel olarak 25°C'de bitümün kıvamlılığı ölçülerek belirlenmektedir. Bozulmaya neden olan sıcaklıklar çoğunlukla kaplamanın maruz kaldığı aşırı yüksek ve aşırı düşük sıcaklıklar olmasına rağmen penetrasyon değerine göre belirlenen bitüm sınıfı, söz konusu bitümün 25°C'den farklı sıcaklıklardaki davranışı konusunda çok sınırlı ölçüde bilgi vermekte, yük altındaki davranışı hakkında ise hiçbir bilgi vermemektedir.

Geleneksel sınıflandırma sistemlerinin bu yetersizlikleri nedeniyle yeni bir sınıflandırma yöntemi olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde Stratejik Karayolu Araştırma Programı (SHRP) çerçevesinde performans esaslı SUPERPAVE (Üstün Performanslı Asfalt Kaplama) bağlayıcı sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde, bitüm sınıfı yüksek, orta ve düşük sıcaklık olmak üzere maruz kalabileceği bütün sıcaklık şartlarındaki performansına ve fiziksel özelliklerinden ziyade mekanik ve reolojik özelliklerine bağlı olarak tespit edilmektedir.

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. PG simgesini takip eden rakamlar, bağlayıcının hizmet vereceği yerdeki ortalama en yüksek ve ortalama en düşük kaplama sıcaklıklarını göstermektedir.

Aşağıda bir sınıflandırma örneği gösterilmiştir. Bu örnekteki gibi, yoldaki en yüksek ve en düşük kaplama sıcaklıklarına göre belirlenen performans sınıfı, aynı zamanda bu yolda kullanılacak bitümün yüksek sıcaklıklarda +64°C'ye, düşük sıcaklıklarda ise -22°C'ye kadar beklenen performansı göstermesi gerektiği anlamına gelmektedir.



Şekil 1: Superpave performans sınıfı gösterimi.

Diğer taraftan, sıcaklığın yanında bitümlü bağlayıcıların davranışına etki eden diğer bir parametre yükün uygulanma süresidir. Bir bitümlü bağlayıcının sıcaklığını artırarak elde edilebilecek akış miktarı, sıcaklığı artırmadan sabit yük altında uzun süre tutularak da elde edilebilir. Yükün miktar ve uygulama süresinin sıcaklık artışındaki davranışa tekabül etmesi Superpave performans sınıflama sisteminde proje trafiğine (20 yıl boyunca geçecek toplam standart dingil yükü tekerrür sayısı) ve trafiğin hızına (hızlı, yavaş veya duran trafik) bağlı olarak gerekli yüksek sıcaklık performans sınıfının artırılması ile dikkate alınmaktadır.

Bitüm performans sınıflamasının başlıca üstünlükleri şunlardır:

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 olmaktadır.

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 bulunan 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 uzun dönemli yaşlanması dikkate alınabilmektedir.
7. Performans sınıflama sisteminde plastik deformasyonlar, (tekerlek izinde oturma, ondülasyon v.b.) yorulma çatlağı ve termal çatlak olmak üzere kaplama performansına etki eden üç ana bozulma mekanizması dikkate alınmaktadır.

Superpave bitümlü bağlayıcı performans sınıflamasında, sınıfları 6°C'lik aralıklarla artmakta veya azalmaktadır. Superpave performans sınıflama sistemi AASHTO M320 standardına göre Tablo 1 'deki gibi verilmektedir.

Tablo 1: Superpave Performans Sınıfı Bitümlü Bağlayıcı Şartnamesi (AASHTO M320)

Performans Sınıfı	PG 46			PG 52			PG 58			PG 64			PG 70			PG 76			PG 82															
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40							
7 Gün Maks. Kaplama Dışayn Sıcaklığı, °C	< 46			< 52			< 58			< 64			< 70			< 76			< 82															
Minimum Kaplama Dışayn sıcaklığı, °C	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40							
ORJINAL BİTÜM																																		
Parlama Noktası, T48, Minimum (°C)	230																																	
Viskozite, ASTM D4402 ^b	135																																	
Dinamik Kesme, T315 ^c G*·sinδ ^d ≥ 1,00 kPa Sıcaklık @ 10 rad/s, °C	46	52					58					64					70					76					82							
RTFO DENEY KALINTISI (T 240)																																		
Kütle Kaybı, Maks, %	1																																	
Dinamik Kesme, T315 G*·sinδ ^d ≥ 2,20 kPa Sıcaklık @ 10 rad/s, °C	46	52					58					64					70					76					82							
PAV DENEY KALINTISI (PP 1)																																		
PAV Deneysel Sıcaklığı, °C	90	90					100					100					100 (110)					100 (110)					100 (110)							
Dinamik Kesme, T 315 G*·sinδ ^d ≤5000 kPa Sıcaklık @ 10 rad/s, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	34	31	28
Rapor Edilecektir.																																		
Fiziksel Sertleşme ^e																																		
Sünme Sertliği, T 313 S ≤300 MPa, m ≥ 0,300 Sıcaklık @ 60 s, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24		
Direkt Çekme, T 314 Yenilene Deformasyonu≥1,0% Sıcaklık @ 1mm/dak, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24		

II. BİTÜM SINIFININ SEÇİMİ İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

II.1. Sıcaklık Verilerinin Analiz Edilmesi

Ülkemiz yol üstyapılarında gerekli bitüm performans sınıflarının belirlenebilmesi için öncelikli olarak yol bazında hakim olan kaplama sıcaklıkları belirlenmiştir. Bu amaçla Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden ülkemizde yer alan tüm meteorolojik istasyonlara ait sıcaklık verileri alınmıştır. Bu verilerden, her yıl için ardışık 7 güne ait en yüksek sıcaklık ortalaması ve bu değerlerin son 20 yıla ait ortalamaları ve standart sapmaları belirlenmiştir. Aynı şekilde her yıl için belirlenen yıl içindeki en düşük sıcaklık verisinin son 20 yıla ait ortalaması ve standart sapması belirlenmiştir. Elde edilen bu sıcaklıklar ekstrem hava sıcaklıkları olup, sırasıyla ortalama en yüksek hava sıcaklığı ve ortalama en düşük hava sıcaklığı olarak adlandırılmaktadır.

Elde edilen bu sıcaklıklar meteoroloji istasyonlarına ait olup, yol seviyesindeki sıcaklıklara çevrilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, en yakın meteorolojik istasyonlara ait değerler ile yol ve istasyon kotları arasında farkları esas alan bir analiz yöntemiyle kontrol kesim seviyesinde her bir yol için en düşük ve en yüksek sıcaklıklar belirlenmiştir. Her bir yol için belirlenen bu hava sıcaklıkları daha sonra aşağıda verilen formüllerle kaplama sıcaklıklarına çevrilmiştir.

$$T_{20mm} = 0.9545 (T_{havamaks} - 0.00618 E^2 + 0.2289 E + 42.2) - 17.78$$

$$T_{min} = T_{havamin}$$

Burada;

- T_{20mm} : Yüzeyden 20 mm derinlikteki en yüksek kaplama sıcaklığı, °C
- T_{min} : Yüzeydeki en düşük kaplama sıcaklığı, °C
- $T_{havamaks}$: Ortalama 7 günlük en yüksek hava sıcaklığı, °C
- $T_{havamin}$: Ortalama düşük 1 günlük hava sıcaklığı, °C
- E : Bitümün kullanılacağı yol kesiminin derece olarak enlemi.

Kaplama sıcaklıkları hesaplandıktan sonra, o yol kesiminde kullanılması gereken bitümlü bağlayıcı performans sınıfı belirlenmiştir. PG sınıfları hem yüksek hem de düşük sıcaklıklarda 6°C'lik aralıklarla artmakta veya azalmakta olup, örneğin en yüksek kaplama sıcaklığı 56°C, en düşük kaplama sıcaklığı -24°C olarak hesaplanmış ise kullanılması gereken temel performans sınıfı PG 58-28 olarak belirlenir.

II.2. Bitümlü Bağlayıcıların Performans Sınıflarının Belirlenmesi

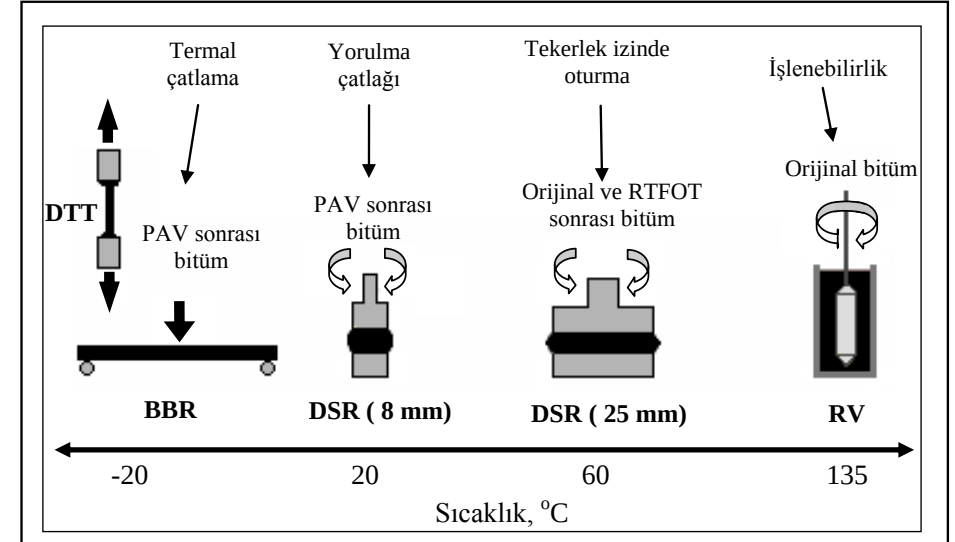
Yolda kullanılması gereken bitüm performans sınıfları belirlendikten sonraki aşama, hangi bitümlü bağlayıcının bu performansı sağladığının araştırılması, kullanılacak bitüme karar verilmesi, eğer sağlamıyorsa nasıl ve hangi oranda modifiye edilerek gerekli performans sınıfının elde edileceğinin araştırılmasıdır.

Bu maksatla ilk aşamada ülkemizde üretim yapan 4 adet rafineriden değişik zaman ve penetrasyonlarda bitümlü bağlayıcı numunesi alınarak her bitümlü bağlayıcının hangi sıcaklık aralıklarında hizmet verdiği Superpave bağlayıcı şartnamesine uygun olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, Kırıkkale, İzmit, Aliğa ve Batman rafinerilerine ait B 50/70, B 70/100 ve B 160/220 sınıfı bitümler ile Aliğa rafinerisinde ait B 100/150 sınıfı bitümlere Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Bitümlü Bağlayıcılar Laboratuvarında ileri deney metotları ile bütün performans deneyleri yapılarak PG sınıfları belirlenmiştir. Hangi deneylerin hangi bitümler üzerinde ve hangi performansı ölçmeye yönelik olarak yapıldığı Şekil 2 ve Tablo 2 'de verilmiştir.

Ayrıca, yukarıda belirtilen rafineri bitümleri farklı tip ve oranda polimer katkı malzemeleri kullanılarak modifiye edilmiş ve üretilen PMB numunelerin performans sınıfları belirlenerek, polimer modifiye bitümler için Superpave performans sınıflamasını esas alan bir sınıflama sistemi geliştirilmiştir. Hazırlanan PMB şartnamesi 10.07.2009 tarih ve B.11.1.TCK.0.12.03-274/1061 sayılı yazı ile dağıtımı yapılarak uygulamaya konulmuş olup, söz konusu PMB Şartnamesi Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 2: PG sınıflamasında yapılan deneyler ve performans kriterleri.

Beklenen Performans	Deney Adı	Deneyde Kullanılan Bitüm	Performans Kriteri
İşlenebilirlik	Dönel Viskometre (RV)	Orijinal bitüm	Viskozite ≤ 3 Pa.s
Kısa dönemli yaşlanma	Döner İnce Film Etüvü (RTFO)	Orijinal bitüm	-
Uzun dönemli yaşlanma	Basınçlı Yaşlandırma Kabı (PAV)	RTFOT ile yaşlanmış bitüm	-
Yüksek sıcaklıktaki davranış (tekerlek izinde oturma)	Dinamik Kesme Reometresi (DSR)	Orijinal bitüm	$G^*/\sin\delta \geq 1.0$ kPa
		RTFOT ile yaşlanmış bitüm	$G^*/\sin\delta \geq 2.2$ kPa
Orta sıcaklık davranış (yorulma çatlağı)	Dinamik Kesme Reometresi (DSR)	RTFOT ve PAV ile yaşlandırılmış bitüm	$G^*\sin\delta < 5000$ kPa
Düşük sıcaklıktaki davranış (Termal çatlak oluşumu)	Kiriş Eğilme Reometresi (BBR)	RTFOT ve PAV ile yaşlandırılmış bitüm	$S \leq 300$ MPa m-değeri ≥ 0.3



Şekil 2: Üstyapı bozulma tipine göre yapılan performans sınıflama deneyleri

II.2.1. Bitümlü Bağlayıcılara Yapılan Performans Deneyleri

Dönel viskozite (Brookfield viskozite) deneyi

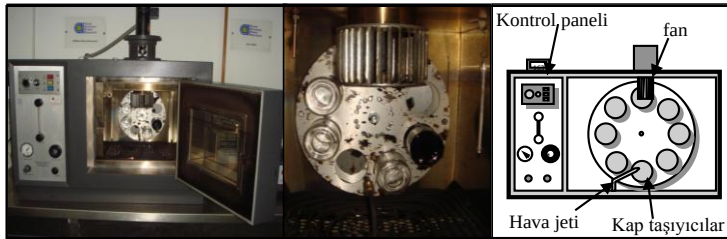
Dönel viskozite deneyi, bitümlü bağlayıcının, sıcak karışım tesisinde, hangi derecede pompalanabilirlik ve işlenebilirliğe sahip olduğunun tespitine yönelik olarak akış karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılır. Dönel viskozite, silindirik bir çubuğun sabit bir sıcaklıkta, bitümlü bağlayıcı numunesi içinde kendi etrafında dönüş hızını sabit tutacak burulma kuvvetinin ölçülmesi ile belirlenir. 135°C'de dönmeye karşı direnç maksimum 3 Pa's olmalıdır.



Şekil 3: Dönel vizkozite deney cihazı

Döner ince film halinde ısıtma deneyi (RTFOT)

Deney ile, bitümlü bağlayıcıların depolanma, plente aktarılma, plente karıştırılma, taşınma, serilme ve sıkıştırılma işlemleri sırasında kısa dönemli yaşlanma özellikleri belirlenmektedir. RTFO deneyi dairesel, dikey ve kendi eksenini etrafında dönen 8 adet numune şişelerin üzerine takılabildiği bir taşıyıcıya sahip etüv içerisinde yapılır. Her birinin içerisine 35 gr bitüm konulan şişeler taşıyıcı ile birlikte dönerken en alt konuma geldiklerinde hava üfleyici parça sıra ile her bir şişenin içerisine hava püskürtülerek numuneler 163°C sıcaklıkta 85 dakika süre ile yaşlandırılır.

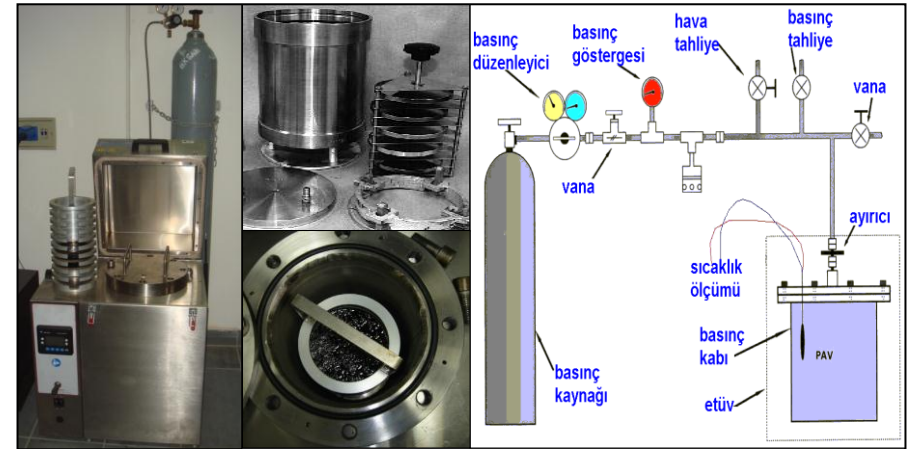


Şekil 4: Döner ince film etüvü

Basınçla yaşlandırma deneyi (PAV)

Superpave bağlayıcı şartnamesi bitümlerin orta ve düşük sıcaklıklarda yorulma çatlakları ve termal çatlaklara karşı dayanımlarını belirlemek için bitümlerin uzun dönemli yaşlandırılmasını zorunlu kılmaktadır. Uzun dönemde görülen böyle bir yaşlanma daha ziyade bitümün oksidasyonu nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Superpave Bağlayıcı Şartnamesinde uzun dönemli yaşlandırma Basınçlı Yaşlandırma Kabı (Pressure Ageing Vessel, PAV) ile yapılmakta olup, bu şekilde bitümde uzun dönemde ortaya çıkan fiziksel ve kimyasal değişiklikler temsil edilmektedir.

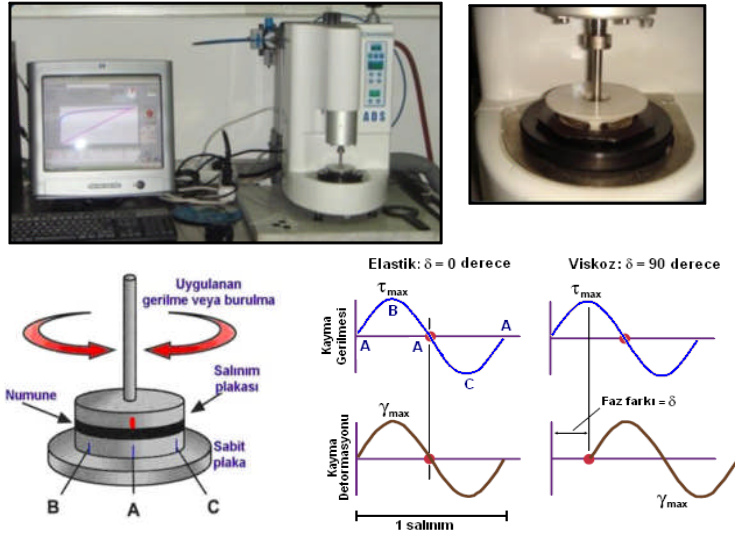
Deneyde, RTFOT deneyinden çıkan numuneler her birine 50g olacak şekilde numune kaplarına konur. Numune kapları 10 adet numune kabı alabilen raflı numune taşıyıcıya yerleştirildikten sonra basınçlı yaşlandırma kabına alınarak 2070 kPa basınç altında bitümlü bağlayıcının belirlenen yüksek sıcaklık performansına bağlı olarak 90°C, 100°C veya 110°C 'de 20 saat süre ile yaşlandırılır. Böylece kaplamanın yapım ve hizmet sırasında karşılaşılabilecek çevresel koşullar temsil edilmiştir olmaktadır.



Şekil 5: Basınçlı yaşlandırma kabı deney ekipmanları

Dinamik Kesme Reometresi (DSR)

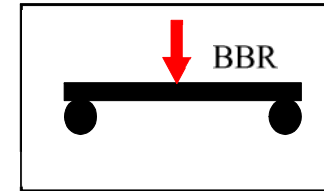
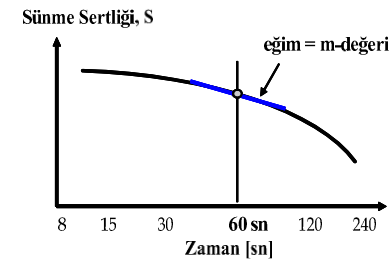
Dinamik Kesme Reometresi Deneyi (The Dynamic Shear Rheometer, DSR) belli bir sıcaklık ve kesme gerilmesi altında bitümün visko-elastik davranışını belirlemek için yapılan bir deneydir. DSR deneyi ile, bitümlü bağlayıcının sıcaklık ve yük altında yorulma ve kalıcı deformasyona karşı direncini tespit edilerek yüksek sıcaklık performans sınıfı belirlenmektedir. Deney numunesi biri hareketli (sağa sola salınım yapan) olmak üzere iki disk arasına yerleştirilir. Numunenin, hareketli disk tarafından uygulanan salınımlı (osilasyonlu) kesme kuvvetine karşı gösterdiği reolojik özellikler belirlenir. DSR deneyinde bitüm numunesinin kompleks kayma modülü (G^*) ve faz açısı (δ) ölçülmektedir. Kompleks kayma modülü (G^*) malzemenin sürekli tekrar eden kesme gerilmelerine tabi tutulmasıyla deformasyona karşı gösterdiği toplam direncin bir ölçüsüdür. Faz açısı (δ) ise uygulanan kesme gerilmesi ile meydana gelen kesme deformasyonu arasındaki gecikme olup, viskoz ve elastik deformasyonun bağıl miktarlarının göstergesidir. Numuneye uygulanan salınımlı kesme kuvvetinin frekansı saniyede 10 radyan (1,59 Hz) olup, bu yaklaşık 90 km/saat hızdaki trafik altında meydana gelen deformasyonları temsil etmektedir.



Şekil 6: Dinamik kesme reometresi (DSR)

Kiriş Eğme Reometresi (BBR)

Kiriş Eğme Reometresi (BBR) deneyi bitümlü bağlayıcının rijitlik ve sünme özelliklerinin belirlenmesinde kullanılır. Bu parametreler bitümlü bağlayıcının düşük sıcaklık çatlağına karşı dayanımının bir ölçüsü olarak kullanılır. Diğer Superpave deneylerinde olduğu gibi bu deneyde de bitümlü bağlayıcının uygulanacağı bölgedeki tahmin edilen gerçek sıcaklık değerleri deney sıcaklığı olarak kullanılır. Deneyde, belirli boyutlarda hazırlanan bitüm kiriş numunesine bilgisayar kontrollü olarak 4 dakika boyunca sabit yük uygulanarak zaman-deformasyon ile zaman-sünme sertliği grafikleri çizilir. Deney, bitümün termal çatlak oluşumuna karşı direncini ölçmeye yönelik olduğundan negatif sıcaklıklarda gerçekleştirilir. 60 saniye sonunda sünme sertliği $S(t) \leq 300$ MPa ve m-değeri ≥ 0.300 olmalıdır.



Şekil 7: Kiriş eğme reometresi deneyi (BBR)

Tablo 3: Polimer Modifiye Bitüm (PMB) Teknik Şartnamesi

Sıra No	DENEY ADI		STANDARDI	BİRİMİ	PMB 64-28	PMB 70-16	PMB 70-22	PMB 70-28	PMB 76-16	PMB 76-22	PMB 76-28	PMB 82-16
1	PENETRASYON (25°C,100g,5sn.)		TS EN 1426	0,1mm	50-90	30-70	30-90	30-90	20-60	20-70	20-70	10-50
2	YUMUŞAMA NOKTASI	min.	TS EN 1427	°C	52	62	62	62	67	67	67	72
3	KUVVET ÖLÇÜMLÜ DÜKTİLİTE ^a (25°C'de, 5cm/dk)	min.	TS EN 13589	J	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1
4	ELASTİK GERİ DÖNME (25°C)	min.	TS EN 13398	%	80	60	70	80	60	70	80	60
5	PARLAMA NOKTASI	min.	TS EN ISO 2592	°C	220	220	220	220	220	220	220	220
6	ÖZGÜL AĞIRLIK		TS EN 15326	g/cm ³	1.0-1.1	1.0-1.1	1.0-1.1	1.0-1.1	1.0-1.1	1.0-1.1	1.0-1.1	1.0-1.1
7	DEPOLAMA STABİLİTESİ ^b											
7.1	YUMUŞAMA NOKTASI FARKI	maks.	TS EN 13399	°C	5	5	5	5	5	5	5	5
7.2	PENETRASYON FARKI	maks.		0,1mm	12	12	12	12	9	9	9	9
8	DİNAMİK KESME REOMETRESİ (DSR) (G*/sinδ >1kPa)	Yenilme Sıcaklığı min.	TS EN 14770 AASHTO T315	°C	64	70	70	70	76	76	76	82
9	DÖNMELİ İNCE FİLM ETÜVÜ DENEYİ ^c		TS EN 12607-1									
9.1	KÜTLE KAYBI	maks.		%	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.5
9.2	YUMUŞAMA NOKTASI	min.	TS EN 1427	°C	50	60	60	60	65	65	65	70
9.3	Yumuşama Noktasındaki Değişiklik											
	artma	maks.		°C	8	8	8	8	8	8	8	8
	azalma	maks.		°C	5	5	5	5	5	5	5	2
9.4	KALICI PENETRASYON	min.	TS EN 1426	%	50	50	50	50	45	45	45	40
9.5	DİNAMİK KESME REOMETRESİ (DSR) (G*/sinδ >2,2kPa)	Yenilme Sıcaklığı min.	TS EN 14770 AASHTO T315	°C	64	70	70	70	76	76	76	82
10	RTFOT+PAV İle Yaşlandırılmış Modifiye Bitüme Yapılan Deneyler		TS EN 14769 AASHTO R28									
10.1	DSR (G*/sinδ <5000kPa)	Yenilme Sıcaklığı maks.	TS EN 14770 AASHTO T315	°C	22	31	28	25	34	31	28	37
10.2	KİRİŞ EĞME REOMETRESİ (BBR) Eğilme-Sünme Sertliği (S≤300 MPa, m≥0,300)	Sıcaklık maks.	TS EN 14771 AASHTO T313 ASTM D6648	°C	-18	-6	-12	-18	-6	-12	-18	-6

^a Bu koşul gerekli olduğunda aranacaktır.

^b Modifiye bitüm depolanmadan kullanılacaksa, depolama stabilitesi deneyi yapılması zorunlu değildir.

^c Yüksek viskoziteli modifiye bitümlerde RTFO deneyi 163 °C 'den daha yüksek (180 °C'yi geçmeyen) sıcaklıkta yapılabilecektir.

NOT : 1, 2, 4, 9.1,9.2 ve 9.4 sıra nolu deneylerin şantiyede yapılması zorunludur.

Ayrıca, kullanılan modifiye bitümden, yılda en az iki kez numune alınarak tabloda belirtilen tüm deneyler yapılacaktır.

II.3. Bitüm Sınıfının Seçimi İçin Yazılım Geliştirilmesi

Günümüzün kalite ve konfor ihtiyaçlarına paralel olarak yol bakım/onarım faaliyetlerinin öneminin giderek artması nedeniyle, Kuruluşumuz stratejik hedefleri doğrultusunda Ar-Ge Dairesi Başkanlığı bünyesinde hem ağ hem de yol düzeyinde en konforlu ve en ekonomik bakım/onarım önceliklerinin belirlenmesine yönelik nesnel ve sistematik yaklaşım sağlayan bilgisayar destekli bir Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS) kurulmuştur. Bu kapsamda Karayolu ağına ait üstyapı envanter ve performans ölçüm bilgilerinin girildiği, bu verilerin güncellenerek analiz edilebildiği ağ tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. KGM intranet ağı üzerinde hizmet veren bu yazılıma <http://uyssrv.intra.kgm.gov.tr/uysweb> adresinden ulaşılabilmektedir.

Söz konusu yazılımda, tüm üstyapı tabakalarının ve üstyapı tabanının tabaka cinsi, kalınlığı, yapım yılı, malzeme özellikleri, asfalt tabakaları için bitüm sınıfları, varsa katkı tipi ve oranı, kullanılan malzeme ocak bilgileri üstyapı envanter verisi olarak girilerek bir veritabanında tutulmaktadır.

Yazılım “*şerit ölçümleri*” arayüzü ile profilometre ölçümlerinde her 20 metrede bir yüksek çözünürlüklü envanter ve/veya yüzey kameraları ile çekilen fotoğraflar, bu fotoğrafların alındığı yeri gösterir harita üzerinde ölçümlere ait koordinat, IRI ve üstyapı durumu (iyi, orta, kötü olarak) bilgileri ile birlikte görülebilmekte, fotoğraflar otomatik veya manuel biçimde görsel olarak ilerletilebilmektedir.

Ayrıca, BSK kaplamalı yolların profilometre ile yapılan uluslararası düzgünsüzlük indeksi (IRI) ve tekerlek izinde oturma (TİO) ölçümleri, düşen ağırlıklı deflektometre ile yapılan defleksiyon ölçümleri, esneklik modülleri ve hesaplanan takviye kalınlıkları ile yol üstyapı bozulmalarının etüdü ile belirlenen üstyapı puanları da yazılım arayüzünden sisteme işlenebilmektedir.

Üstyapı Yönetim Sisteminin (ÜYS) esas amacı yol envanter ve performans bilgilerinin sürekli olarak takip edilip, performans grafik ve modelleri oluşturularak en uygun bakım onarım zamanını belirlemek olduğundan bu bilgilerin sürekli güncel tutulması, her yeni envanter bilgisinin (yapım, onarım, takviye vb.) veri olduğu anda ve doğru bir şekilde sisteme

girilmesi, performans etütlerinin periyodik olarak yapılarak yazılım üzerinden performans takibinin yapılması gerekmektedir.

Yazılıma ayrıca, performans takiplerinin yapıldığı, performans grafiklerinin çizildiği, bakım onarım önceliklerinin belirlendiği, karayolu envanter bilgilerinin kaplama tipi (BSK, sathi kaplama, aşınma, binder, bitümlü temel, TMA v.b.) ülke ve bölge bazında grafik olarak görülebildiği bir analiz menüsü de eklenmiştir.

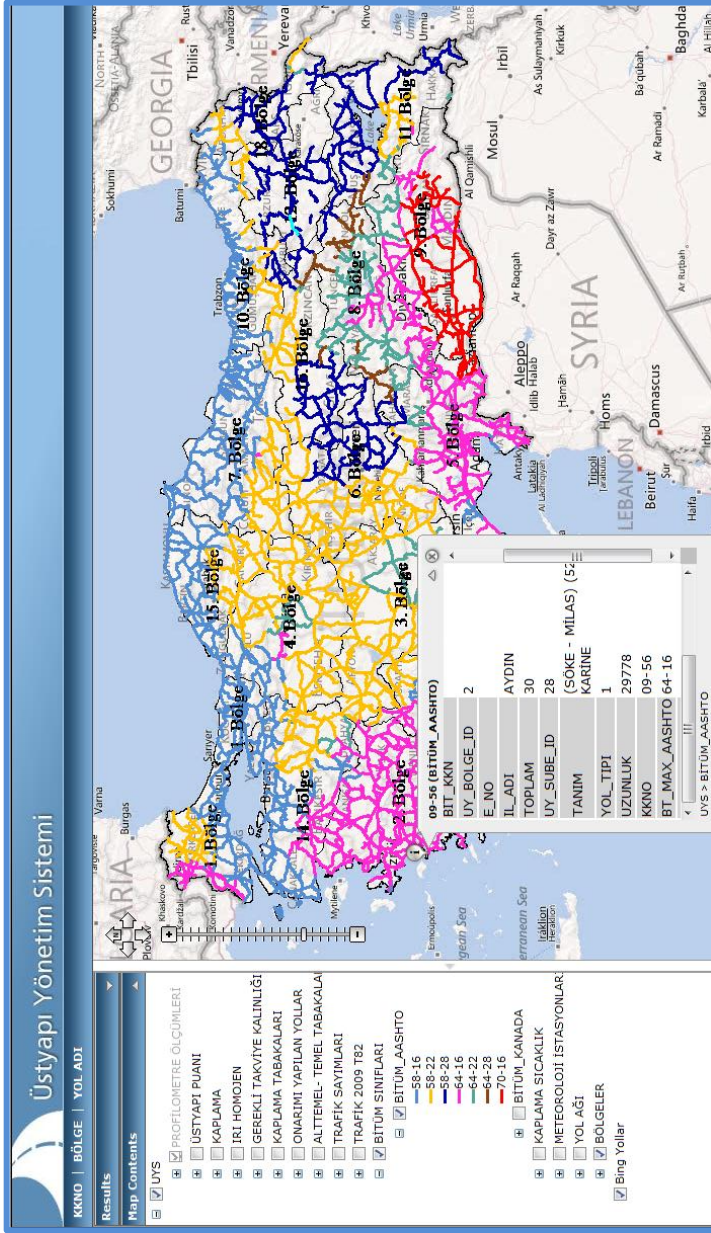
Yazılımın en kullanışlı arayüzlerinden birisi ise Coğrafi Bilgi Sistem arayüzüdür. Burada sisteme girilen bütün bilgiler (kaplama tabakaları, alttemel/temel tabakaları, IRI ölçümleri, trafik bilgileri v.b.) katmanlı bir yapıda harita üzerinde görülebilmektedir.

Aynı zamanda, meteorolojik istasyonlarına ait son 20 yıllık verilerinin analiz sonucu bulunan ortalama en yüksek hava sıcaklığı ve ortalama en düşük hava sıcaklıkları, AASHTO ve Kanada formüllerine göre hesaplanan ekstrem kaplama sıcaklıkları ile Superpave metodu kullanılarak bu kaplama sıcaklıklarına göre belirlenen gerekli BSK bitüm performans sınıfları için yazılımda bir veritabanı oluşturulmuştur.

Şekil 8’de görüldüğü gibi <http://uyssrv.intra.kgm.gov.tr/uys> intranet adresinden ulaşılabilen Coğrafi Bilgi Sistem (CBS) arayüzünde Meteoroloji İstasyonları, Kaplama Sıcaklıkları ve Bitüm Sınıfları ile Toplam Standart Dingil Yüğü Tekerrür Sayısı (T_{8,2}) bir katman olarak yer almaktadır. Yanlarında bulunan onay kutuları işaretlendiği zaman katmanlara ait bilgiler görünür hale gelmektedir.

CBS arayüzünde kontrol kesim numarasına, yol adına göre arama yapma imkanı bulunmakta olup, seçilen yolu otomatik olarak büyütür ve renklendirerek odaklanma sağlamaktadır. Ayrıca herhangi bir yol kesimi üzerinde herhangi bir katman bilgisine ulaşmak istenmesi halinde sağ üst köşedeki araç çubuğunda yer alan  butonu seçilip, istenilen yol kesiminin üzerine tıklanması halinde o kesime ait onaylanmış olan katman bilgileri gelmektedir. Bu şekilde hem yola ait sıcaklıkları esas alan temel bitüm sınıfları hem de o kesime ait trafik değeri bir arada gösterilerek kullanılacak nihai bitüm sınıfa karar verilebilmektedir.

Şekil 8: Coğrafi bilgi sistem arayüzünün örnek bir görüntüsü (<http://uyssrv.intra.kgm.gov.tr/uys>)



BİTÜM SINIFI SEÇİM HARİTALARININ KULLANIMI VE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Meteorolojik istasyon verilerinin değerlendirilmesiyle belirlenen gerekli bitüm performans sınıfları (PG) haritalarda gösterilmiştir. Haritalarda gösterilen PG sınıfları temel performans sınıfı olup, sadece sıcaklık verileri dikkate alınarak belirlenmiş, trafik hacmi, trafik hızı, eğim gibi etkenler yol kesimi bazında ve yıllara göre sıkça değişkenlik arz edebildiğinden, haritalara dahil edilmemiştir. Bu nedenle, yolda kullanılması gereken nihai performans sınıfına karar verirken diğer faktörlerin ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu faktörler dikkate alınırken sadece yüksek sıcaklık performans sınıfı değiştirilmekte, düşük sıcaklık performans sınıfında bir değişiklik yapılmamaktadır. Bu kapsamda, bitüm sınıfı seçiminde aşağıdaki adımların takip edilmesi gerekmektedir.

1. Bitüm sınıfı belirlenecek yolun ilgili Bölge haritasından lejantında belirtilen rengine göre temel PG sınıfı belirlenir.
2. İlgili yolun 20 yıllık toplam standart dingil yükü tekerrür sayısı ($T_{8.2}$) belirlenir. Bu trafik 20 ile 70 milyon arasında ise yüksek sıcaklık performansı bir sınıf, 70 milyondan büyükse iki sınıf artırılır.
3. Boyuna eğimi $\geq \%4$ ve uzunluğu $L \geq 500$ m olan çıkış rampalarında, yarıçapı ≤ 200 m olan yatay kurplarda, bölünmüş yollarda kavşak noktalarının gerisi, bölünmemiş yollarda ise kavşak noktalarının hem ilerisi hem de gerisindeki 200 metrelik bir kesim içerisinde ve kavşak içlerinde yüksek sıcaklık performansı bir sınıf daha artırılır.
4. Temmuz ve ağustos aylarının uzun yıllar sıcaklık ortalaması ile haziran ve eylül aylarının uzun yıllar sıcaklık ortalaması arasındaki fark $\leq 3^{\circ}\text{C}$ olan yollarda yüksek sıcaklık performansı bir sınıf artırılır (sıcaklık verilerine '<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>' adresinden ulaşılabilir).
5. Performans sınıfları 6°C 'lik aralıklarla artmakta veya azalmaktadır.
6. Toplamda yüksek sıcaklık performansı üç sınıftan fazla artırılmaz.

7. Nihai gerekli performans sınıfı bu şekilde belirlendikten sonra **bitüm sınıfı seçim tablosundan** hangi bitümün kullanılması gerektiğine ve bitüm modifikasyonunun gerekip gerekmediğine karar verilir.
8. Bitüm sınıfları bitümlü kaplamanın en üst kısmında yer alan aşınma tabakası için geçerli olup, alt tabakalar için bitüm sınıfları ayrıca belirlenecektir.
9. Batman rafinerisi veya Polimer Modifiye Bitüm (PMB) olarak iki alternatifli verilen bitüm sınıfına, bitümün taşıma mesafesi ve modifikasyondaki performansına göre karar verilmelidir.
10. Yolun genel güzergahı normal bitüm gerektirmesine karşılık, PMB kullanımını gerektiren kavşak, rampa ve kurp kesimlerinde lokal olarak bitümün modifikasyonu yerine karışımın modifikasyonuna öncelik verilmelidir.
11. Tüm güzergah PMB kullanımı gerektiren yollarda, genel PMB sınıfına göre daha yüksek performanslı bitüm kullanılmasını gerektiren kavşak, rampa ve kurp kesimlerinde genel PMB sınıfını değiştirmeden alternatif olarak Asfalt Betonlu Binder tabakası da modifiye bitümlü ya da karışımın modifikasyonu şeklinde yapılabilecektir.
12. Belirlenen nihai bitüm sınıfı söz konusu yola ait üstyapı projelendirme veya üstyapı takviye raporlarında belirtilmesi kaydıyla uygulanacaktır.

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Üstyapı Geliştirme Şubesi Müdürlüğü
Mart –2012

BİTÜM SINIFI SEÇİM TABLOSU

Yüksek Sıcaklık Performans Sınıfı, °C

Düşük Sıcaklık Performans Sınıfı, °C

	58	64	70	76	82
-16	B 50/70		Batman Rafinerisi B 50/70 veya PMB	Polimer Modifiye Bitüm (PMB)	
-22					
-28	B 70/100	Batman Rafinerisi B 70/100 veya PMB 64-28			

- 20 yıllık toplam standart dingil yükü tekrerrür sayısı 20-70 milyon arasında olan yollarda yüksek sıcaklık performansı bir sınıf artırılacaktır.
- 20 yıllık toplam standart dingil yükü tekrerrür sayısı ($T_{8,2}$) >70 milyon yollarda yüksek sıcaklık performansı iki sınıf artırılacaktır.
- Boyuna eğimi $\geq 4\%$ ve uzunluğu $L \geq 500$ m olan rampalarda, yarıçapı ≤ 200 m olan yatay kurplarda, kavşak noktalarının gerisinde 200 metrelik bir kesim içerisinde ve kavşak içlerinde yüksek sıcaklık performans sınıfı bir sınıf artırılacaktır.
- Temmuz ve ağustos aylarının sıcaklık ortalaması ile haziran ve eylül aylarının sıcaklık ortalaması arasındaki fark ≤ 3 °C olan yollarda yüksek sıcaklık performansı bir sınıf artırılır (sıcaklık verilerine <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> adresinden ulaşılabilir).
- Toplamda yüksek sıcaklık performansı üç sınıftan fazla artırılamaz.

ÖRNEKLER :

	1	2	3	4	5
Yol kesimi	Aliyman	Kavşak (1↑)	Rampa s=%6, L=1 km (1↑)	Kurp, R=150 (1↑)	Kavşak (1↑)
Temel PG sınıfı	PG 58-22	PG 58-22	PG 58-28	PG 64-16	PG 58-22
Proje trafiği ($T_{8,2}$)	45 Milyon (1↑)	123 Milyon (2↑)	15 Milyon	52 Milyon (1↑)	120 Milyon (2↑)
$T_{ort(ağus,tem)} - T_{ort(haz,ey)}$	5.0 °C	3.2 °C	4.5 °C	2.5 °C (1↑)	3 °C (1↑)
Gerekli PG sınıfı	PG 64-22	PG 76-22	PG 64-28	PG 82-16	PG 76-22
Kullanılacak Bitüm	B 50/70 (1↑)	PMB 76-22 (3↑)	Batman B 70/100 veya PMB 64-28 (1↑)	PMB 82-16 (3↑)	PMB 76-22 (3↑)

BULGARİSTAN

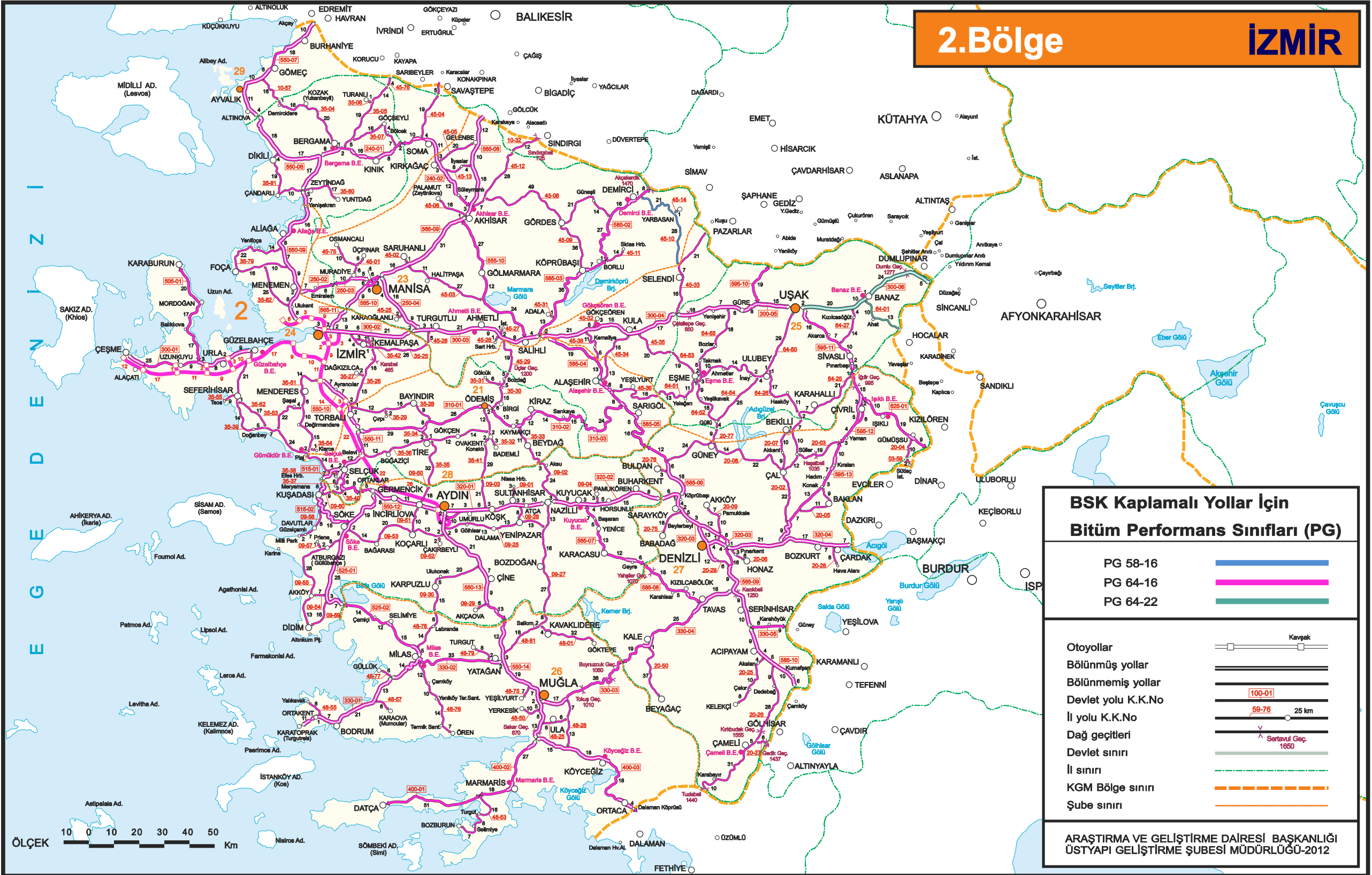
1.Bölge

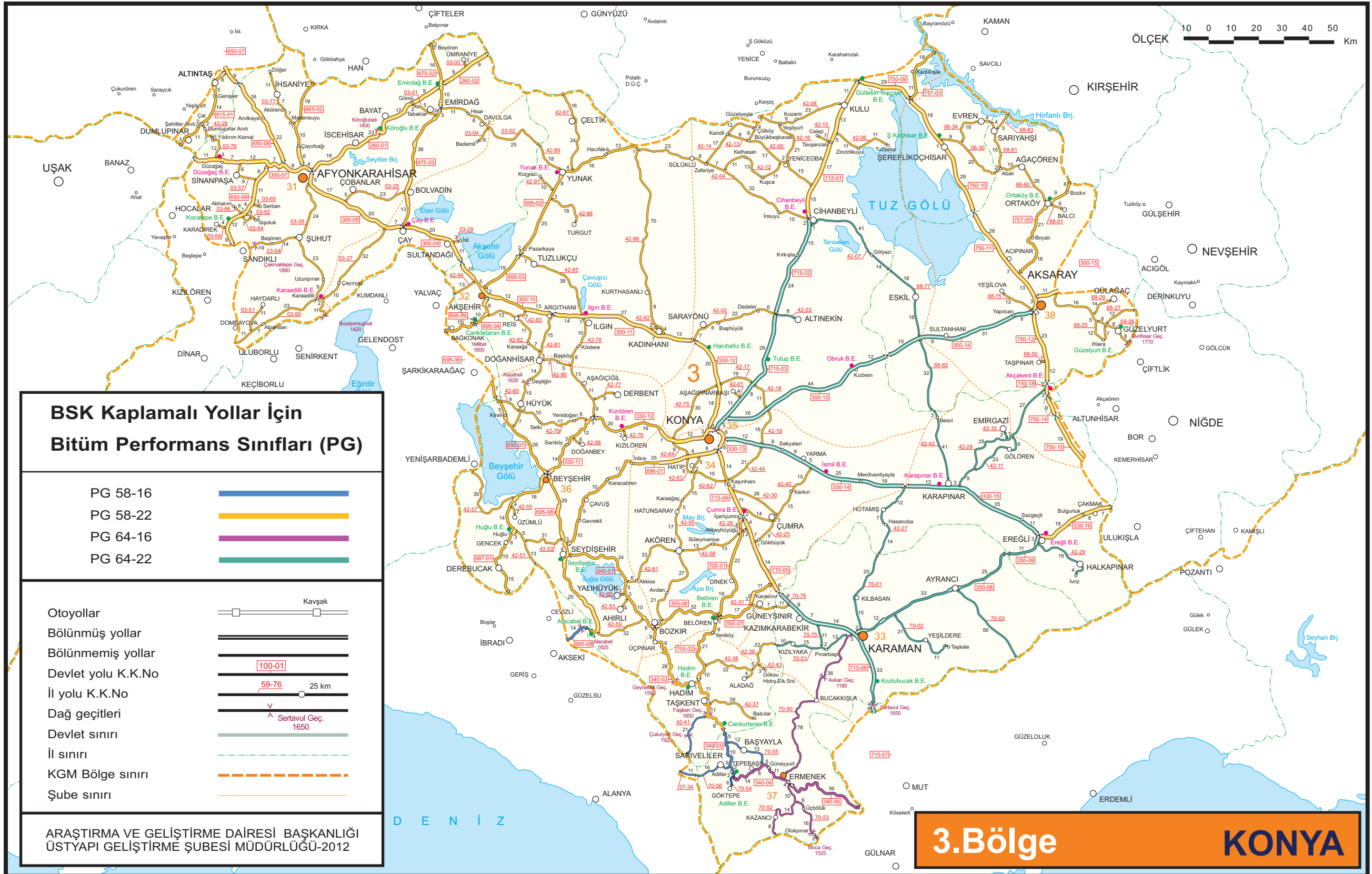
İSTANBUL



2.Bölge

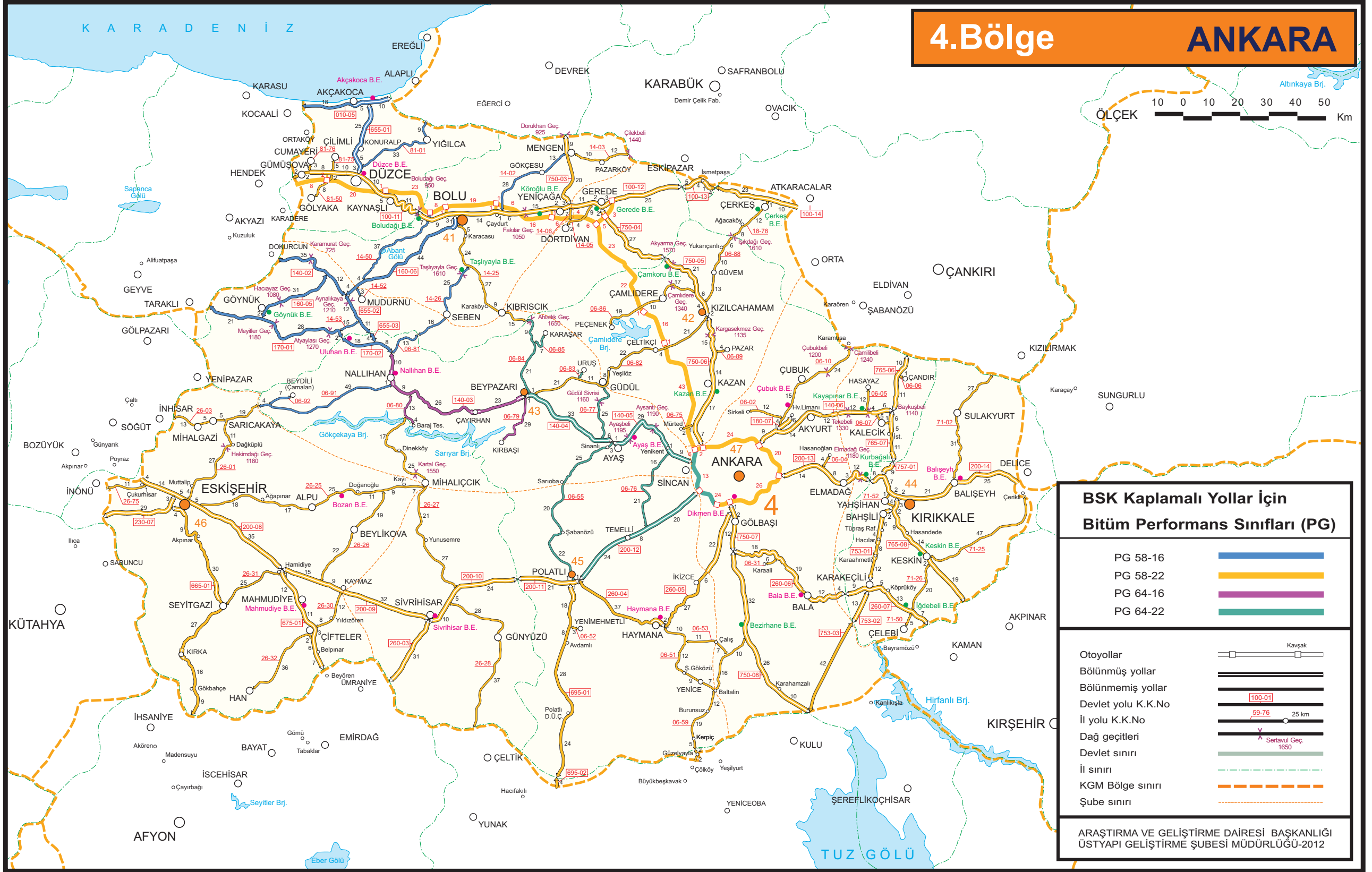
İZMİR





4.Bölge

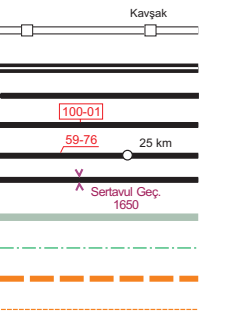
ANKARA



BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

PG 58-16
PG 58-22
PG 64-16
PG 64-22

Otoyollar
Bölünmüş yollar
Bölünmemiş yollar
Devlet yolu K.K.No
İl yolu K.K.No
Dağ geçitleri
Devlet sınırı
İl sınırı
KGM Bölge sınırı
Şube sınırı

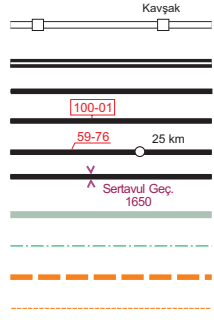


ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012

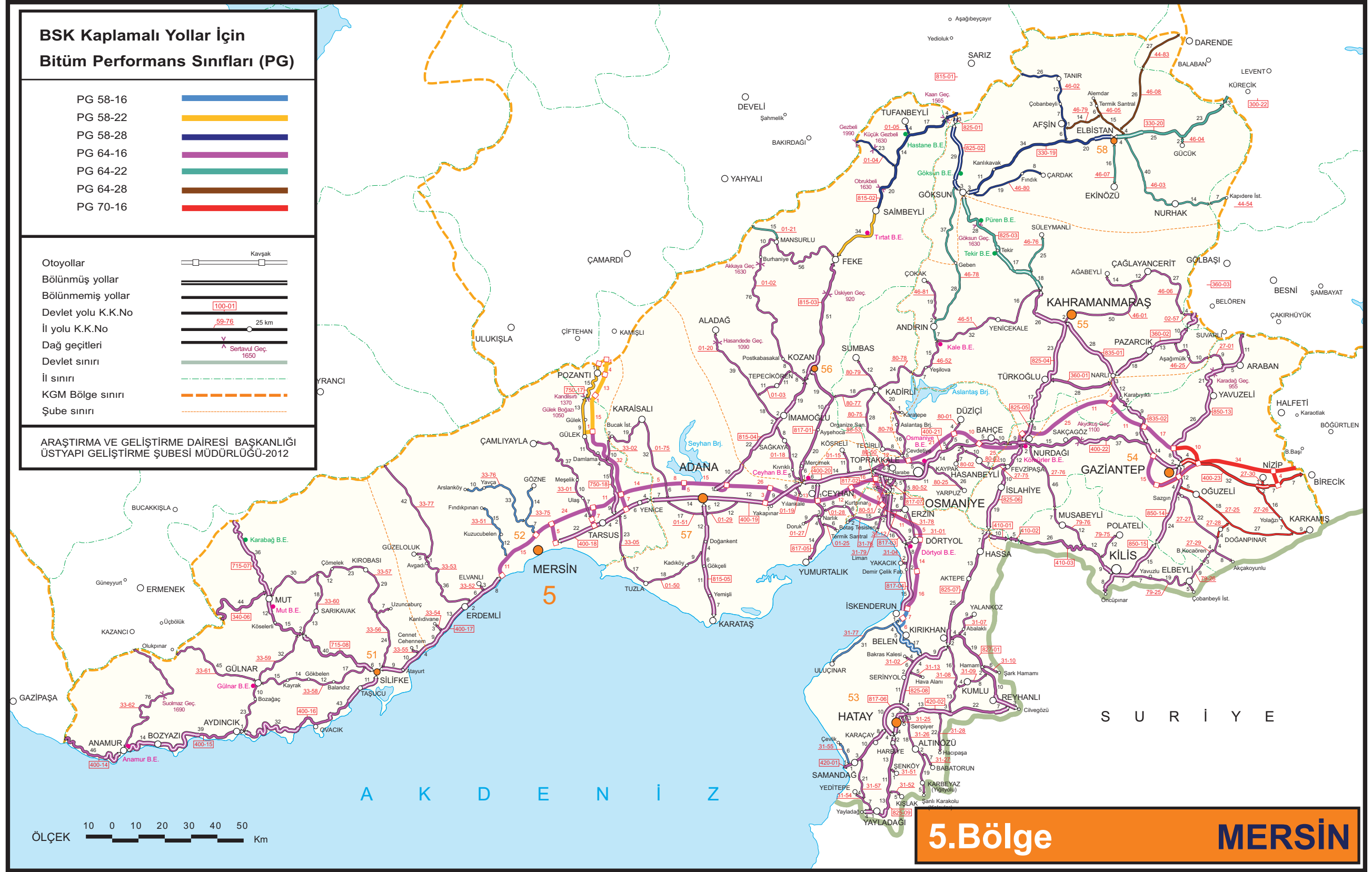
BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

PG 58-16	
PG 58-22	
PG 58-28	
PG 64-16	
PG 64-22	
PG 64-28	
PG 70-16	

Otoyollar
Bölünmüş yollar
Bölünmemiş yollar
Devlet yolu K.K.No
İl yolu K.K.No
Dağ geçitleri
Devlet sınırı
İl sınırı
KGM Bölge sınırı
Şube sınırı

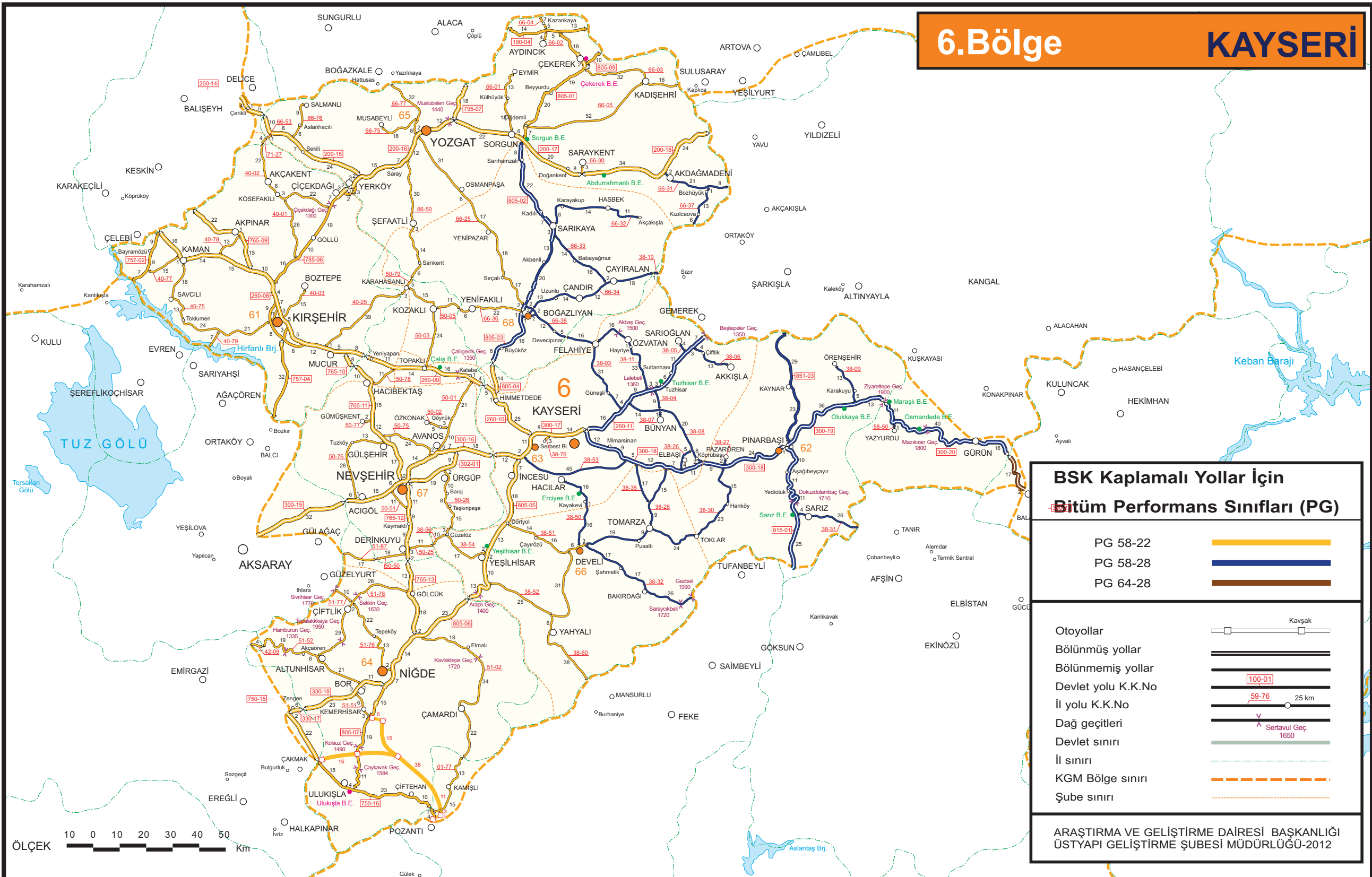


ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012



6.Bölge

KAYSERİ



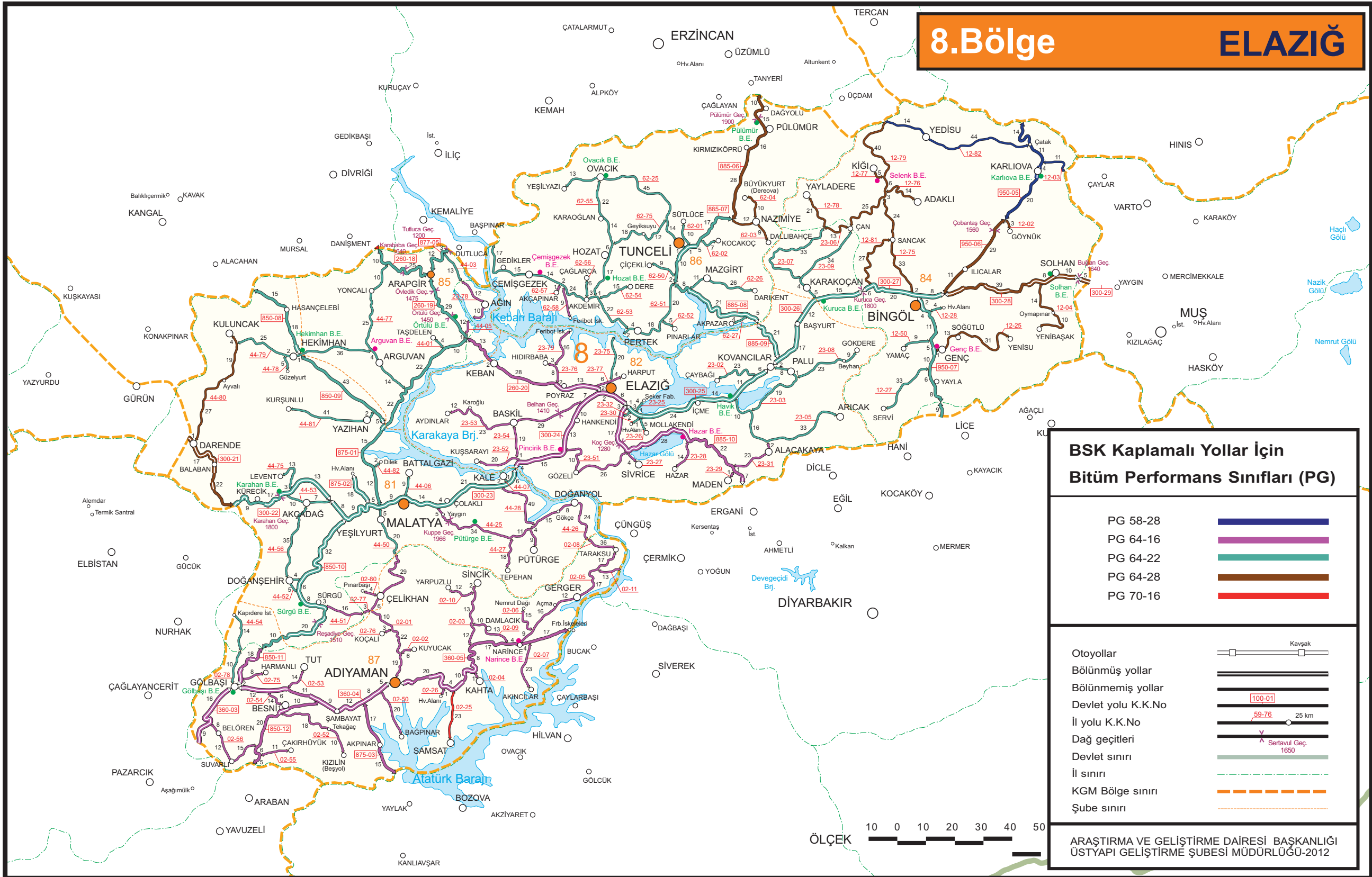
7.Bölge

SAMSUN



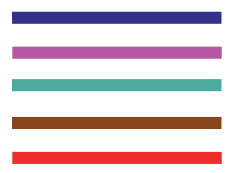
8.Bölge

ELAZIĞ

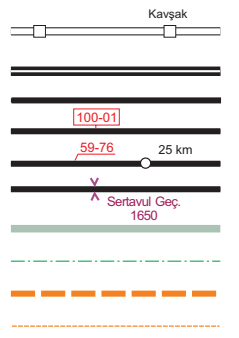


BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

PG 58-28
PG 64-16
PG 64-22
PG 64-28
PG 70-16



Otoyollar
Bölünmüş yollar
Bölünmemiş yollar
Devlet yolu K.K.No
İl yolu K.K.No
Dağ geçitleri
Devlet sınırı
İl sınırı
KGM Bölge sınırı
Şube sınırı



ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012

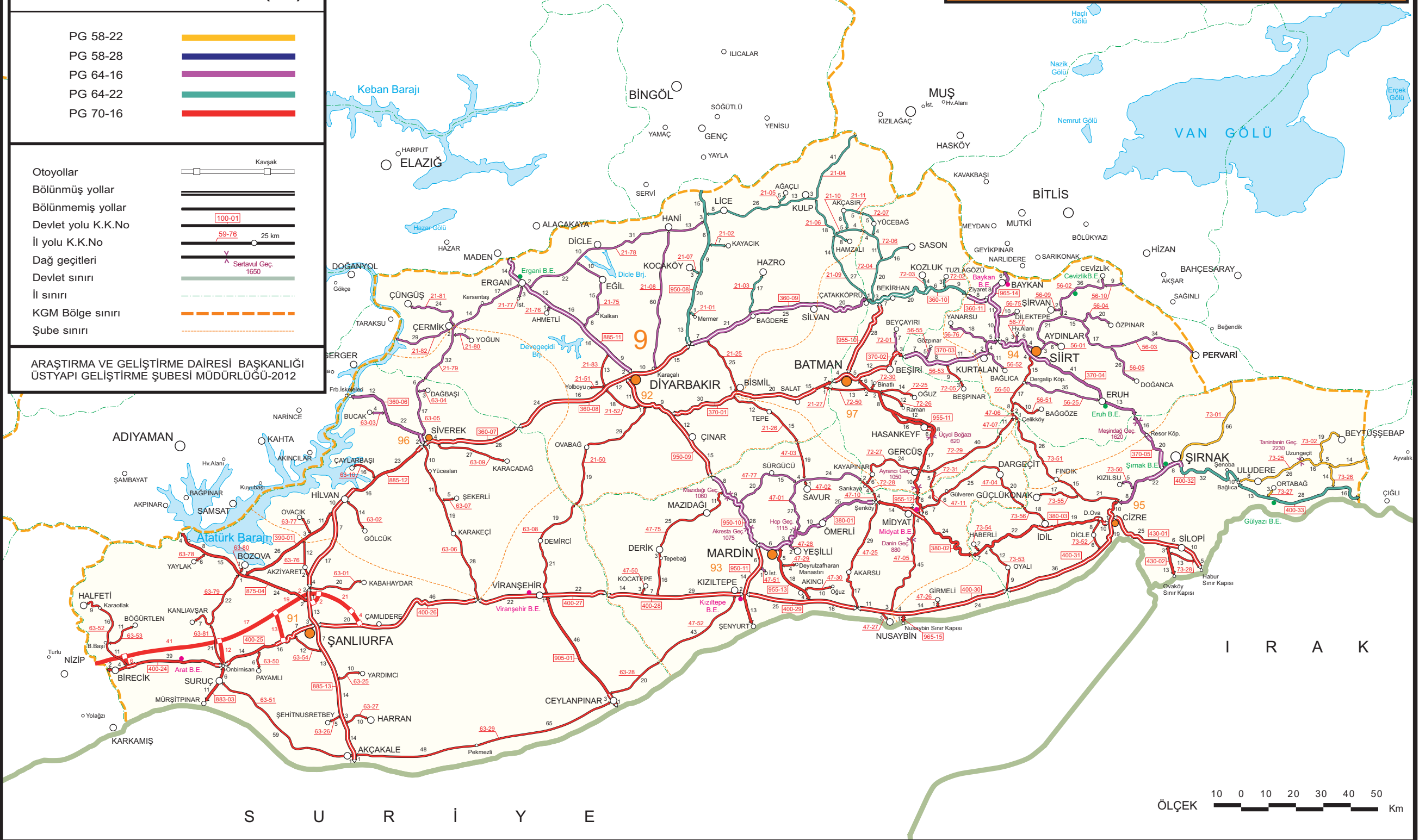
BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

PG 58-22	
PG 58-28	
PG 64-16	
PG 64-22	
PG 70-16	

Otoyollar	Kavşak
Bölünmüş yollar	
Bölünmemiş yollar	
Devlet yolu K.K.No	100-01
İl yolu K.K.No	59-76
Dağ geçitleri	Sertavul Geç. 1650
Devlet sınırı	
İl sınırı	
KGM Bölge sınırı	
Şube sınırı	

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012

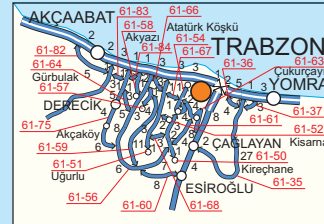
9.Bölge DİYARBAKIR



10.Bölge

TRABZON

K A R A D E N İ Z



BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

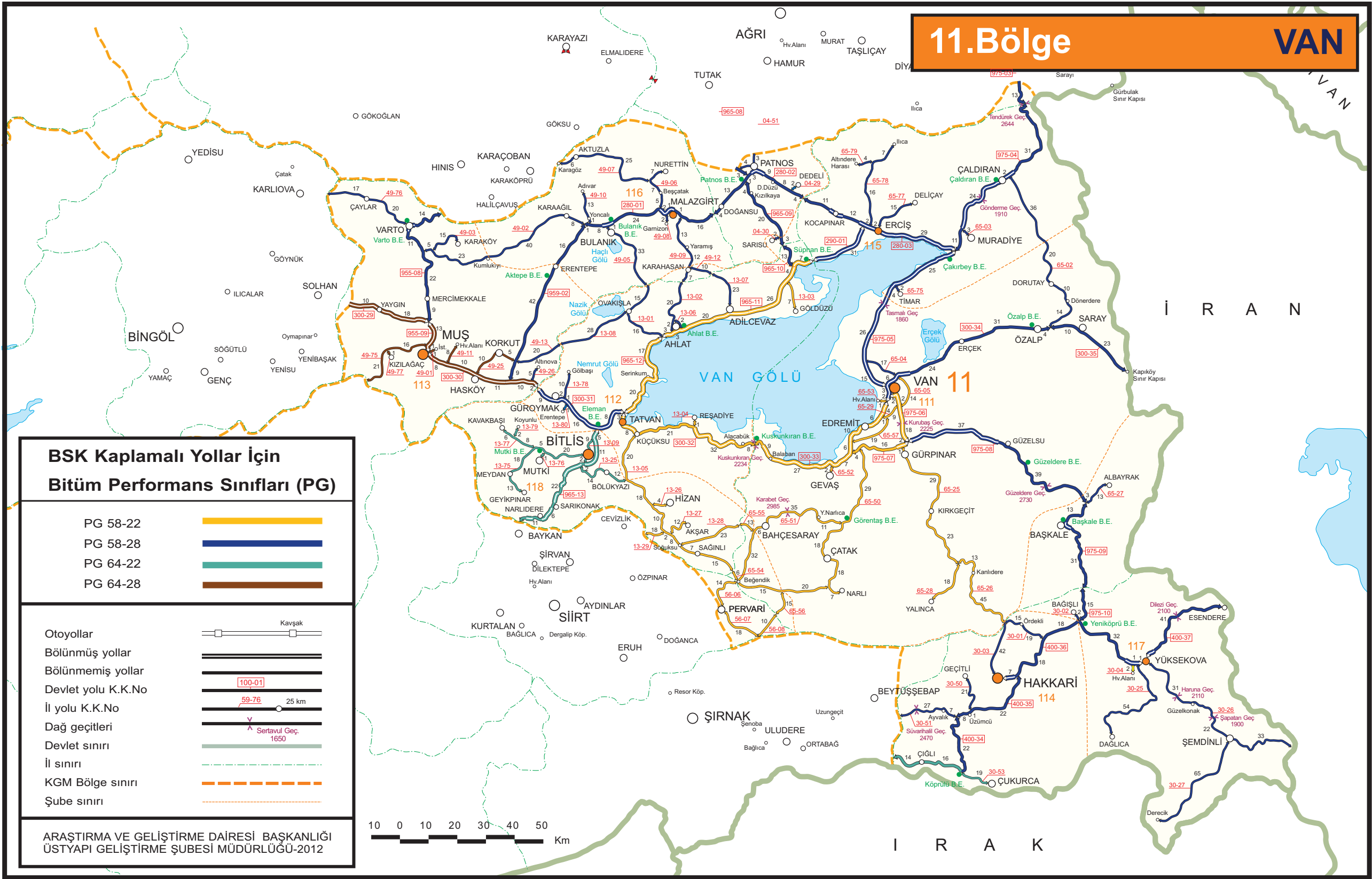
PG 58-16	
PG 58-22	
PG 58-28	

Otoyollar	
Bölünmüş yollar	
Bölünmemiş yollar	
Devlet yolu K.K.No	
İl yolu K.K.No	
Dağ geçitleri	
Devlet sınırı	
İl sınırı	
KGM Bölge sınırı	
Şube sınırı	

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012

11.Bölge

VAN



12.Bölge

ERZURUM

BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

PG 58-16

PG 58-22

PG 58-28

Otoyollar

Bölünmüş yollar

Bölünmemiş yollar

Devlet yolu K.K.No

İl yolu K.K.No

Dağ geçitleri

Devlet sınırı

İl sınırı

KGM Bölge sınırı

Şube sınırı

Kavşak

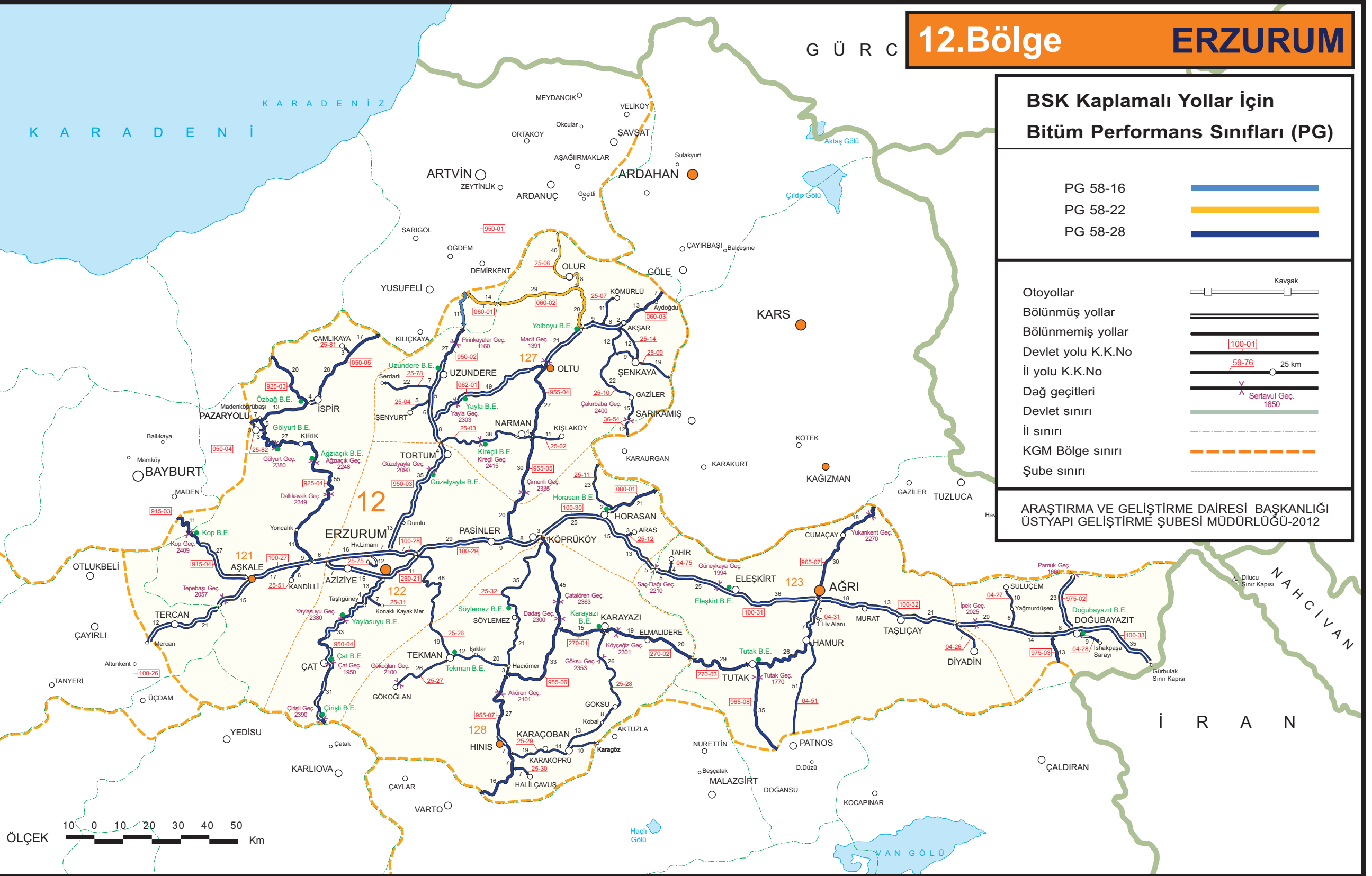
100-01

59-76

25 km

Sertavul Geç. 1650

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012

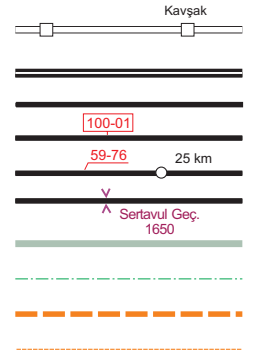


13.Bölge

ANTALYA

BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

PG 58-16
PG 58-22
PG 64-16

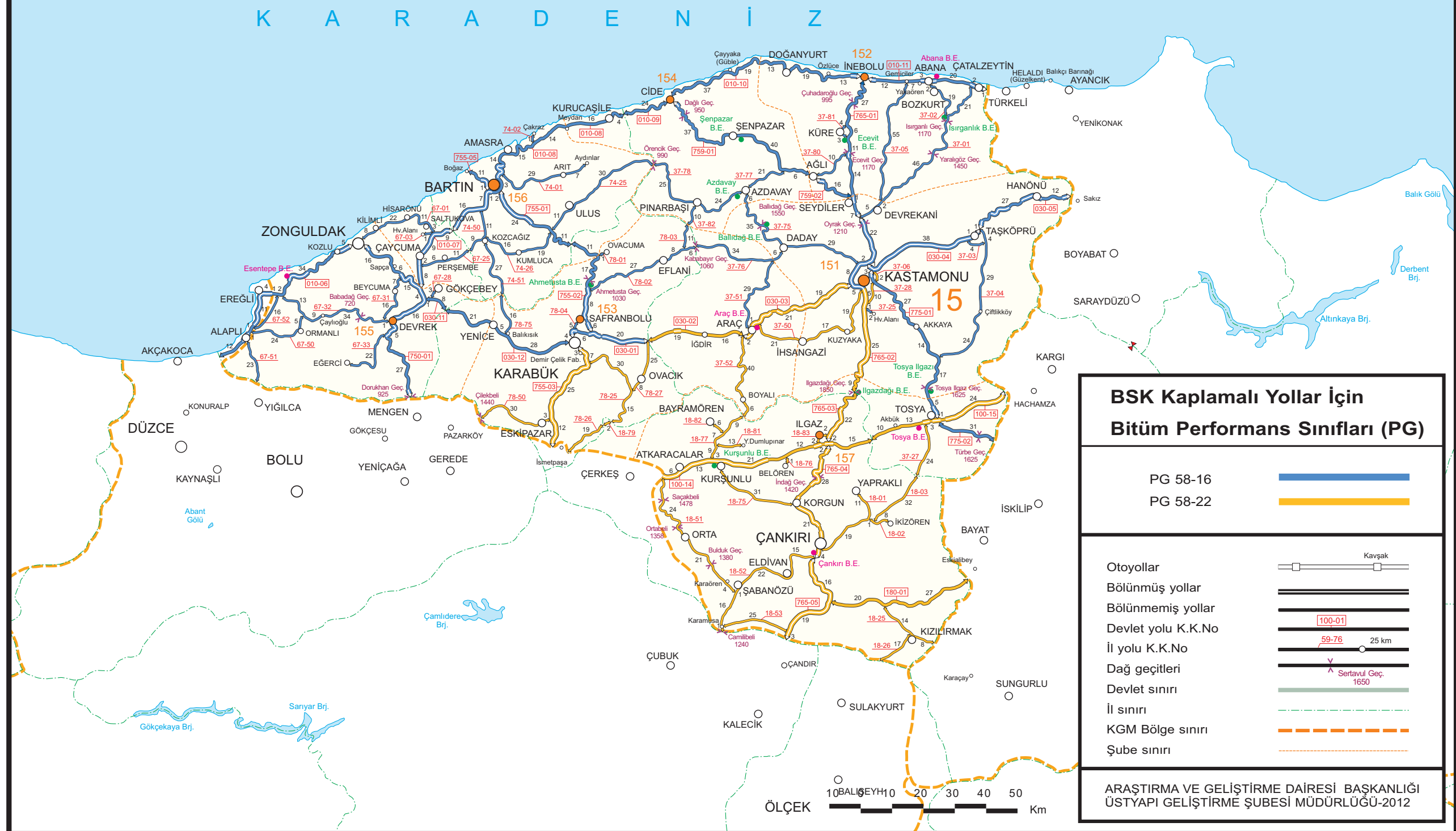


ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012





15.Bölge KASTAMONU

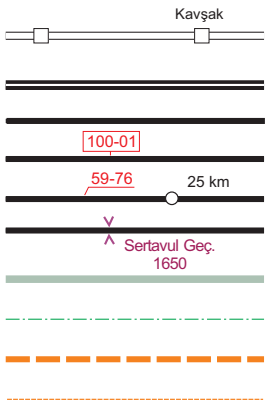


18.Bölge**KARS****BSK Kaplamalı Yollar İçin
Bitüm Performans Sınıfları (PG)**

PG 58-22
PG 58-28
PG 64-22



Otoyollar
Bölünmüş yollar
Bölünmemiş yollar
Devlet yolu K.K.No
İl yolu K.K.No
Dağ geçitleri
Devlet sınırı
İl sınırı
KGM Bölge sınırı
Şube sınırı



ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012

ÖLÇEK

10 0 10 20 30 40 50 Km

KUZAY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KARAYOLLARI HARİTASI

A K D E N İ Z

KUZAY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ



BSK Kaplamalı Yollar İçin Bitüm Performans Sınıfları (PG)

PG 64-16

Otoyollar	Kavşak
Bölünmüş yollar	
Bölünmemiş yollar	
Devlet yolu K.K.No	100-01
İl yolu K.K.No	59-76 25 km
Dağ geçitleri	Satın Al Geç 1650
Devlet sınırı	
İl sınırı	
KGM Bölge sınırı	
Şube sınırı	

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI GELİŞTİRME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ-2012