

Karayolları Genel Müdürlüğü

**BİTÜMLÜ KARIŞIMLAR LABORATUVARI
ÇALIŞMALARI**

**Hazırlayan
Fatma ORHAN
İnşaat Yük. Müh.**

**Araştırma Geliştirme Dairesi Başkanlığı
Üstyapı Geliştirme Şubesi Müdürlüğü
Ankara 2012**

1- YOL ÜSTYAPISI

Yol gövdesi, altyapı ve üstyapı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Altyapı yarma ve dolguları içerir. Üstyapı ise trafik yüklerini taşıyan ve azaltarak altyapıya aktaran tabakalı bir yapıdır.

Üstyapılar, tabakalardan kullanılan malzemelerin özelliklerine göre Esnek, Rijit ve Yarı-Rijit olmak üzere üçe ayrılırlar.

1.1.Rijit Üstyapı: Yüklerin büyük bölümünün Portland çimentosundan yapılmış beton plaka tarafından taşındığı, kalan kısmının altyapıya aktarıldığı üstyapı tipidir. Üstyapı tabanının dayanımına bağlı olarak plakanın altına temel tabakası yapılabilir ya da yapılmayabilir.

Beton plak
Temel tabakası

1.2.Esnek Üstyapı: Yüklerinin büyük bir kısmının üstyapıyı oluşturan bitümlü bağlayıcı ya da bağlayıcısız tabakalar tarafından taşındığı, kalan kısmın tabana aktarıldığı üstyapı tipidir. Stabilitesi, agrega kenetlenmesine, dane sürtünmesine ve koheziona bağlıdır. Esnek üstyapı belirli özelliklere sahip malzemelerden oluşmuş bir seri tabakayı içerir. Tabaka kalınlıkları tabanın taşıma gücü ve trafik yüklerine bağlı olarak hesaplanır.

Kaplama Tabakası	
Temel	
Alttemel	
Üstyapı Tabanı (dolgu/yarma)	tesviye yüzeyi

1.3.Yarı-Rijit Üstyapı: Bitümlü kaplama ve bir ya da birden fazla hidrolik bağlayıcı tabakayı içeren ve yükleri geniş bir yüzeye yayarak tabana aktaran bir üstyapı tipidir.

Kaplama Tabakası	
Temel	her ikisi ya da birisi
Alttemel	hidrolik bağlayıcı
Taban	

1.4.Üstyapının Görevleri

- Trafik yükünden dolayı oluşan gerilmeleri üzerine olarak tabakalar boyunca dağıtmak ve taban toprağına fazla yük gelmesini önlemek.
- Üzerinde trafiğin akabileceği düzgün bir yüzey oluşturmak.
- Yol gövdesini doğanın bozucu etkilerine karşı korumak.

1.5. Esnek Üstyapı Tabakaları

ÜSTYAPI TABANI: Tesviye yüzeyi altında kalan, yarma veya dolgularda üstyapının taşıma gücüne etkisi olabilecek bir derinliğe kadar (25-85 cm) devam eden tabakadır. Tabanın CBR (Kaliforniya Taşıma Oranı) değeri üstyapı tabakalarının kalınlıklarını belirleyen en önemli faktörlerden birisidir.

TESVİYE YÜZEYİ: Yol üstyapısı ve banketlerin oturduğu altyapı zeminin üst yüzeyidir.

ALTTEMEL: Temel tabakasını taşımak üzere taban üzerine yerleştirilen, belirli fiziksel özelliklere sahip malzemenin oluşturduğu bir üstyapı tabakasıdır.

TEMEL: Alttemel üzerine hesaplanan bir kalınlıkta inşa edilen, belirli fiziksel özelliklere sahip malzeme ile oluşturulan iyi bir drenaj sağlamak, don etkisini azaltmak gibi fonksiyonları olan bir üstyapı tabakasıdır.

Temel ve alttemelin ana görevi , yüzeye uygulanan yükleri kendi içinde dağıtmak ve bu şekilde tabanda kesme ve oturma deformasyonlarının oluşmasını önlemektir.

Karayollarında üç farklı temel tipi kullanılmaktadır.

- Granüler Temel (GT)
- Plent-miks Temel (PMT)
- Çimento Bağlayıcı Granüler Temel (ÇBGT)

KAPLAMA TABAKASI: Üstyapının en üst tabakası olup, genellikle;

- asfalt betonu (AB)veya
- sathi kaplama olarak inşa edilir.

Ana işlevi, trafik yüklerini taşımak (AB için) kaymaya (yeterli pürüzlülüğe sahip), trafiğin aşındırma ve iklim koşullarının ayrıştırıcı etkisine karşı koymak, seyahat konforu ve su yalıtımı sağlamaktır.

2-BİTÜMLÜ KAPLAMALARIN İSİMLENDİRİLMESİ

Bitümlü kaplamalar, kullanım amacı, yolun trafik yükü ve üretilme yöntemlerine bağlı olarak çok değişik tiplerdedirler.

Bitümlü kaplamalar genel olarak;

-Karışım tipi kaplamalar (Bitümlü Karışımlar)

-Sathi kaplamalar

olarak iki sınıfa ayrılırlar. Bu sınıflandırma dışında, kullanılan asfaltın cinsine bağlı olarak;

-Soğuk kaplamalar

-Sıcak kaplamalar

olarak iki sınıfa ayrılabilir. Soğuk kaplamalarda bitümlü bağlayıcı olarak, sıvı petrol asfaltları ya da emülsiyon asfaltlar kullanılır. Sıcak kaplamalardan ise 140° C-170° C 'ye kadar ısıtılmış bitümlü bağlayıcılar (bitüm, modifiye bitüm) kullanılır.

Bakım ve onarım malzemesi olarak kullanılan rodmiks bir soğuk karışımdır ve yolda hazırlanabilir. Soğuk karışımları plentte de üretmek mümkündür.

2.1. Bitümlü Karışımların Gradasyonları Göre İsimlendirilmesi

Sıcak karışım kaplamalar karışımdaki agrega gradasyonuna ve kullanım amacına bağlı olarak;

- Açık Gradasyonlu Karışımlar,
- Kesikli Gradasyonlu Karışımlar,
- Yoğun Gradasyonlu Karışımlar ,
- Harç Tipi Karışımlar , olarak sınıflandırılabilir.

Açık gradasyonlu karışımlarda ince agrega oranı çok az, boşluk yüzdesi fazladır.

Kesikli gradasyonlu karışımlarda, malzeme, belirli elek aralarında fazla, belli elek aralıklarında hiç ya da çok azdır. Bu tür karışımlar pürüzlü bir yüzey oluştururlar.

Yoğun gradasyonlu karışımlarda agrega gradasyonu düşük boşluk verecek şekilde süreklilik gösterir. Yüzey pürüzlülüğü azdır.

Harç tipi karışımlarda ince malzeme oranı fazla ve kaba malzeme ince malzeme-bitüm karışımı içinde dağılmış haldedir. Bu karışımlarda boşluk oranı az, pürüzlülük azdır. Beton ve çelik köprüler üzerinde kullanılabilen bu tür kaplamalara mastik asfalt örnek olarak verilebilir.

2.2. Bitümlü Kaplamalarda Kullanılan Agregaların ,Gradasyonlarına Göre İsimlendirilmesi

MİNERAL AGREGA : Kum, kırılmış çakıl, kırılmamış çakıl, kırılmış taş, curuf, taştuzu gibi beton, bitümlü kaplama, temel ve alttemel yapımında kullanılan sert ve sağlam doğal mineral bileşiklerine mineral agrega denir.

KABA AGREGA: Agrega karışımlarının No.4(4.75mm) elek üzerinde kalan kısmıdır.

İNCE AGREGA : Agrega karışımlarının No.4-No.200(4.75-0.075mm) elekler arasında kalan kısmıdır.

MİNERAL FİLLER : En az % 65'i No.200 (0.075 mm) eleği geçen agregadır.

GRADASYON : Agrega karışımlarındaki agrega danelerinin boyutları dikkate alınarak ve toplam ağırlığın %'si olarak ifade edilen dane boyutu dağılımına gradasyon denir.

YOĞUN (İYİ) GRADASYONLU AGREGA : Bitümlü karışımlarda kullanıldığında düşük boşluk ve yüksek stabilite veren, kabadan fillere her boyuttan yeterli dane içeren agregalardır.

KESİKLİ GRADASYONLU AGREGA : Gradasyonunda ara boyut agregaya hiç ya da çok az içeren agrega karışımlarıdır.

AÇIK GRADASYONLU AGREGA : Filler ya da ince boyutta dane içermeyen ya da çok az içeren agrega karışımlarıdır .

TEK BOYUTLU (ÜNİFORM) AGREGA : Daneciklerin çoğu yaklaşık aynı boyutta olan agrega karışımlarıdır.

3. BİTÜMLÜ KAPLAMALARDA KULLANILAN AGREGALAR

3.1Agrega Özellikler

Bitümlü kaplamalarda kullanılacak agregaların seçiminde, malzemenin üretilebilirliği, maliyeti ve kalitesi dikkate alınır. Agreganın uygun olup, olmadığı aşağıdaki fiziksel özellikleri dikkate alınarak belirlenir.

- **Maksimum Dane Boyutu ve Gradasyonu** : Maksimum dane boyutu ve gradasyonu kullanılacağı tabakaya göre belirlenir.
- **Temiz Olup Olmaması** : Agregalar bitki atıkları, yumuşak malzemeler, kil toprakları ve yabancı madde içermemelidir.
- **Dane Şekli** : Agreganın dane şekli, işlenebilirliği, sıkışabilirliği ve stabiliteyi etkiler. Köşeli, kırılmış danelerin kullanımı tercih edilir.



Yuvarlak



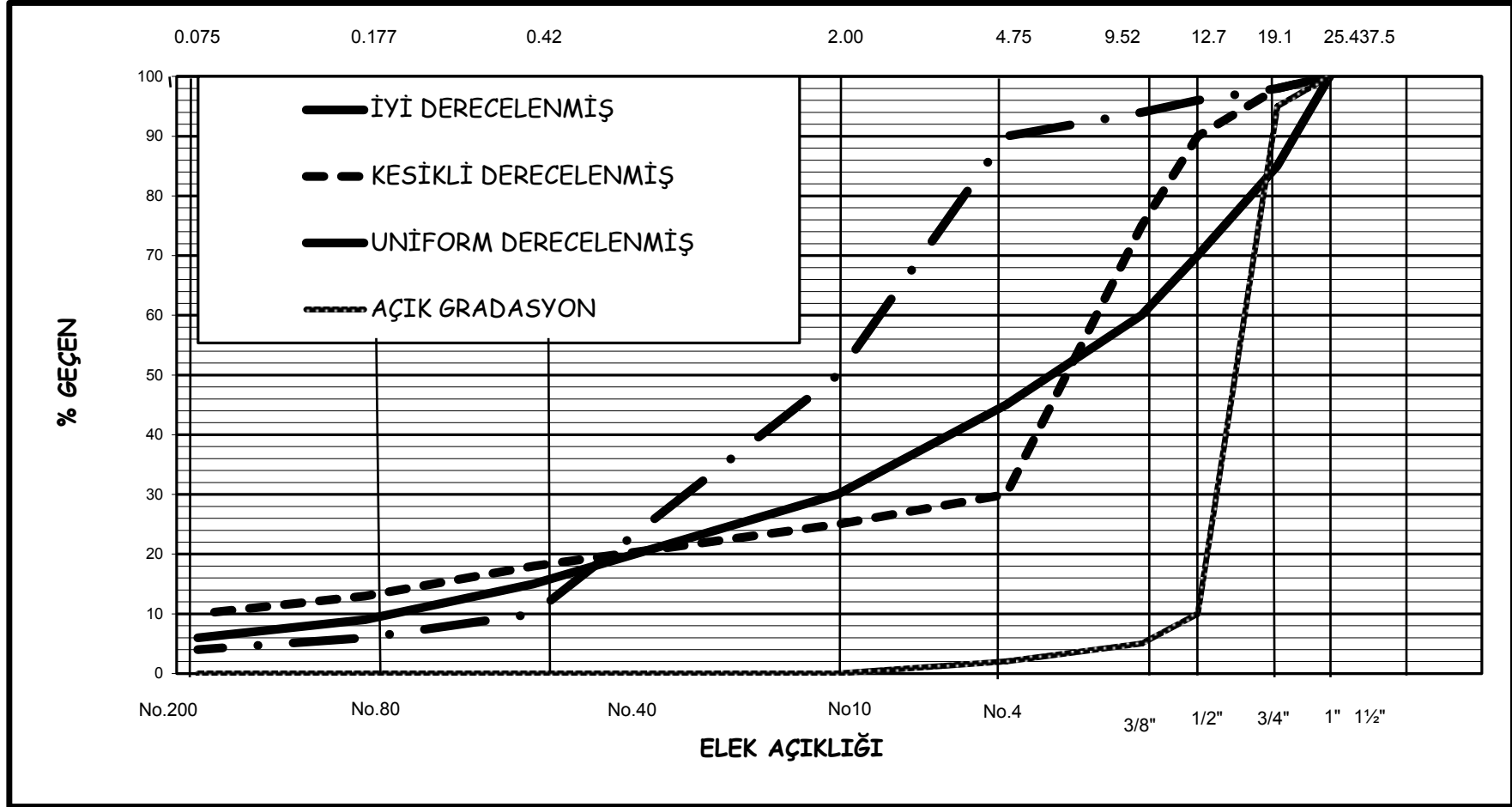
Az Yuvarlak



Az Köşeli



Köşeli



Danelerin Yüzey Yapısı : Bitümlü karışımlarda yük taşıma kapasitesini etkilerler. Çok pürüzlü yüzeylere sahip agregalar kayma gerilmelerine karşı yüksek direnç gösterirler.



Cilalanmış



Az Pürüzlü



Pürüzlü



Çok Pürüzlü

- **Gözeneklilik :** Karışımda, absorpsiyonu ve bitüm yüzdesini etkiler. Karışım agregalarında, agrega-bitüm adezyonunu sağlamak için bir miktar gözeneklilik gerekir.



Çok Gözenekli



Az Gözenekli



Gözeneksiz

- **Sağlamlık :** Bitümlü kaplamada kullanılacak agregaları, kırılmaya, degradasyona (ince malzemeye dönüşme) su ve don etkisiyle ayrılmaya karşı dayanıklı olmalıdır.
- **Bitümle Kaplanabilme (Soyulmaya Karşı Dayanım):** Bitümlü kaplamalarda kullanılan agregalar bitüm ile kaplandıklarında, su etkisi ile soyulma (asfaltın agrega yüzeyinden ayrılması) göstermemelidir. Soyulma dayanımı düşük agregalar bitüme özel katkı maddeleri ilave edilerek kullanılabilir.

3.2 Agrega Deneyleri

Agregaların yukarıda belirtilen özelliklerini belirlemek için yapılan deneyler,özet olarak aşağıda açıklanmaktadır.

3.2.1-ELEK ANALİZİ DENEYİ (ASTM C136,ASTM C117)

Bitümlü kaplamalarda kullanılacak agregaların, dane boyutu dağılımını bulmak için aşağıda açıklıkları verilen kare delikli elekler kullanılmaktadır.

Elek Açıklığı	
mm	İnch
37.5	1 1/2
25.0	1
19.1	3/4
12.7	1/2
9.52	3/8
4.75	No.4
2.00	No.10
0.42	No.40
0.177	No.80
0.075	No.200

Deney, agreganın dane boyutu dağılımının bulunması amacıyla yapılır. Deney sonucu bulunan gradasyon sınıflandırmada, gradasyonun şartnameye uygunluğunun kontrolünde ve agrega karışım oranlarının hesabında kullanılır.

Deney numunesi, agreganın maksimum dane boyutuna göre aşağıda verilen miktarlarda temsili olarak dörtleme metodu ya da bölgeç ile alınır ve $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklıktaki etüvde ya da havada kurutulur.

Normal Maksimum Boyut,(mm,inc)	Deney Numunesi Ağırlığı, min.(kg)
4.75 (No.4)	0.50
9.5 (3/8)	1
12.5 (1/2)	2
19.0 (3/4)	5
25.0 (1)	10
37.5 (11/2)	15

Kurutulmuş numune tartıldıktan sonra No.200 elekten yıkanır (elek yıpranmasın diye üzerine No.80 ya da No.40 elek yerleştirilir). Yıkanan numune $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde kurutulur. Malzemenin % 100'ün geçtiği eleklerden başlamak üzere alt eleklerden ayrı ayrı elenir. Her elek üzerinde kalanlar kümülatif (toplu olarak) tartılır. Tartımlar elek analizi formuna geçilir. Rutubeti giderilmiş numune ağırlığı kullanılarak her elek üzerinde kalan miktarların yüzdesi ve daha sonra % geçen miktarları hesaplanır.

3.2.2. LOS ANGELES AŞINMA DENEYİ (ASTM C131, AASHTO T96, TS EN 1097-2)

Los Angeles Aşınma deneyi, darbelenme ve aşındırma etkisiyle agrega danelerinde oluşan aşınmanın bulunmasını sağlar.

Bu deneyle dane boyutu 75 mm'den küçük olan iri agregaların Los Angeles aşınma makinesi ile aşınmaya karşı mukavemeti bulunur.

Deneyde içi boş, iki ucu kapalı bir silindir şeklinde olan makine içerisine agrega ile birlikte metal aşındırıcı küreler konularak, makine belirli bir hızla, belirli bir devirde çalıştırılır. Sonuçta, metal kürelerin üzerine düşmesi sonucu aşınan malzemenin deney başında alınan malzemeye göre ağırlıkça yüzdesi aşınma kaybı olarak verilir.

3.2.3 HAVA TESİRLERİNE KARŞI DAYANIM DENEYİ (DONMA DENEYİ) (AASHTO T104, TS EN 1367-1)

Bu deney,uzun zaman hava tesirleri altında kalan agregaların donma ve çözülmeye karşı mukavemetlerinin ölçülmesinde kullanılan çabuklaştırılmış bir deneydir. Deneyde Na_2SO_4 ve MgSO_4 çözeltileri kullanılabilir. Deney 4.75 mm üzerinde kalan agregaya,5 donma-çözülme periyodu olarak uygulanır ve bu işlemler sonunda oluşan kayıp yüzdesi hesaplanır. Agregada üzerinde oluşturulan etki, doğada olan yaklaşık 500 donma ve çözülme olayına denktir.

3.2.4 YASSILIK İNDEKSİ DENEYİ (BS 812)

Kalınlığı, nominal boyutunun 0,6'sından daha küçük olan agrega danelerinin yassı olarak tanımlanmasına dayanan bir metoddur. Agregada numunelerinin yassılık indeksi, belirli açıklıkları olan bir şablon kullanarak ayrılan yassı danelerin ağırlığının, toplam numune ağırlığına oranının yüzdesi olarak ifade edilir.

3.2.5 CİLALANMA DENEYİ (TS EN 1097-8)

Bu deney, agreganın, trafik altında sürtünme ile aşındırıldığında ne dereceye kadar cilalanacağı belirlenmek amacıyla yapılır. Laboratuvarında yol yüzeyine benzer koşullar oluşturularak, agreganın cilalanma değeri tayin edilir. Deneyde 10 mm'lik BS eleğinde geçip 10-14 mm'lik yassılık eleğinde kalan agrega kullanılır. Bu agregalardan briketler hazırlanarak, cilalandırma makinesinde hızlandırılmış aşınmaya maruz bırakılır. Daha sonra sürtünme aleti ile cilalanma değeri ölçülür.

Sert ve pürüzlü agregalarda, (bazalt, granit, v.b) cilalanma değeri yüksektir. Çok sert olmayan ve pürüzlülüğü az olan agregalarda (kalker gibi) cilalanma değeri düşüktür. Cilalanma değeri yüksek agregalar ile yapılan kaplamanın pürüzlülüğü ve buna bağlı olarak kaymaya karşı direnci fazladır. Ancak kaymaya karşı direnç gradasyona ve karışım tipine de bağlıdır.

3.2.6. VİALİT YÖNTEMİ İLE YAPIŞMA DENEYİ (KTŞ Kısım 403 Ek-B)

Deneyin amacı, agrega ile bitümlü bağlayıcı arasındaki yapışmanın su etkisi altında azalmasının bulunmasıdır. Deney genellikle sathi kaplama yapımında kullanılacak mıcirlara yapılır.

3.2.7. SOYULMA MUKAVEMETİ DENEYİ (KTŞ Kısım 403 Ek-A)

Soyulma deneyinde, su ve sıcaklık etkisiyle agrega bitüm adezyonundaki azalma belirlenir. Soyulma miktarı, kullanılan agrega cinsine (kalker, bazalt, gibi) ve bitümlü bağlayıcı tipine bağlıdır. Soyulma mukavemeti düşük agregalarda, kullanılacak asfalt çimentosuna katkı maddeleri deneyle belirlenen oranda katılarak, soyulma mukavemeti artırılır.

Aynı agrega ile menşei farklı, fakat aynı asfalt sınıfında (Örneği; AC 60/70 pen) yer alan asfalt çimentoları ile deney yapıldığında dahi soyulma miktarı değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, uygulama sırasında şantiyeye gelen her parti bitümlü bağlayıcı ile soyulma deneyi yapılmalı ve soyulma mukavemeti artırıcı katkı maddesi gerekip gerekmediği ve gerekli ise oranı doğru olarak belirlenmelidir.

3.2.8. ÖZGÜR AĞIRLIK VE ABSORPSİYON DENEYİ (ASTM C127, TS EN 1097-6)

Agreganın özgül ağırlığı, o agreganın birim hacimdeki ağırlığının, aynı hacimde ve 25°C'deki suyun ağırlığına oranıdır. Danenin, hacim tanımlamasına bağlı olarak, üç tane özgül ağırlık türü vardır

1-Zahiri Özgül Ağırlık (Gsa): Belirli bir sıcaklıkta agreganın geçirimsiz boşluklarını içeren birim hacminin havadaki ağırlığının, aynı sıcaklıkta ve aynı hacimdeki havası alınmış destile suyun ağırlığına oranıdır.

2- Hacim Özgül Ağırlığı (Gsb): Belirli bir sıcaklıkta agreganın geçirgen olan ve olmayan boşluklarını içeren birim hacminin havadaki ağırlığının, aynı sıcaklık ve hacminin havadaki ağırlığının, aynı sıcaklıkta ve aynı hacimdeki havası alınmış destile suyun ağırlığına oranıdır.

3- Efektif Özgül Ağırlık (Gse): Belirli bir sıcaklıkta agreganın asfalt geçirimli boşlukları hariç geçirimli ve geçirimsiz boşluklarının içeren birim hacminin havadaki ağırlığının, aynı sıcaklık ve hacimdeki havası alınmış destile suyun ağırlığına oranıdır.

Sıkıştırılmış kaplamanın, hava boşluğu hesabında efektif özgül ağırlık, agregata tarafından absorbe edilen asfalt miktarını dikkate alınarak bulunan, kullanılır.

Belirlenen karışım gradasyonuna uygun olarak hazırlanan numuneler üzerinde kaba agregata hacim ve zahiri özgül ağırlık, ince agregata hacim ve zahiri özgül ağırlık ile absorpsiyonu ve filler zahiri özgül ağırlığı deneylerle bulunur. Kaba, ince ve filler malzemenin özgül ağırlıkları kullanılarak, agregata karışımının özgül ağırlıkları aşağıdaki formüllerden hesaplanır

$$Gsb = \frac{\%K + \%I + \%F}{\frac{\%K}{Gkb} + \frac{\%I}{Gib} + \frac{\%F}{Gfa}}$$

$$Gsa = \frac{\%K + \%I + \%F}{\frac{\%K}{Gka} + \frac{\%I}{Gia} + \frac{\%F}{Gfa}}$$

Gsb = Agregata karışımının hacim özgül ağırlığı
 Gsa = Karışımın Zahiri özgül ağırlığı
 $\%K, \%I, \%F$ = Agregaların ağırlıkça yüzdeleri
 Gkb, Gib = Agregaların hacim özgül ağırlıkları
 Gka, Gia, Gfa = Agregaların Zahiri özgül ağırlıkları

Agregata efektif özgül ağırlık ise iki şekilde belirlenir;

a) Agregata özgül ağırlıklarından aşağıdaki şekilde hesapla bulunur.

$$Gef = \frac{Gsb + Gsa}{2} \quad Gef = \text{Agregata efektif özgül ağırlığı}$$

b) Bitümlü karışımın maksimum teorik özgül ağırlık deneyi ile bulunur.

Beklenen optimum bitüm yüzdesinden hazırlanan karışımın maksimum teorik özgül ağırlığı (boşluksuz) deneyle belirlenir ve efektif özgül ağırlık aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$Gef = \frac{100}{\frac{100 + Wa}{Dt} - \frac{Wa}{Gb}}$$

Dt = Karışımın maksimum teorik özgül ağırlığı
 Wa = Agreganın yüzdesi olarak bitüm miktarı
 Gb = Bitüm özgül ağırlığı

4-BİTÜMLÜ BAĞLAYICILAR

Bitüm, “doğal kökenli hidrokarbonların bir karışımı veya pirojenik kökenli hidrokarbonların bir karışımı veya bunların her ikisinin bir kombinasyonu olup çok defa bunların gazı sıvı, yarı katı ve katı olabilen, metal-dışı türevleri ile bir arada bulunan, yapıştırıcı özellikleri olan ve karbon disülfürde tamamen çözünen madde” olarak tanımlanır.

Bitümlü bağlayıcılar esas olarak iki kısma ayrılırlar: Asfaltlar ve katranlar.

Asfaltlar doğal asfaltlar ve yapay asfaltlar diye iki gruba ayrılabilir. Doğal asfaltlar, mineral maddelerle karışmış halde bulunan kaya ve göl asfaltlarıdır. Yapay asfaltlar ise, ham petrolün arıtılmasından elde edilir.

Katran, başlıca kömürün veya odunun kapalı bir sistem içerisinde kuru kuruya damıtılmasından elde edilir. Arıtıldıktan sonra kullanılır.

4.1. DOĞAL ASFALTLAR

Doğal asfaltlar doğada genellikle mineral maddelerle karışmış halde bulunurlar. Konumların göre göl ve kaya asfaltı diye adlandırılır. Trinidad göl asfaltı, en yaygın kullanılan göl asfaltıdır. Trinidad adası Venezuela sınırlarında Güney Amerika'dır. Rezervi 10-15 milyon tondur. Rafine edildikten sonra yaklaşık %55 asfalt içerir. Dünya'da bundan başka göl asfaltlarında bulunmaktadır. Kaya asfaltları daha çok kum taşı, kalker vb. mineral maddeler ile maksimum %12 bitüm içerirler. Gilsonite (resin) ve Unitaite en çok kullanılanlarıdır.

Bitümlü karışımlarda göl ve kaya asfaltları, asfalt çimentosuna katılarak ya da plente agregaya ilave edilerek, modifiye bitüm ya da modifiye karışım hazırlamakta kullanılmaktadır. Doğal asfaltlar, mastik asfalt, poruz asfalt ve asfalt betonu yapımında kullanılabilir. Doğal asfaltlı karışımlarda, plastik deformasyonlara karşı dayanım ve bitüm agrega adezyonu artmaktadır.

4.2. BİTÜMLER

Bitümlü Sıcak karışımda ve sathi kaplamalarda kullanılmak üzere hazırlanmış petrol kökenli bitümlerdir. Bitümler genellikle penetrasyonlara göre sınıflandırılır. Amerika'da viskoziteye , son yıllarda, superpave sistemde performans derecesine göre sınıflandırılmaktadır. Değişik penetrasyon dereceleri, petrolün arıtılması sırasındaki işletmelerle sağlanır. Ayrıca, bitümler, sıvı petrol asfaltlarının (cutback asfalt) ve bitüm emülsiyonlarının hazırlanmasında da kullanılır.

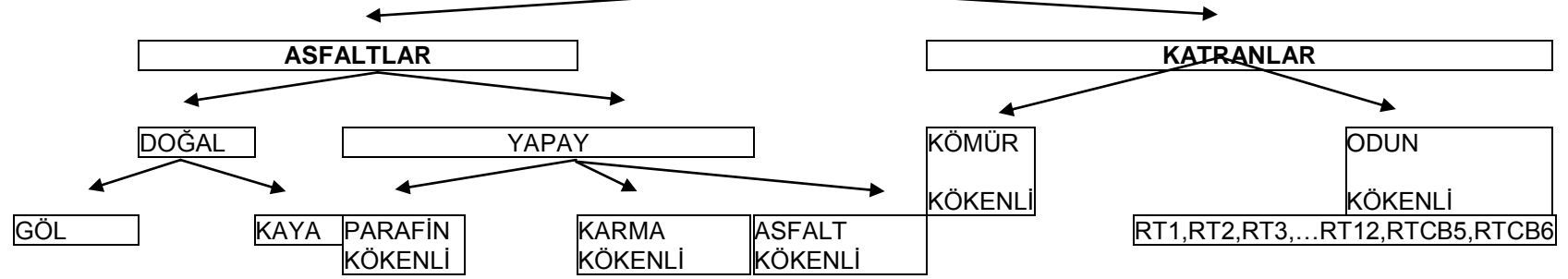
4.3. SIVI PETROL ASFALTLARI

Sıvı petrol asfaltları, ısıtılmış bitümlere (B 70/100, B 100/150 gibi) benzin, gazyağı ya da bakiye yağ karıştırılması ile üretilir. Asfalt çimentosuna;

- Benzin ilavesi ile çabuk kür olan (RC) sıvı petrol asfaltları
- Gazyağı ilavesi ile orta hızda kür olan (MC) sıvı petrol asfaltları
- Bakiye yağ ilavesi ile yavaş kür olan (SC) sıvı petrol asfaltları, üretilir.

Kullanılan bitümün sınıfı ve oranı ile çözücü miktarına göre, değişik sınıflarda sıvı petrol asfaltı tipleri hazırlanır. Aşağıdaki tablolarda sıvı petrol asfaltları tipleri ve kullanım yerleri verilmektedir.

BİTÜMLÜ MALZEMELER



PETROL ASFALTLARI

ASFALT ÇİMENTOLARI(BİTÜMLER)

KALINTIYA GÖRE	PENETRASYONA GÖRE	ORJ.VİSKOZİTEYE GÖRE
AR-16,000	20/30	AC 40
AR-8,000	30/45	AC 20
AR-4,000	35/50	AC 10
AR-2,000	40/60	AC 5
AR-1,000	50/70	AC 2,5
	70/100	
	100/150	
	160/220	
	250/330	

OKSİDE(BLOWN) ASFALTLAR

SIVI ASFALTLAR

KATBEKLER ve YOL YAĞLARI		
çabuk kür olan	orta hızda kür olan	yavaş kür olan
RC-70	MC-30	SC-70
RC-250	MC-70	SC-250
RC-800	MC-250	SC-800
RC-3000	MC-800	SC-3000
	MC-3000	

BİTÜM EMÜLSİYONLARI

KATYONİK		
çabuk kesilen	orta hızda kesilen	yavaş kesilen
CRS 1	CMS 2	CSS 1
CRS 2	CMS 2h	CSS 2

ANYONİK		
çabuk kesilen	orta hızda kesilen	yavaş kesilen
RS 1	MS 1	SS 1
RS 2	MS 2	SS 1h
	MS 2h	
	HFMS 1	
	HFMS 2	
	HFMS 2h	

Çabuk Kür Olan (RC)	Orta Hızda Kür Olan (MC)	Yavaş Kür Olan (SC)
	MC-30	
RC-70	MC-70	SC-70
RC-250	MC-250	SC-250
RC-800	MC-800	SC-800
RC-3000	MC-3000	SC-3000

Sıvı petrol asfaltlarının kullanım yerleri

Astar tabakasında	MC-30,MC-70
soğuk karışımda	MC-800, RC-800

4.4. BİTÜM EMÜLSİYONLARI

Geniş anlamda, emülsiyon, normal koşullarda birbiri içinde çözünmeyen ve karışmayan, iki ayrı faz halinde kalan sıvıların, bazı kimyevi maddeler aracılığı (emülgatör) ile tek faz halinde, dağıtılan fazın, (asfalt) dağıtan faz (su) içinde mikron mertebesinde, homojen bir şekilde dağıtılmasıdır.

Bitüm emülsiyonları da bitüm küreciklerinin su içinde dağıtılmasından oluşur. Ancak, bitümün su içerisinde dağıtılması ile oluşturulan emülsiyon uzun ömürlü olmaz, kısa süre sonra asfalt kürecikleri birbirine yapışarak sudan ayrılır. Bu durumu önlemek amacıyla, emülgatör (emülsiyon verici madde) kullanılarak, asfalt kürecikleri çevresinde emülgatör filmi oluşturulur ve kendi aralarında birleşmeleri önlenir.

Yol üstyapılarında kullanılan asfalt emülsiyonları emülgatör cinsine bağlı olarak iki sınıfa ayrılır.

- 1- Anyonik Bitüm Emülsiyonları
- 2- Katyonik Bitüm Emülsiyonları

Bitüm emülsiyonu, agrega ile karıştırıldığında ya da yolun yüzeyine püskürtüldüğünde kesilir, yani asfalt kürecikleri sıvı ortamdan ayrılarak agregaların üzerine yapışırlar. Bu arada serbest kalan su da buharlaşır. Yol üstyapılarında kullanılan asfalt emülsiyonlarının, viskozitelerine göre tipleri ve kullanım yerleri aşağıdaki tablolarda verilmektedir.

Bitüm Emülsiyonu	Çabuk Kesilen	Orta Hızda Kesilen	Yavaş Kesilen
Anyonik	RS-1	MS-1	SS-1
	RS-2	MS-2	SS-1h
		MS-2h	
Kasyonik	CRS-1	CMS-2	CSS-1
	CRS-2	CMS-2h	CSS-1h

Bitüm Emülsiyonlarının kullanım yerleri

Astar tabakasında	SS-1,SS-1h,CSS-1,CSS-2
Yapıştırma tabakasında	RS-1,RS-2,CRS-1,CRS-2
sathi kaplamada	RS-1, CRS-1,CRS-2
soğuk karışmada	MS-2,SS-1

Yol yapımında kullanılan bitümlü malzemelerin uygulama sıcaklıkları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

UYGULAMA SICAKLIKLARI

Bitümlü Asfaltın tipi ve sınıfı	Sıcaklık Aralığı minimum-maksimum, °C	
	Püskürtme Sıcaklıkları	Karıştırma Sıcaklıkları ⁽¹⁾
Sıvı Petrol Asfaltı MC-30	30- ⁽²⁾	-
RC,MC-70	50- ⁽²⁾	-
RC,MC-250	75- ⁽²⁾	60-80 ⁽³⁾
RC,MC-800	95- ⁽²⁾	75-100 ⁽³⁾
RC,MC-3000	110- ⁽²⁾	80-115 ⁽³⁾
Asfalt Emülsiyonu RS-1	20-60	-
RS-2	50-85	-
MS-1	20-70	20-70
MS-2,M5-24	-	20-70
SS-1,1h,CSS-1,1h	20-70 ⁽⁴⁾	20-70
CRS-1	50-85	-
CRS-2	60-85	-
CMS-2,CMS-2h	40-70	50-60
Bitümler tüm sınıflar	maks 180	maks 180

(1) Mikserden boşlatıldıktan hemen sonra ölçülen karışım sıcaklığı

(2) Maksimum sıcaklık, köpürme ya da sislenmenin olmadığı sıcaklıktır.

(3) Sıcaklık parlama noktasının üzerinde olabilir. Patlama ve alevi önlemek için önlem alınmalı

(4) Yapıştırma tabakası için

4.5. POLİMER MODİFİYE BİTÜMLER (PMB)

Modifiye bitümler, normal bitüme (asfalt çimentosuna) kimyasal katkıları eklenerek, bitümün kimyasal yapısının ve/veya fiziksel ve mekanik özelliklerinin değiştirilmesi ile hazırlanırlar. PMB ya işyerinden uzakta merkezi bir plentte ya da özel mobil ünitelerde, kullanımdan önce, şantiyede üretilirler.

Modifiye bitümlerin ve karışımların kullanım amaçları aşağıda özetlenmiştir.

1. Düşük sıcaklıklar için daha yumuşak karışımlar elde etmek ve çatlakları azaltmak.
2. Yüksek sıcaklıklar için daha sert karışımlar elde etmek ve tekerlek izinde oturmayı azaltmak.
3. Yapım sıcaklıklarında viskoziteyi düşürmek.
4. İşlenebilirliği ve sıkışmayı iyileştirmek
5. Karışım dayanımını ve stabilitesini artırmak.
6. Karışımın aşınma dayanımını iyileştirmek ve agrega kopmasını azaltmak.
7. Kaplamanın düşük sıcaklık çatlaklarını azaltmak.
8. Karışımın yorulma dayanımını iyileştirmek.
9. Marjinal asfalt çimentolarının kalitesini yükseltmek.
10. Yaşlanmış asfalt bağlayıcıyı tekrar gençleştirmek
11. Marjinal agregaların kullanımını sağlamak.
12. Asfalt bağlayıcının ömrünü uzatmak
13. Agrega üzerinde daha kalın asfalt filmi oluşturmak.
14. Yapışmayı iyileştirmek ve asfalt çimentosunun agrega yüzeyinden soyulmasını azaltmak
15. Kusmayı azaltmak.
16. Geliştirilmiş çatlak dolgusu sağlamak
17. Yakıt dökütülerine karşı dayanım artışı sağlamak
18. Yaşlanmaya ya da oksidasyona karşı dayanım artırmak
19. Kaplama tabakalarının kalınlığı azaltmak
20. Kaplamayı ömür-döngü maliyeti azaltmak
21. Kaplamaların tüm performansını geliştirmek

Karışımın yapılacağı bölgenin iklim koşulları ve yolun trafiği dikkate alınarak, kaplamanın iyileştirilmek istenilen özelliklerine uygun modifiye bitüm tipi seçilir. Farklı modifiye edici katkıları kullanılarak, istenilen özellikleri sağlayan modifiye bitüm üretimi mümkündür. Modifiye bitümlerde kullanılan kimyasal katkıları aşağıda verilmektedir.

Modifiye bitümlerde kullanılan ana kimyasal katkılar

Elastomerik Termoplastik Polimerler	
Styrene- Butadiene-Styrene Copolymer	SBS
Styrene- Isoprene- Styrene Copolymer	SIS
Styrene-Butadiene	SB
Random Copolymer	SBR
Plastomerik Termoplastik Polimerler	
Ethylene- Vinyl acetate copolymer	EVA
Ethylene- methyl acrylate copolymer	EMA
Ethylene- butyl acrylate copolymer	EBA
Polyisobutylene	PIB
Latex	
Plychloroprene	
SBR	
Natural rubber	
Crumb rubber	

Modifiye bitüm, kullanılan polimerin erime noktasının üzerinde bir sıcaklıkta bitüm ve polimerin, fazların (bitüm-polimer) tamamen karışımını sağlayacak uygun karıştırıcı ile homojen olarak karıştırılması sonucu üretilir.

Belirlenen sıcaklığı kadar ısıtılmış bitüm içerisine katkı malzemesi belirlenen oranda eklenerek karıştırılır ve genellikle bu karışım bir değirmenden geçirilerek fazların karışması ve homojenlik sağlanır. Aşağıdaki tabloda modifiye bitüm şartnamesinde yer alan modifiye bitüm tipleri verilmektedir.

PMB sınıfı, yolun yapılacağı bölgenin en yüksek ve en düşük hava sıcaklıkları esas alınarak, yolun ağır taşıt trafiği ile geometrik profiline göre seçilmektedir.

Tablo 412-2 Modifiye Bitümün Fiziksel Özellikleri

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.)		TSEN 1426	0,1mm	50-90	30-70	30-90	30-90	20-60	20-70	20-70	10-50	
2	YUMUŞAMA NOKTASI		min.	TSEN 1427	°C	52	62	62	62	67	67	72	
3	KUVVET ÖLÇÜMLÜ DÜKTİLİTE ^a (25°C'de, 5cm/dk)		min.	TSEN 13589	J	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	
4	ELASTİK GERİ DÖNME (25°C)		min.	TSEN 13398	%	80	60	70	80	60	70	80	60
5	PARLAMA NOKTASI		min.	TSEN ISO 2592	°C	220	220	220	220	220	220	220	220
6	ÖZGÜL AĞIRLIK			TSEN 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	
7	DEPOLAMA STABİLİTESİ ^b												
7,1	YUMUŞAMA NOKTASI FARKI		maks.	TSEN 13399	°C	5	5	5	5	5	5	5	
7,2	PENETRASYON FARKI		maks.		0,1mm	12	12	12	12	9	9	9	
8	DİNAMİK KESME REOMETRESİ (DSR) (G*/sinδ >1kPa)	Yenilme Sıcaklığı	min.	TSEN 14770 AASHTO T315	°C	64	70	70	70	76	76	82	
9	DÖNMELİ İNCE FİLM ETÜVÜ DENEYİ ^c			TSEN 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.		°C	50	60	60	60	65	65	70	
9,3	Yumuşama Noktasındaki Değişiklik			TS EN 1427									
	artma		maks.		°C	8	8	8	8	8	8	8	
	azalma		maks.		°C	5	5	5	5	5	5	2	
9,4	KALICI PENETRASYON		min.	TSEN 1426	%	50	50	50	50	45	45	45	40
9,5	DİNAMİK KESME REOMETRESİ (DSR) (G*/sinδ >2,2kPa)	Yenilme Sıcaklığı	min.	TSEN 14770 AASHTO T315	°C	64	70	70	70	76	76	82	
10	RTFOT+PAV İle Yaşlandırılmış Modifiye Bitüme Yapılan Deneyler			TSEN 14769 AASHTO R28									
10,1	DSR (G*/sinδ <5000kPa)	Yenilme Sıcaklığı	maks.	TSEN 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.	TSEN 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 deneyinin yapılması zorunlu değildir.

^c Yüksek viskoziteli modifiye bitümlerde RTFO deneyi 163° C'den daha yüksek (180° C geçmeyen) sıcaklıkta yapılabilecektir. TFO deneyi İdarenin izni ile RTFO yerine kullanılabilir.

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

4.6 BİTÜMLÜ BAĞLAYICILARA UYGULANAN DENEYLER

Bitümlere Uygulanan Deneyler

- Penetrasyon
- Yumuşama Noktası
- Trikloretilende çözünürlük
- İnce film halinde ısıtma
- Parlama noktası (Cleveland açık kap)
- Özgül Ağırlık
- Fraass kırılma noktası
- Parafin mumu içeriği

Sıvı Petrol Asfaltlarına Uygulanan Deneyler

Yavaş Kür Olan (SC)	Orta Hızda Kür Olan (MC) ve Çabuk Kür Olan (RC)
<ul style="list-style-type: none">- Saybolt-Furol viskozitesi- Kinematik Viskozite- Parlama noktası (Cleveland açık kabı)- Destilasyon Destilasyon kalıntısında: <ul style="list-style-type: none">-Yüzme deneyi-Belirli penetrasyonlu kalıntı 100 penetrasyonlu kalıntıda:-Yüzme deneyi-Trikloretilende çözünürlük-Su miktarı-Özgül Ağırlık	<ul style="list-style-type: none">- Saybolt-Furol viskozitesi- Kinematik Viskozite- Parlama noktası (Cleveland açık kabı)- Destilasyon Destilasyon kalıntısında: <ul style="list-style-type: none">- Penetrasyon- Düktilite- Trikloretilende çözünürlük- Su miktarı- Özgül ağırlık

Bitüm Emülsiyonlarına Uygulanan Deneyler

Anyonik Bitüm Emülsiyonları

- Saybolt Furol viskozitesi
 - Çökme
 - Depolanma stabilitesi
 - Emülsiyon kesilmesi
 - Örtme kabiliyeti ve suya karış direnç
 - Çimento ile karıştırma
 - Elek deneyi
 - Destilasyon
- Destilasyon kalıntısında:
- Penetrasyon
 - Düktilite
 - Trikloretilende çözünürlük
 - Kül miktarı

Katyonik Bitüm Emülsiyonları

- Saybolt-Furol viskozitesi
 - Çökme
 - Depolanma stabilitesi
 - Emülsiyonun kesilmesi
 - Örtme kabiliyeti ve suyu karış dineç
 - Partikül yükü
 - Elek deneyi
 - Çimento ile karıştırma deneyi
 - pH tayini
 - Destilasyon
- Destilasyon kalıntısında:
- Penetrasyon
 - Düktilite
 - Trikloretilende çözünürlük
 - Kül miktarı

Modifiye Bitümlere Uygulanan Deneyler

- Penetrasyon
- Kuvvet Ölçümlü Düktilite
- Yumuşama Noktası
- Elastik geri dönme
- Parlama noktası
- Depolama stabilitesi
- RTFOT (dönmeli ince film etüvü testi) / TFOT (İnce film halinde ısıtma)
- Özgül Ağırlık
- DSR (dinamik kesme reometresi)
- BBR (kiriş eğme reometresi)

Bitümlü bağlayıcılara yapılan deneylerin amaçları aşağıdaki bölümlerde kısaca açıklanmaktadır.

-Penetrasyon Deneyi (TS EN 1426, ASTM D5)

Bitümlü bağlayıcının sertlik veya kıvamlıkları belirlenir. Standard bir iğnenin belirli bir yük (100g) altında belirli bir süre (5sn) asfalt çimentosu içine dikey olarak battığı mesafe 0,1mm cinsinden bulunur. Penetrasyon değeri kıvamlilikla ters orantılıdır. Penetrasyon yükseldikçe bitüm yumuşar. Kıvamlilik artıka bitüm sertleşir.

-Yumuşama Noktası Deneyi (TS EN 1427,ASTM D36)

Bitümlü bağlayıcının sıcaklığa karşı duyarlılığını ölçmek için (hangi sıcaklıkta bitümün akmaya başladığı) yüzük-bilya yöntemi ile yumuşama noktası olarak ifade edilen sıcaklığı belirlenir. Yumuşama noktası çok yüksek bitümlerin viskozitesinde yüksek olduğundan, sıcak karışım yapım sıcaklıkları da yüksek olmaktadır.

-Kuvvet Ölçümlü Düktilite Deneyi (TS EN 12589)

Düktilitenin kelime anlamı uzama veya çekebilme demektir. Bitümlü bağlayıcının düşük sıcaklıkta (25°C, 13°C 7°C gibi) kohezyondan oluşan (Cohesive) dayanımı düktilite ile belirlenir. Belirlenen sıcaklıktaki su banyosu içerisinde 50mm/dk hız ile bitüm çekilerek kopma anındaki uzama miktarı cm olarak bulunur ve yük uzama eğrisinde deformasyon enerjisi hesaplanır.

-Trikloretilende Çözünürlük (TS EN 12592)

Deney, içerisinde mineral madde bulunmayan ya da çok az bulunan bitümlü bağlayıcının organik çözücüler (trikloretilen, karbon sülfür, benzen gibi) çözünürlüğünü belirlemek için yapılan. bitümlerin trikloretilende en az % 99 çözülmesi gerekir.

-İnce Film Halinde Isıtma Deneyi, TFOT (TS EN 12607-2),

-Dönmeli İnce Film Etüvü Deneyi, RTFOT (TS EN 12607-1)

Deneyde, karışım hazırlama, serme-sıkıştırma sırasında bitümlü bağlayıcıda oluşan yaşlanma örneklenir. Deneyin iki amacı vardır. a) yaşlanmış bitüm üzerinde fiziksel deneyler yapılır. b) işlem sırasında asfalta oluşan kütle kaybı belirlenir. Bitümün yaşlanmasında dolayı bir kütle kaybı oluşur ancak bazı asfaltilerde okside ürünler oluşumundan dolayı bir ağırlık artışında söz konusudur.

-(PAV) Basınçlı Yaşlandırma Kabı (AASHTO R 28)

Deneyde, RTFOT deneyinden çıkan numuneler her birine 50 gr olacak şekilde numune kaplarına konur. Numune kapları 10 adet numune kabı alabilen raflı numune taşıyıcıya yerleştirilir. Sonra basınçlı yaşlandırma kabına alınarak 2,2 MPa basınç altında 100°C'de 20 saat süre ile yaşlandırılır. Böylece kaplamanın hizmet sırasında karşılaşılabileceği yaşlanma etkileri yansıtılmış olur.

-Parlama Noktası Deneyi (TS EN ISO 2592,TS 1171)

Parlama noktası, bir maddenin buharının alev temasında geçici olarak parladığı fakat yanmaya devam etmediği en düşük sıcaklık olarak tanımlanır. Parlama noktası, bitümlü bağlayıcının uygulama sırasında ısıtılırken meydana gelebilecek herhangi bir tutuşma ve alev alma riskini önlemek bakımında önemlidir.

Parlama noktası, asfalt çimentoları ve SC sıvı petrol asfaltlarında Cleveland Açık Kabı ile, MC ve RC sıvı petrol asfaltlarında Tagliabue Kapalı Kabı (15-74°C aralığı için) ile belirlenmektedir.

-Özgül Ağırlık Deneyi (TS 1087)

Bitümlü malzemenin özgül ağırlığı 25°C sıcaklıktaki, hacminin havadaki ağırlığının aynı sıcaklık ve aynı hacimdeki havası alınmış destile suyun ağırlığına oranıdır. Genellikle piknometre yöntemi ile özgül ağırlık belirlenir.

-Viskozite (TS 117)

Viskozite asfaltın kıvamlılığı ile ilgili ve akmaya karşı olan direncin bir ölçüsüdür. Kıvamlılık arttıkça,yani asfalt yarı-katı hale yaklaştıkça vizkozite değeri yükselir.

Viskozite deneyinin amacı, asfaltların uygulama sırasında ısıtıldıkları sıcaklık sınırları içerisindeki akma özelliğini tayin etmektedir.

Saybolt-furol viskozite sıvı petrol asfaltları ve Bitüm emülsiyonları için kullanılır.

Bitümlerin, pompalama ve doldurma, boşaltma sırasındaki akma özelliğini belirlemek için Brookfield Viskozimetre aleti kullanılır. Ayrıca aynı aletle sıcak karışımların karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıklarında viskoziteye bağlı olarak bulunur. Asfaltın viskozitesinin 170±20 santistok olduğu sıcaklık karıştırma sıcaklığı ve viskozitesinin 280±30 santistok olduğu sıcaklık sıkıştırma sıcaklığı olarak belirlenir.

-Destilasyon (TS 122),Buharlaştırma Kalıntısı(TS 132)

Sıvı petrol asfaltları ve asfalt emülsiyonlarında, asfalt çimentosu miktarını belirlemek için farklı yöntemler ile destilasyon ve buharlaştırma yapılır.

-Bitüm Emülsiyonlarında Çökme ,5 günlük,(TS 132)

Deney, Bitüm emülsiyonu depolandığı zaman oluşabilecek ayrışmayı belirlemek için yapılır. Mezür içerisinde oda sıcaklığında 5 gün bekletilen emülsiyonun alt ve üst kısmından örnek alınarak asfalt kalıntı miktarları belirlenir. Alt ve üst arasındaki fark %5'den az olmalıdır. Emülsiyon depolanmadan kullanılacaksa bu deney yapılmayabilir.

-Modifiye Bitümlerde Depolama Stabilesi (TS EN 13399)

Modifiye bitümler depolandığında polimer-bitüm ayrışmasının olup olmadığını belirlemek için uygulanan bir deneydir. Modifiye bitüm 3 gün 180°C'de mezür içerisinde bekletilir ve daha sonra üst ve alt kısımdan örnek alınarak yumuşama noktası ve penetrasyon deneyleri yapılarak fark olup olmadığına bakılır.

-Fraass Kırılma Noktası Deneyi (TS EN 12593)

Bitümün düşük sıcaklıktaki davranışı belirlemek için yapılan bir deneydir. Deneyde, bitümün kritik sertliğe (stiffness) ulaştığı ve kırıldığı sıcaklık (-30°C'ye kadar) belirlenir. Bitüme ve modifiye bitümlere yapılabilen bir deneydir. Özellikle soğuk bölgelerimizde kullanılacak bitümün tipini belirlemek için uygun bir deneydir.

-Elastik Geri Dönme Deneyi (TS EN 13398)

Deneyde, düktilite aleti kullanılarak istenilen sıcaklıkta (25°C) bitümün elastik geri dönmesi, geri dönen elastik deformasyon ,belirlenir. Deney, genellikle elastomerik modifiye bitümlere uygulanır, ancak diğer bitümlere de uygulandığından az miktarda geri dönme bulunur. Modifiye bitüm şartnamesine göre elastomerik modifiye bitümlerde elastik geri dönme min. %60 olmalıdır.

-DSR, Dinamik Kesme Reometresi aleti ile Kompleks Kesme Modülü ve Faz Açısı Tayini Deneyi (TS EN 14770, AASHTO T315)

Bitümün davranışı, hem yüklenme zamanına hem de sıcaklığa bağlı olduğu için ideal deney her iki faktörü de içermelidir. Dinamik Kesme Reometresi bitümlü bağlayıcıların zamana bağlı orta ve yüksek sıcaklıklarda reolojik özellikleri (kompleks kesme modülü ve faz açısı) belirlenmektedir.

DSR, bitümün viskoz ve elastik davranışını belirlemek amacıyla kompleks kesme modülü(G^*) ve faz açısını(δ) ölçer. G^* malzeme kesme gerilmesine maruz bırakıldığında deformasyona karşı gösterdiği dirençtir. İki bileşenden oluşur: elastik(geri dönüşümlü) ve viskoz(geri dönüşümsüz). δ ise geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz deformasyonların göreceli miktarıdır. G^* ve δ değerleri deney sıcaklığına ve yüklemenin frekansına bağlıdır.

-BBR, Kiriş Eğme Reometresi aleti ile Eğilme-Sünme Rijitliğinin Tayini Deneyi (TS EN 14771, AASHTO T313)

BBR, bitümün düşük sıcaklıklardaki davranışını belirlemek amacıyla yapılır. BBR basit olarak bağlayıcının belirli bir sıcaklıkta ve sabit bir yük altında ne miktarda sünme veya defleksiyona maruz kaldığını gösterir.

5. BİTÜMLÜ KAPLAMALARIN ÖZELLİKLERİ

5.1 Sathi Kaplamalar

Sathi kaplama yapımının amaçları aşağıda özetlenmektedir.

- a) Düşük trafikli ($T8.2 < 3 \times 10^6$) olan yollarda kaplama tabakası olarak
- b) Maliyeti ucuz, kayma karşı direnci yüksek bir yol yüzeyi elde etmek (Kayganlaşan asfalt betonu üzerinde)
- c) Yol yüzeyine gelen suların temel, alttemel ve taban zeminine geçmesini önlemek
- d) Hizmete açılması düşünülen granüler temel tabakalarına geçici olarak bir kaplama ile teşkil etmek
- e) Bozulmuş kaplamaların bakım ve onarımlarında,

Sathi Kaplamanın Performansını Etkileyen Faktörler aşağıda sıralanmıştır.

-Trafik; günlük ticari taşıt (boş ağırlığı >1.5 ton olan araçlar) sayısı, mıcırın yol yüzeyine gömülme oranını etkiler.

-*Mevcut yol yüzeyi*; micirlerin yol yüzeyine batmasını yol yüzeyinin sertliği ve ticari taşıt sayısı ile ilişkilidir. Yüzey poroz ise yüzeydeki asfalt film tabakası kalınlığı azalır.

-*Micirin tipi ve boyutu*; micir çok küçük boyutlara ise çok çabuk gömülür, çok iri boyutla olursa trafik tarafından sökülür. Micir uygun boyutta ve cilalanmaya karşı dayanıklı olmalıdır.

-*Bitümlü bağlayıcı*; bitümlü bağlayıcının fonksiyonu, yüzeyi su geçirmez hale getirmek ve micirleri alt tabakaya yapıştırmaktır. Micirlerin yapışabilmesi için, micir serilirken, bitüm yeterli viskozitede olmalıdır. Yol trafiğe açıldığında micirler yerlerinden çıkmamalı ve uzun süreli düşük sıcaklıklarda bitüm çatlamamalıdır.

-*Püskürtülen bitümlü bağlayıcının oranı*; püskürtülen bağlayıcı miktarı micirlerin yapışmasını sağlayacak miktarda olmalı, yeterli yüzey doku derinliği sağlanabilmesi için micirler arasındaki boşluklar bitüm ile dolmamalıdır.

-*Çevre koşulları*; iklim, yer ve trafik durumu ile ilişkilidir. Bağlayıcının kür olma miktarı, kaplamanın yapıldığı alan kapalı ise, (örneği; ağaçların altı ya da köprü altları gibi) bu durumdan etkilenir. Sathi kaplama yapıldığı aylar ve kaplamanın trafiğe açıldığı zamandaki hava koşulları performans üzerinde etkindir. Trafik, özellikle kavşaklar ve ada etrafında ilave gerilmeler oluşturarak micir sökülmesine neden olabilir, rampalarda ise ağır yüklü araçlar micir gömülmelerini artırır.

5.2 Bitümlü Sıcak Karışımlar

Orta ve Ağır trafikli yollarda, trafik yüklerini taşımak ve üstyapıdaki diğer tabakaları, doğa koşullarının olumsuz etkilerinden korumak amacıyla kullanılır.

Bitümlü Sıcak Karışım, sıcak agrega karışımının, ısıtılmış asfalt çimentosu ile homojen olarak karıştırılıp, kaplanması ile elde edilir. Bitümlü karışımlar, sathi kaplamaya göre çok daha pahalıdır. Bu kaplamaların fiziksel özelliklerinin bilinmesi ve belirli koşulları sağlaması gerekir. Bu nedenle karışımların dizaynları hazırlanır ve bu aşamada aşağıda verilen özelliklerine bakılır.

1. *Stabilite*
2. *Durabilite*
3. *Geçirimsizlik*
4. *İşlenebilirlik*
5. *Esneklik*
6. *Yorulmaya Karşı Direnç*
7. *Kaymaya Karşı Direnç*

Bu özelliklerin açıklamaları aşağıda verilmektedir.

1. STABİLİTE : Trafik yüklerine, ötelenme ve tekerlek izleri oluşmayacak şekilde direnç gösterme yeteneğidir. Stabilite trafik yüklerini karşılayacak kadar yüksek olmalıdır. Ancak çok yüksek stabilite, çok sert bir karışım anlamına gelir ki bu tür kaplamalar trafik yükleri altında oluşan defleksiyonlara uyamayıp çatlarlar (esneklik azalır). Bu nedenle karışımların belli stabilitede olması gerekir.

2. DURABİLİTE : Karışımındaki asfaltın özelliklerinin değişmesine (oksidasyon, v.s.) agreganın kırılmasına ve asfaltın agrega yüzeyinden soyulmasına karşı gösterdiği dayanım olarak ifade edilir. Bu faktörler iklim, trafik veya her ikisinin birleşimi sonucu ortaya çıkar.

3. GEÇİRİMSİZLİK : Asfalt kaplamanın hava veya su geçişine olan direnci olarak tanımlanabilir. Geçirimsizlik, karışımındaki hava boşluğu yüzdesi ile belirlenir. Düşük asfalt

yüzdesi ve dizayndaki yüksek boşluk tabakayı yüksek geçirimli yapar.Bu nedenle karışımlar belli esnekliği sağlayacak boşluk yüzdesinde dizayn edilir.

4. İŞLENEBİLİRLİK : Karışımın hazırlanması ve serilmesi ve sıkıştırılması sırasındaki kolaylık olarak ifade edilebilir.

5. ESNEKLİK : Asfalt kaplamanın, temel, alttemel ve tabanından gelen geçici oturma ve hareketlere karşı, çatlamaya neden olmadan uyum gösterebilmesidir.Bitüm yüzdesi ve gradasyon esnekliği etkileyen faktörlerdir.

6. YORULMAYA KARŞI DİRENCİ : Asfalt kaplamanın, trafik yüklerinden dolayı oluşan, tekrarlanan eğilmeye (deformasyona) karşı direncidir. Karışımdaki boşluk yüzdesi ve asfaltın viskozitesi yorulmaya karşı direnci üzerinde etkilidir.

7. KAYMAYA KARŞI DİRENÇ : Asfalt kaplamanın, taşıtın, her hava koşulunda, kabul edilebilir bir mesafede durabilmesi için, yeterli sürtünmeye sahip olmasıdır. Yüksek kayma direnci, sert ve pürüzlü agrega kullanılarak ve karışım gradasyonunda orta malzeme miktarını artırarak sağlanabilmektedir. Bitüm yüzdesi fazla ve yoğun gradasyonlu karışımlarda kayma direnci daha düşüktür. Aşağıdaki tabloda, düşük kayma direncini oluşturan sebepler ve bunun etkileri verilmiştir.

DÜŞÜK KAYMA DİRENCİ	
Sebepler	Etki
Fazla Bitüm %'si	Kusma, düşük kayma direnci
Agrega gradasyonun iyi olmaması	Çok düzgün yüzeyli kaplama, suyun yüzeyden drene olmaması ve düşük kayma direnci
Agrega cilalanma değerinin düşük olması	Pürüzlülüğün azalması ve düşük kayma direnci

6-MARSHALL METODU İLE BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIM DİZAYNI

Agregaların kurutulması ve iyi bir karıştırma ve işlenebilirlik için ısıtılması, asfalt çimentosunun ise uygun bir akıcılığa gelmesi amacıyla ısıtılmasından sonra,agrega ve bitümün bir tesiste karıştırılması ile hazırlanan karışımlara bitümlü sıcak karışım (BSK) denilmektedir.

Asfalt kaplamaların karışım dizaynının amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

-Sağlam (durabil) bir üstyapı elde etmek için gerekli bitüm miktarını belirlemek

-Trafik yükleri altında deformasyon göstermeyecek yeterli dayanımı oluşturmak

-Sıkıştırılmış tabakada, trafik altında oluşabilecek çok az miktarda sıkışmaya; kusma, akma ve stabilite düşüklüğü olmadan sağlayacak, ancak tabakanın içinde rutubet ve fazla hava barındırmayacak ölçüde boşluğu sağlamak.

-Segregasyona olmadan uygun serimi sağlayacak bir işlenebilirliğine sahip ekonomik bir karışım ve agrega gradasyonunun belirlenmesi.

Marshall Karışım Dizaynının Aşamaları

- 1-Agrega gruplarının.yaş metoda göre elek analizinin yapılması ve şantiye sonuçları ile karşılaştırılarak dizayn esas gradasyonların belirlenmesi
- 2-Agrega karışım oranlarının ve karışım gradasyonunun ilgili, şartname gradasyon limitleri içerisinde kalacak şekilde, hesaplanması
- 3- Agrega özgül ağırlıkları ve briket agregası tartımı için gerekli hesapların yapılması
- 4- Karışım gradasyonunda hazırlanan agregalar üzerinde kaba ve ince özgül ağırlık deneyleri ile filler zahiri özgül ağırlık deneyinin yapılması
- 5- Beklenen optimum bitüm ile optimum bitümün ± 0.5 ve ± 1.0 bitüm değerlerinde, her bitüm yüzdesi için en az 3 briket olmak üzere , şartnameye göre, 2x75 ya da 2x50 darbe uygulanarak briketlerin sıkıştırılması.
- 6- Karışımın maksimum teorik özgül ağırlık deneyi için, beklenen optimum bitüm yüzdesinde, iki numune hazırlanması ve deneyin yapılması.
- 7- Briketlerin yüksekliklerinin ölçülmesi
- 8- Briketlerin hacim özgül ağırlıklarının belirlenmesi
- 9- Briketler üzerinde Marshall stabilite ve Akma deneyinin yapılması
- 10- Marshall formuna işlenen tüm deney ve ölçüm sonuçlarına göre, her bitüm yüzdesi için briketlerin ortalama yükseklikleri, **Dp'ler (pratik yoğunluk)** hesaplandıktan sonra, **Dt (teorik özgül ağırlık)**, **Vh (hava boşluğu)**, **VMA (agregalar arası boşluk)**, **Vf (asfaltla dolu boşluk)**,briket yüksekliğine göre düzeltilmiş stabilite ve ortalama **stabilite ve akma** değerleri hesaplanır. Aşağıdaki grafikler çizilir.

- Bitüm %'si - Dp**
- **Bitüm %'si - Stabilite**
- **Bitüm %'si - Akma**
- **Bitüm %'si - Boşluk**
- **Bitüm %'si - VMA**
- **Bitüm %'si - Vf**

Optimum bitüm yüzdesi belirlenirken, genellikle boşluk değeri göz önünde bulundurulur.

- aşınma tabakası için %4 boşluk
- binder tabakası için %4-%5 boşluk
- bitümlü temel tabakası için %5-%6 boşluk

Boşluk esas alınarak diğer değerlerin şartname kriterlerine uygun olup olmadığına bakılır. Karışımın kullanılacağı bölgenin iklim koşullarında göz önünde bulundurularak bitüm miktarı belirlenir. Soğuk bölgelerde, durabilite ve düşük sıcaklık çatlaklarına karşı dayanıklı bir tabaka oluşturmak için bitümü daha zengin fakat kuma meydana getirmeyecek karışımlar, sıcak bölgeler için plastik deformasyonu azaltacak ancak yeterli durabiliteyi sağlayacak karışımlar oluşturulmalıdır.

Ayrıca yüzey tabakası olan asfalt betonu aşınma tabakasında pürüzlülüğü artırmak ve kaplamayı kaymaya karşı dirençli hale getirmek için;

- Sert ve pürüzlü agrega kullanımı,
- Karışım gradasyonunda orta malzemeyi artırarak bir miktar kesiklilik,

ekonomik koşullarda göz önünde bulundurularak, tercih edilmelidir.

6.1 AGREGA KARIŞIM ORANLARININ VE KARIŞIM GRADASYONUNUN BELİRLENMESİ

Bitümlü sıcak karışım tabakalarının yapımında kullanılacak agrega en az üç ayrı dane grubunun (kaba, orta, ince) karışımından oluşmalıdır. Konkasörde, agrega gruplarının kırılmaları, agreganın kullanılacağı tabakanın gradasyonunu sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Üretilen agregalar ile uygun karışım gradasyonunun elde edilip edilmeyeceğini belirlemek için, üretime başlandığı günden, agrega karışım oranlarının hesabının yapılması gereklidir. Üç ya da daha fazla agrega grubunun istenilen şartname gradasyonunu verecek şekilde karıştırılması için gereken oranlar değişik metodlarla belirlenebilmektedir. Laboratuvarımızda genellikle deneme-yanılma metodu kullanılmaktadır. Karışım oranları ve karışım gradasyonunun nasıl belirlendiği aşağıda bir örnekle açıklanmıştır.

ÖRNEK: Aşağıda verilen agrega gruplarının gradasyonlarına göre, Asfalt Betonu Binder Tabakası agregalarının karışım oranları ve karışım gradasyonu belirlenecektir.

Elek Açıklığı		% GEÇEN			
İnç	mm	X (1''-1/2'')	Y (1/2''-No.4)	Z (No.4-0)	Binder Şartname Limitleri
1''	25	100			100
3/4	19.0	81.7			80-100
1/2	12.5	25.9	100		58-80
3/8	9.5	1.0	92.4	100	48-70
No.4	4.75	0.9	11.7	96.1	30-52
No.10	2.00	0.7	3.0	62.3	20-40
No.40	0.42	0.7	1.0	27.0	8-22
No.80	0.18	0.7	0.8	16.1	5-14
No.200	0.075	0.6	0.8	12.3	2-8

İnce malzemenin yaklaşık tümü No4-0 fraksiyonundan geleceğinden önce bu malzemenin oranı belirlenir.

No.4 şartname limitleri 30-52 ortası $(30+52)/2=41$
 $96.1 \times Z/100=41$ eşitliğinden $Z=\%43$ olarak bulunur,
 $Z=\%43$ olduğunda; No.200 --- $12.3 \times 0.43=5.3$
No.80 ---- $16.1 \times 0.43=6.9$
No.40 ---- $27 \times 0.43=11.6$
No.10 ---- $62.3 \times 0.43=26.8$ olarak hesaplanır.

No.80 ve No.40 eleklerde geçen miktarlar şartname alt limitlerine yakın olduğundan No4-0 oranı %46 olarak seçilebilir.

$Z= \%46$ için ; No.200 ----- 5.7
No.80 ----- 7.4
No.40 -----12.4
No.10 -----28.7 olarak hesaplanır.

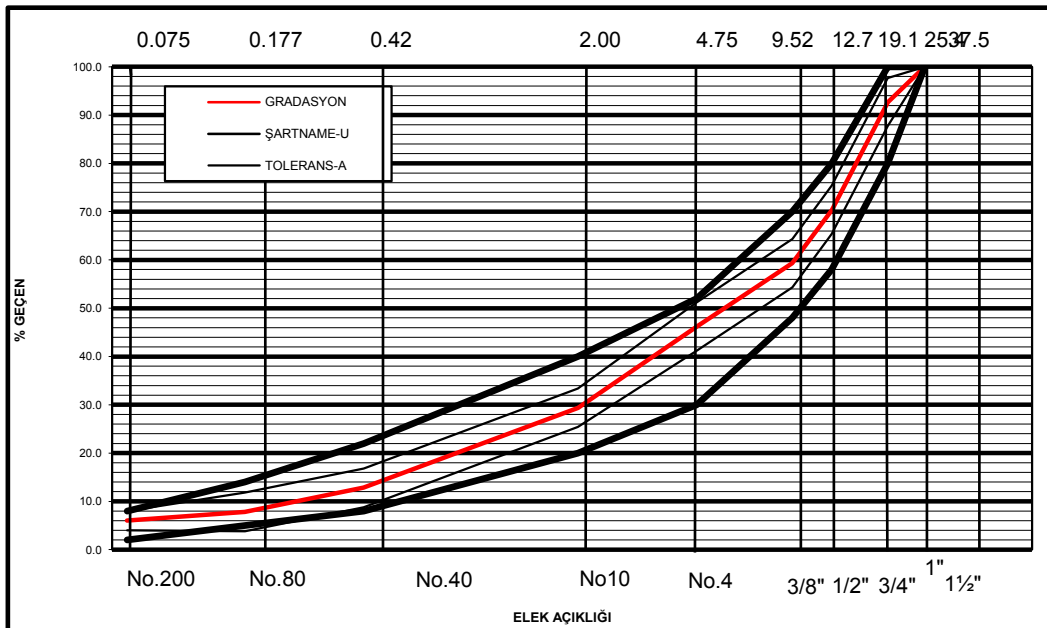
No4-0 oranı belirlendikten sonra orta malzemenin, 1/2''-No.4 fraksiyonunun, oranı hesaplanır.

3/8'' şartname limitleri 48-70 ortası $(48+70)/2=59$
 $92.4 \times (Y/100)+46=59$ $Y=\%14$ hesaplanır.
 $Z=\%46$ ve $Y=\%14$ için; $X=100-46-14= \%40$ olur.

Bulunan karışım oranlarına göre karışım gradasyonu aşağıdaki şekilde hesaplanır.

İnc	Elek Açıklığı mm	%40X+%14 Y+%46Z
1"	25	100
3/4	19.0	92,7 (81.7x0.4+14+46)
1/2	12.5	70.4 (25.9x0.4+14+46)
3/8	9.5	59.3 (1.0x0.4+92.4x0.14+46)
No.4	4.75	46.2 (0.9x0.4+11.7x0.14+96.1x0.46)
No.10	2.00	29.4 (0.7x0.4+3x0.14+62,3x0.46)
No.40	0.42	12.8 (0.7x0.4+1x0.14+27x0.46)
No.80	0.18	7.8 (0.7x0.4+0,8x0.14+16,1x0.46)
No.200	0.075	6.0 (0.6x0.4+0,8x0.14+12,3x0.46)

% KULLANIM		40	14	46	TOPLAM	Y.F.Ş BİNDER LİMITLERİ			
ELEK AÇIKLIĞI		1-1/2	1/2-No.4	No.4-0	100	ŞARTNAME		TOLERANS	
1"	25,0 mm	100	100	100	100,0	100	100	100	100
3/4"	19,1 mm	81,7	100,0	100,0	92,7	80	100	88,7	96,7
1/2"	12,7 mm	25,9	100,0	100,0	70,4	58	80	66,4	74,4
3/8"	9,52 mm	1,0	92,4	100,0	59,3	48	70	55,3	63,3
No.4	4,75 mm	0,9	11,7	96,1	46,2	30	52	42,2	50,2
No.10	2,00 mm	0,7	3,0	62,3	29,4	20	40	26,4	32,4
No.40	0,42 mm	0,7	1,0	27,0	12,8	8	22	9,8	15,8
No.80	0,177 mm	0,7	0,8	16,1	7,8	5	14	4,8	10,8
No.200	0,075 mm	0,6	0,8	12,3	6,0	2	8	4,0	8,0



Bitüm Penetrasyonu	: 65	Kaba Agreganın Hacim Özgül Ağırlığı, G _{k-h}	2.680	Gef-denyey	: 2.701
Bitüm Özgül Ağırlığı, G _b	: 1.038	Kaba Agreganın Zahiri Özgül Ağırlığı, G _{k-z}	2.709	Gef-hesap	: 2.700
Agreganın Bitüm Absorpsiyonu P _{ba}	: 0.17	İnce Agreganın Hacim Özgül Ağırlığı, G _{i-h}	2.691	Karışım. Micir	: 1150 gr
Agreganın Etketif Özg. Ağırlığı, G _{ef}	: 2.700	İnce Agreganın Zahiri Özgül Ağırlığı, G _{i-z}	2.712	Darbe Sayısı	: 75
Agreganın Hacim Özg. Ağırlığı, G _{sb}	: 2.688	Fillerin Zahiri Özgül Ağırlığı, G _{f-z}	2.728		
Agreganın Zahiri Özg. Ağırlığı, G _{sa}	: 2.711				

ASFALT BETONU ASINMA

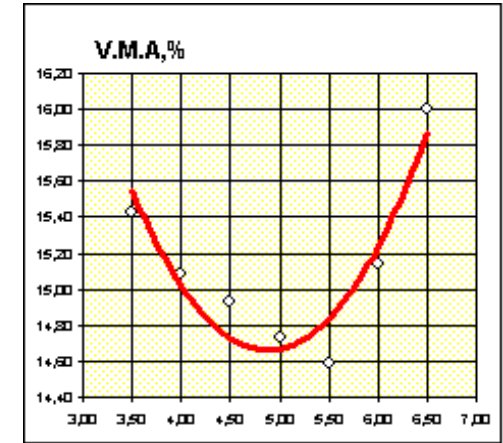
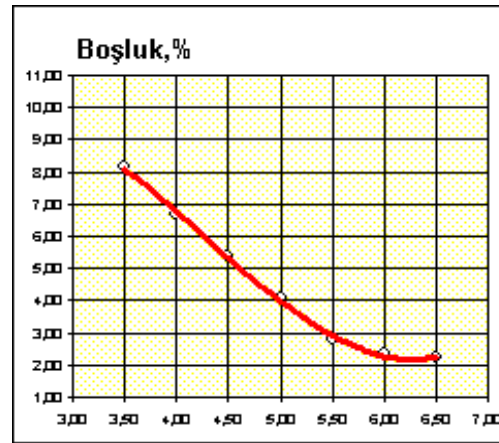
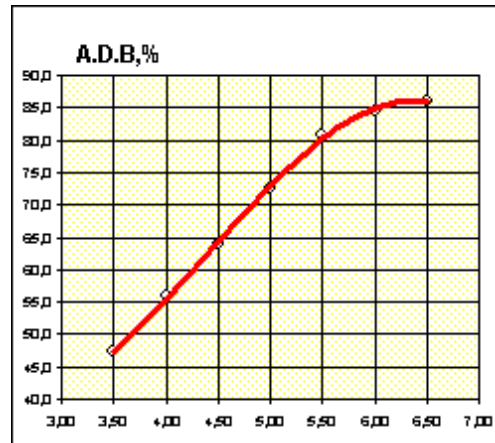
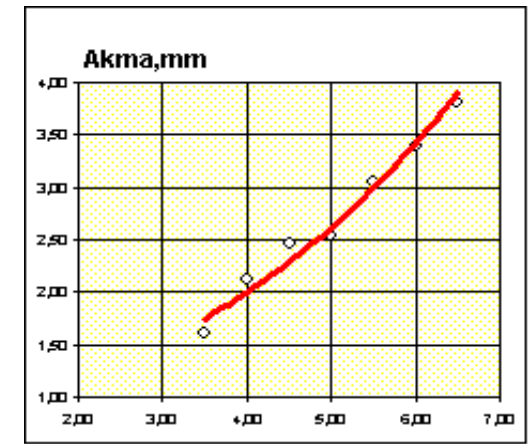
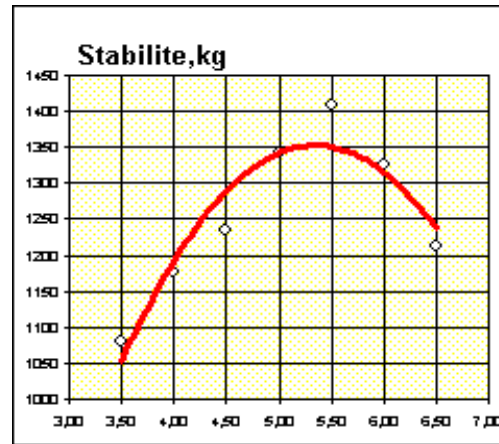
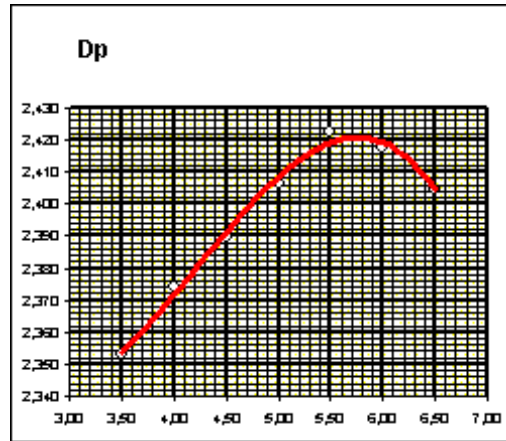
Alacaatlı KalkerTasocaü

No	BITÜM		Sıcaklık °C	YÜKSEKLİKLER,mm				Havada	Sudaki	Doy.Yüz	Hacim	Hacim	Maks.Tel	%	%	Asf.Dol	Akma	Stabilite	Düzltm.	Düzeltm	
	Wa,%	g		1	2	3	ortlm	Ağırlık,g A	Ağırlık,g C	Ağırlık,g B	cm ³ V	Özg.Ağır D _p	Özgül Ağ D _t	Boşluk V _h	V.M.A	Boşluk V _f					Faktörü
1	3.50	40.3	135	64.2	64.3	64.5	64.3	1193.5	696.2	1203.3	507.1	2.354				1.52	1111	0.979	1088		
2	3.50	40.3	135	64.6	64.3	64.6	64.5	1193.5	698.8	1205.8	507.0	2.354				1.78	1111	0.975	1084		
3	3.50	40.3	136	65.9	66.0	66.1	66.0	1194.8	702.6	1210.8	508.2	2.351				1.52	1134	0.943	1070		
												2.353	2.561	8.14	15.43	47.3	1.61		1080		
4	4.00	46.0	137	64.1	64.2	64.3	64.2	1202.9	706.5	1211.9	505.4	2.380				2.03	1247	0.982	1225		
5	4.00	46.0	135	65.1	65.3	65.2	65.2	1199.9	704.6	1210.6	506.0	2.371				2.28	1202	0.960	1154		
6	4.00	46.0	136	65.1	65.4	65.2	65.2	1202.8	701.6	1209.1	507.5	2.370				2.03	1202	0.959	1153		
												2.374	2.543	6.67	15.08	55.8	2.11		1177		
7	4.50	51.8	135	64.1	64.2	64.2	64.2	1207.7	709.2	1214.1	504.9	2.392				2.28	1270	0.983	1248		
8	4.50	51.8	136	64.5	64.5	64.5	64.5	1204.2	704.8	1209.1	504.3	2.388				2.54	1225	0.975	1195		
9	4.50	51.8	137	64.4	64.4	64.6	64.5	1203.4	703.5	1207.3	503.8	2.389				2.54	1293	0.976	1262		
												2.389	2.526	5.40	14.93	63.8	2.45		1235		
10	5.00	57.5	137	64.4	64.6	64.5	64.5	1219.1	716.4	1221.4	505.0	2.414				2.54	1361	0.975	1328		
11	5.00	57.5	135	64.2	64.7	64.5	64.5	1212.5	709.8	1214.5	504.7	2.402				2.28	1383	0.976	1350		
12	5.00	57.5	136	63.6	64.2	63.9	63.9	1212.4	710.1	1214.5	504.4	2.404				2.79	1361	0.989	1346		
												2.407	2.509	4.07	14.73	72.4	2.54		1341		
13	5.50	63.3	135	62.5	63.6	63.1	63.1	1215.2	713.8	1215.9	502.1	2.420				2.79	1406	1.010	1420		
14	5.50	63.3	136	63.3	63.2	63.3	63.3	1217.9	715.8	1218.6	502.8	2.422				3.05	1429	1.005	1436		
15	5.50	63.3	137	63.6	63.9	63.7	63.7	1216.8	715.2	1217.1	501.9	2.424				3.30	1383	0.993	1374		
												2.422	2.492	2.80	14.58	80.8	3.05		1410		
16	6.00	69.0	135	63.1	62.9	63.0	63.0	1219.7	715.2	1220.3	505.1	2.415				3.30	1315	1.012	1330		
17	6.00	69.0	136	63.8	63.4	63.6	63.6	1220.2	717.4	1220.9	503.5	2.423				3.30	1338	0.997	1333		
18	6.00	69.0	137	62.9	62.8	62.9	62.9	1221.6	716.4	1222.2	505.8	2.415				3.56	1293	1.015	1313		
												2.418	2.476	2.34	15.14	84.6	3.39		1325		
19	6.50	74.8	137	62.9	63.2	62.9	63.0	1216.8	711.1	1217.2	506.1	2.404				3.56	1225	1.012	1239		
20	6.50	74.8	135	63.3	63.1	63.2	63.2	1219.2	712.9	1219.5	506.6	2.407				3.81	1202	1.007	1210		
21	6.50	74.8	136	63.2	63.1	63.2	63.2	1218.1	713.1	1220.0	506.9	2.403				4.06	1179	1.007	1188		
												2.405	2.460	2.24	16.00	86.0	3.81		1212		
5.00				OPTIMUM BITÜM SONUÇLARI (Grafikten)									2.407	2.509	4.00	14.65	72.6	2.60	Fill/Bit	Stb/akm	1342
5.00				OPTIMUM BITÜM SONUÇLARI (Hesapla Gef deneyle)									2.407	2.510	4.09	14.7	72.2	2.60			1342
5.00				OPTIMUM BITÜM SONUÇLARI (Hesapla Gef hesapla)									2.407	2.508	4.04	14.7	72.6	2.60	1.04	516	1342
				ASINMA DIZAYN KRITERLERİ											(3-5)	min14	(65-75)	(2-4)	max1.5		min900

V=B-C
D_p=A/V D_t=(100+Wa)/(100/Gef+Wa/Gi
V_h=(D_t-D_p)×100/D_t
G_{sb}=100/(%K/G_{k-h}+%/G_{i-h}+%F/G_{f-z})
G_{sa}=100/(%K/G_{k-z}+%/G_{i-z}+%F/G_{f-z})
VMA=100-(D_p×(100-Wa)/(1+Wa/100))/G
V_f=(VMA-V_h)×100/VMA
P_b=100×G_b×(Gef-G_{sb})/(Gef×G_{sb})

1½" 100.0
1" 100.0
¾" 100.0
½" 90.6
⅜" 79.5
No.4 47.6
No.10 27.8
No.40 13.1
No.80 8.9
No.200 5.2

Kaba=% 52,4
İnce=% 42,4
Filler=% 5,2



7-BİTÜM MİKTARI TAYİNİ (ASTM D2172)

Bitümlü karışımlarda bitüm miktarının tayini aşağıdaki amaçlar için yapılır;

-İmalat sırasında, karışımdaki bitümün dizayn değerine uygun verilip verilmediğini belirlemek,

-Karışımdaki agrega gradasyonunu belirlemek,

-Bozulmuş kaplamalardan alınan karotlar üzerinde, bitüm miktarı ve gradasyon belirleyerek, kaplamanın muhtemel bozulma sebeplerini araştırmak.

Karışımdan ya da kaplamadan alınan numune, spatula veya küçük bir kürek ile ayrıştırılabilecek kadar yumuşak değilse bir tepsiye konarak yumuşaması için $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ etüvde bekletilir.

Santrifüjlü ya da ısıtıcı cam ekstraktör aleti kullanılarak deney yapılabilir. Santrifüjlü ekstraktör ile deney daha kısa zamanda bitmekte ancak filler kaybı yüksek olmaktadır. Isıtıcı cam ekstraktör ile deney yaklaşık 2-4 saat sürmekte ancak filler kaybı daha az olmaktadır.

Ayrıca, Asfalt analizatör cihazı ile TS EN 12697-1 deney standardına göre bitüm miktarı, hiç filler kaybı olmadan belirlenebilmekte ve deneyden çıkan bitüm-etilen karışımı alınarak, Döner Buharlaştırıcı aleti kullanılarak TS EN 12697-3 deney standardına göre bitümlü bağlayıcı geri kazanılmakta ve üzerinde istenilen deneyler yapılabilmektedir.

Bitüm yüzdesi tayini deneyinin, yaygın olarak kullanılan cam ekstraktör ile yapılışı aşağıda özetlenmiştir.

Karışımın D_{maks} 'na göre uygun miktarda malzeme filtre kağıdı yerleştirilmiş tel sepet içine konulur. Cam silindire ayrıştırıcı, trikloretilen, seviyesi tel sepetin koni ucundan aşağıda olacak miktarda konulur. Tel sepet cam silindire yerleştirilir. Yoğunlaştırıcı cam silindirin üzerine yerleştirilir ve yoğunlaştırıcı içinden sürekli soğuk su geçmesi sağlanır. Cam silindirin altında bulunan ısıtıcının sıcaklığı, ayrıştırıcı yavaşça kaynayacak ve yoğunlaştırıcıdan sepet içine düzenli bir akış sağlanacak şekilde ayarlanır. Etilen kaynamaya başladığında buharlaşan kısmı üsteki soğuk yoğunlaştırıcıya çarparak yoğunlaşır ve karışımın üstüne damlamaya başlar ve karışımın içindeki bitümü ayrıştırır. Sepetin alt konik ucundan etilenin rengi, açık kehribar, görünene kadar işleme devam edilir. Daha sonra bitümü alınmış agrega tel sepetten çıkartılarak etileni uçması için oda sıcaklığında bir süre bekletildikten sonra $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulur. Daha sonra karışım ve agrega ağırlığında, bitüm miktarı hesaplanır. Gradasyonun belirlenmesi isteniyorsa, deneyden çıkan agreganın elek analizi yapılır. Agregayı yıkama sırasında, ince danelerin yüzmemesi için, bir miktar, çok köpürme oluşturmayacak, sıvı bulaşık deterjanı kullanılır.

Bitüm yüzdesi tayini sırasında, karışımdaki bir miktar filler malzemesi etilen ve bitümle birlikte filtre kağıdından süzülür. Bu nedenle, bitüm miktarı ve agrega gradasyonu hesaplanırken filler kaybının dikkate alınması gerekir, Filler kaybı her farklı karışım , filtre kağıdı ve ekstraktör için önceden belirlenmelidir.

8-SATHİ KAPLAMA DİZAYNI

Sathi kaplama dizaynında Shell metodu kullanılmaktadır. Dizaynda, kullanılacak agreganın gradasyonu ve yassılık indeksi belirlendikten sonra trafik hacmi, iklim tipi, mıcır tipi (kübik, yassı, yuvarlak gibi) mevcut satih durumu dikkate alınarak tablolar ve abaklar yardımı ile m²'ye verilecek bitümlü bağlayıcı ve mıcır miktarı bulunur.

9-TAŞ MASTIK ASFALT (SMA) KARIŞIMI

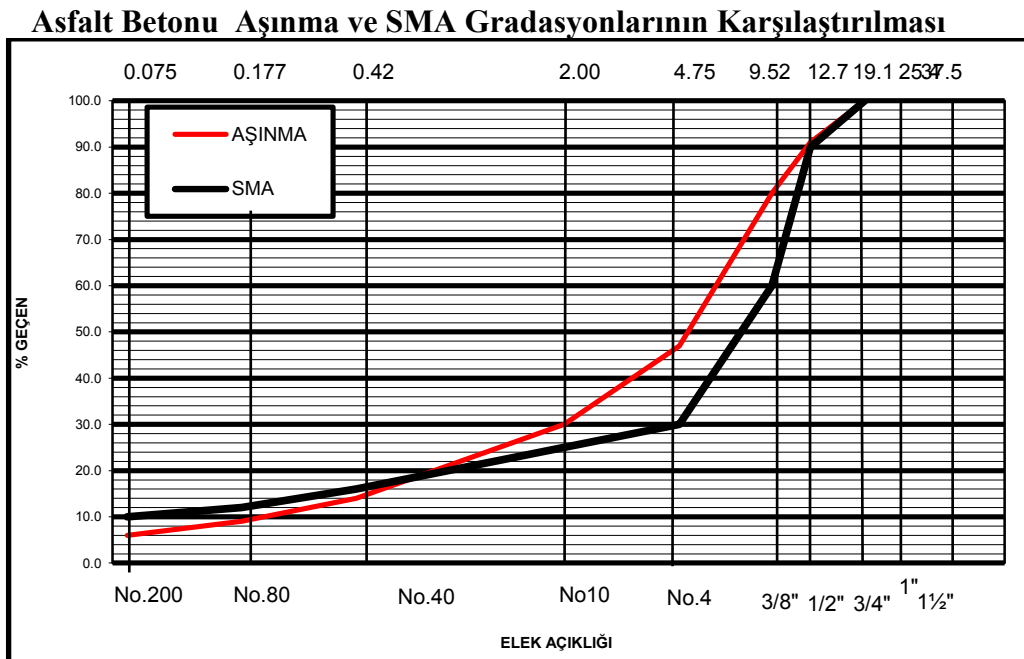
Taş Mastik Asphalt (SMA) 1960'lı yılların sonunda Almanya'da çivili kar lastiklerinin oluşturduğu plastik deformasyonlara karşı koymak amacıyla geliştirilmiş bir karışım tipidir. Bugün SMA Avrupa ülkeleri ile Japonya ve ABD'de de kullanılmaktadır.

SMA, iri agregadan oluşmuş bir iskelet ile boşlukları dolduran ince agrega filler-bitüm harcının (mastik harç) karışımıdır. Kaba agrega yüksek dane teması ve iç kenetlenme ile trafik yüklerini taşır. Mastik harç ise boşlukları doldurarak yüksek bitüm oranı nedeniyle durabiliteyi artırır. SMA karışımına, bitüm oranı yüksek olduğundan, bitüm ve bitüm+fillerin karışımından süzülmesini önlemek için, elyaf ilave edilir. SMA yapımında fiber kullanımı bitüm miktarını artırmakta, durabiliteyi yükseltmekte ve plastik deformasyonlara karşı dayanımı artırmaktadır.

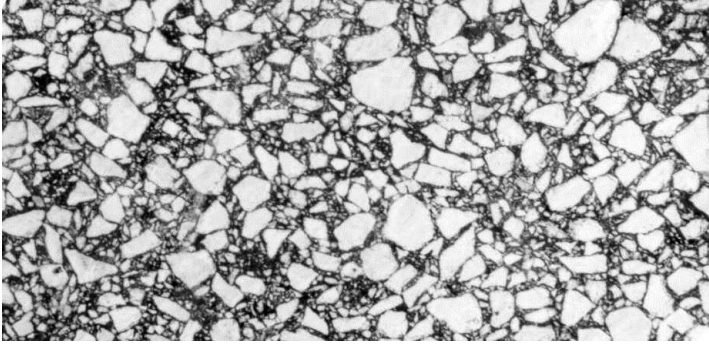
SMA yapımının amaçları:

- yüksek hava sıcaklıkları ve ağır dingil yükleri nedeniyle oluşan tekerlek izinde oluklaşma şeklindeki plastik deformasyonlara karşı dayanımı artırmak,
- düşük sıcaklıklı çatlaklarını geciktirmek,
- agrega soyulmasına önlemek
- kesikli gradasyon nedeniyle ,yüzey pürüzlülüğünü artırmak, olarak sayılabilir.

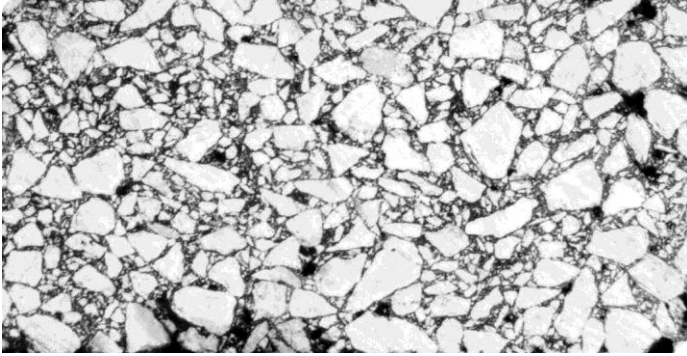
SMA yapımında modifiye bitüm kullanıldığında özellikleri daha da artırılmış olur.



AŞINMA



SMA



SMA Yüzey Dokusu



10-KARIŞIMIN ŞANTIYEDE UYGULANMASI VE İŞYERİ KARIŞIM FORMÜLÜNÜN (İKF) HAZIRLANMASI

Konkasörde üretilen her boyut agregadan günlük olarak numuneler alınarak yaş elek analizi ile gradasyon belirlenir. Plentte karışım üretilmeye başlandığında plent ayarlarını yapabilmek için, soğuk silolardan numuneler alınarak gerekli oranların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. Sıcak silolardan numune alınarak gradasyon belirlenir ve sıcak silo oranları hesaplanır. Karışım dizaynında verilen oranlar soğuk silo oranlarıdır.

İşyeri karışım formülü, laboratuvar karışım dizaynına göre plentin ayarlanmasından sonra üretilen karışımın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve sıkışma kontrolüne esas olarak yoğunluğunun tespitini kapsar. İKF hazırlanmasının aşamaları aşağıda verilmektedir.

BSK İşyeri Karışım Formülünün (İKF) Belirlenmesi

- Dizayn raporunda belirlenen karışım oranlarına göre soğuk silo ayarları yapılır.
- Soğuk silolardan ve banttan numuneler alınarak, gradasyona bakılır.
- Sıcak silolardan numuneler alınarak dizayn karışım gradasyonuna uygun sıcak silo karışım oranları belirlenir.
- Dizayn raporunda belirtilen optimum Bitüm ile karışım hazırlanır.
- Karışımdan numune alınarak 6 adet Marshall briketi hazırlanır.
- Briketler üzerinde Hacim Özgül Ağırlık (Dp) ve Stabilite, Akma deneyleri yapılır.
- Hazırlanan 6 adet briketin yoğunluklarının (Dp) ortalaması alınır. Her bir briketin yoğunluğu, ortalama yoğunluktan ± 0.015 farklı ise bu değerler atılarak ortalama yoğunluk (Dp) hesaplanır. Atılan değer 2'den fazla ise tekrar 6 briket hazırlanır.
- Briketlerin, boşluk (Vh), agregalar arası boşluk (VMA), asfaltla dolu boşluk (Vf) değerleri hesaplanır.
- Stabilite, Akma, Vh, VMA ve Vf değerlerinin şartnamede belirtilen dizayn kriterlerine uygun olması gerekir (Değil ise, sebep araştırılır, gerekli ise dizayn yenilenir).

- Briketleri Dp ortalamaları alınarak işyeri karışım yoğunluğu belirlenir. Bu değer

sıkışma kontrolünde kullanılır (Sıkışma %'si = $\frac{Dp_{arazi}}{Dp_{İKF}} \times 100$).

11-KARIŞIMIN UYGUNLUĞUNUN VE YAPIMININ KONTROLU

BSK yapımında, üretilen agreganın günlük olarak gradasyon kontrolü, gerek duyulduğunda agreganın Aşınma, donma, özgül ağırlık ve absorpsiyon, yassılık, kil toprakları ve ufalanabilir dane, metilen mavisi, likit limit, plastik limit değerlerine bakılmalıdır. Bu değerlerdeki değişimler karışım dizayn değerlerini az, bazı hallerde çok fazla etkileyebilir. Dizayn tekrarı gerekebilir. BSK imalatının ve yapımının kontrolü ile ilgili tablo aşağıda verilmektedir.

BSK(Bitümlü Sıcak Karışım) Kalite Kontrolü

Amacı	Deney Adı		Sıklığı, kriteri	Değerlendirme
Malzeme hazırlanması sırasında gradasyon tespiti	Elek analizi	Kaba	Max. 200 m ³ 'de Max. 300 m ³ 'de (BT)	10 adet elek analizi ortalamasına göre dizayn gradasyonu hazırlanır.
		İnce	Max.100 m ³ 'de (A+B+BT)	
Konkasör kırımını kontrol etmek	Elek analizi		Min. 400 m ³ 'de bir Min. 500 m ³ 'de bir(BT)	Dizayn ile karşılaştırılır.
Sıcak silo gradasyon kontrolü	Elek analizi		Her gün bir kez	Gradasyon, Sıcak silo oranları ve karışım gradasyonunun IKF'ne uygun olup olmadığına bakılır.
Karışımın fiziksel özelliklerinin kontrolü	Briket hazırlama,Dp, Stabilite, Akma deneyleri ve Vh, Vf, VMA hesapları		Min. günde iki kez	Sonuçların dizayn ve şartnameye uygun olup olmadığına bakılır.
Segregasyon olup olmadığının tespiti	Finişer arkasından serimden sonra numune alınarak bitüm %'si tayini ve çıkan agreganın elek analizi		Min. günde iki kez.	Karışım gradasyonuna uygun olup olmadığı belirlenir.
Tabakanın sıkışma kontrolü	Karot alımı		Min.250 t'da bir min. 500 t'da bir. (BT)	Sıkışmanın yeterli olup olmadığı belirlenir.
Kalınlık kontrolü	Sıkışma için alınan karot numuneleri kullanılır.			Üstyapı projesinde verilen kalınlığının ± 0.1h toleranslarında olmalı
Karıştırma sıcaklıkları Normal bitüm için	40/60, 50/70 70/100		Bitüm 145-160°C Agrega 150-165°C 140-155°C 145-160°C	
Karışım sıcaklığı	Hava Sıcaklığı (Gölgede) 5-15 °C 15-35 °C > 35 °C		Karışım Sıcaklığı Min. 155 °C Max 160 °C Min. 145 °C Max 160 °C Min. 140 °C Max 160 °C	
Sıkıştırma sıcaklığı	İlk silindiraj >130°C -- Son silindiraj >80°C			

Proje Adı : Ankara-Polatlı-Sivrihisar (2. Kısım) Yolu
Kontrol Kesim No : 200 - 12
Kaplama Cinsi : Bitür
Mevcut Sathın Cinsi : B. Temel

Projeye Göre Km : 70+350
Altgoçit kavşak kotu
Şerit :

BITÜMLÜ BAĞLAYICILAR													
		Astar			Yapıdırma			Kartuşında kullanılan bitümlü bağlayıcı					
Cinsi					CRS-1			Sınıfı		AC 60 / 70			
Özgül Ağı (25 °C/25 °C)					1,000			Penetrasyon		62			
Miktarı		Tesbit edilen			0,300								
L / M2		Dökülen			0,300								
Uygulama Sıcaklığı					50-80 °C			Özgül Ağırlığı		1,023			
Kür Süresi					2-3,5 saat			(25 °C/25 °C)					
İŞYERİ KARIŞIM FORMÜLÜ	Optimum bitür (100 e)			4,15			AGREGA			SOĞUK SİLO BESLEMİ			
	Stabilite (Marshall), kg			1086			Çekek Adı		Temelli		Malzeme		Oran
	Yoğunluk, Ton / m3, (Lab. Dp.)			2,411			Kaba Agr. Öz. Ağ.		2,673		1 - 1 / 2		% 32
	Boşluk, %			4,5			İnce Agr. Öz. Ağ.		2,660		1 / 2 - No.4		% 25
	Asfaltla dolu boşluk %			67,0			Filler Özgül Ağ.		2,720		No.4 - 0		% 43
Akma			3,1			Kaba Agr. Su. Abs. %							
GRADASYON	SICAK SİLO	No	%	37,5 mm (1 1/2")	25mm (1")	9mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5mm (3/8")	4,75 mm (No:4)	2,0 mm (No:10)	0,425 mm (No:40)	0,180 mm (No:80)	0,075 mm (No:200)
		1	10		100	44,8	3,7	1,8	0,0				
		2	23			100	31,7	4,9	1,7	0,0	0,0		
		3	29				100	83,3	31,5	1,9	0,0	0	0
		4	35						100	68,5	20,7	12,9	5,7
		Filler	3								100	97,0	83,0
		Hesap			100,0	94,5	74,7	63,5	47,6	27,5	10,2	7,4	4,5
		Harman			100,0	93,8	75,6	63,6	45,0	30,0	12,0	6,5	4,1
		Düzen			100	94,1	75,2	65,6	45,3	29,7	10,0	7,4	4,2
Malzeme Sıcaklığı	Saat	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00		
	Agrega	162	162	162	164	164	165	165	163	164	164		
	Bitür	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		
	Karışım	156	156	156	157	157	158	158	157	157	157		
KARIŞIM NUMUNESİ	Marshall Briketi	No	Alındığı Saat	Sıcaklığı °C	Pratik Yog. (Dp.)	Teorik Öz. Ağ.	Boşluk %	Ast.Dolu Boşluk %	Stabilite	Akma	VMA		
		1	10,00	155	2,411	2,532	4,8	64,1	1 167	3,1	13,3		
	2	"	"	2,416	2,532	4,6	65,1	1 200	3,1	13,1			
	F/B = 1,09	Bit. Miktarı (100' e)	37,5 mm	25 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,0 mm	0,425 mm	0,180 mm	0,075 mm	
4,04		100	94,2	74,8	66,5	46,8	31	10,7	7,6	4,4			
Hava Sıcaklığı °C		Silindirin Cinsi ve ağırlığı					Bağlama - Bitiş Sıcaklığı °C		Gönlük Kaplama Unanlığı, m		Gönlük İmalat Ton		
Sabah 10	Öğleden sonra 25	Demir - Lastik : 12 - 18 Ton					130 - 90		0		1,414,940		
KAPLAMADAN ALINAN NUMUNE		Şerit - Km	Alındığı Saat	Proje Kalınlığı (mm)	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (Yol Dp.)	Sıkıştırma % Yol Dp. Lab. Dp.		Boşluk %				
		SAĞ	7:15	80,0	82,5	2,358	97,8						
		"	7:20	80,0	80,2	2,356	97,7						
		EKS	7:25	80,0	83,6	2,390	99,1						
		"	7:30	80,0	82,9	2,398	99,5						

12-ŞARTNAMELER

Yollar Fenni Şartnamesinin bitümlü kaplamalarla ilgili bölümlerinde yer alan kriterler aşağıdaki tablolarda verilmektedir.

► GRADASYON LİMİTLERİ

Bitümlü sıcak karışım yapımında kullanılacak ,mineral agrega ,kaba,ince,mineral filler olmak üzere en az üç, TMA için dört, ayrı dane boyutu grubunun belli oranlarda karıştırılmasından oluşturulacaktır.

ELEK AÇIKLIĞI		K A R I Ş I M T I P I (% geçen)					
İnch	mm	B.TEML-A	B.TEML-B	BİNDER	AŞINMA	SMA 12,5/0	SMA 9,5/0
1 1/2"	37,5	100	100				
1"	25,4	72-100	80-100	100			
3/4"	19,1	60-90	70-90±5	80-100±4	100	100	
1/2"	12,7	50-78	61-81±5	58-80±4	83-100	90-100±4	100
3/8"	9,52	43-70	55-75±5	48-70±4	70-90	50-75±4	90-100
No.4	4,76	30-55	42-62±5	30-52±4	40-55	25-40±3	25-45
No.10	2,00	18-42	30-47±3	20-40±3	25-38	20-30±3	20-30
No.40	0,42	6-21	15-26±3	8-22±3	10-20	12-22±3	12-22
No.80	0,18	2-13	7-17±3	5-14±3	6-15	9-17±3	9-17
No.200	0,074	0-7	1-8±2	2-8±2	4-10	8-14±2	8-14

ELEK AÇIKLIĞI		SATHİ KAPLAMA (% geçen)									
		TEK TABAKA					ÇİFT TABAKA				
inch	mm	A Tipi	TİP-1	TİP-2	TİP-3	TİP-4	TİP-1		TİP-2		
								1.tabk.	2.tabk.	1.tabk.	2.tabk.
1"	25,4	100	100				100				
3/4"	19,1	0-30	90-100	100			90-100		100		
1/2"	12,7	0-10	0-30	90-100			0-30	100	90-100		
3/8"	9,52		0-10	0-35	100	100	0-10	90-100	0-35	100	
1/4"	6,30									90-100	
No.4	4,76	0-2	0-5	0-5	75-100	85-100	0-5	0-35	0-5	60-85	
No.10	2,00				0-10	0-30		0-10		0-25	
No.200	0,074				0-2	0-5		0-2		0-2	

► AGREGA ÖZELLİKLERİ

AGREGA DENEYLERİ	AŞINMA	BİNDER	B.TEMEL	S.KAPLM	SMA
AŞINMA, maks %	30	35	35	30	25
SAĞLAMLIK,(MgSO ₄) maks %	16	18	18	18	14
SOYULMA MUKAVEMETİ, min %	50	50	50	50	60
YAPIŞMA, maks %	-	-	-	12	
CİLALANMA DEĞERİ, min	50	-	-	50	50
KIRILMIŞLIK,min %	100	100	100	80	
YASSILIK İNDEKSİ, maks %	30	35	35	25	25
SU ABSORPSİYONU,maks %	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0
METİLEN MAVİSİ, maks %	1,5	1,5	2,0	2,0	1,5
KİL TOPAKLARI VE UFALANABİLİR DANE maks, %	0,5	0,5	1,0	0,5	bulunmayacak

► DİZAYN KRİTERLERİ

	AŞINMA		BİNDER		BİTÜMLÜ TEMEL		SMA	
	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.
DARBE SAYISI	75		75		75		50	
STABİLİTE,Kg	900	-	750	-	600	-	750	-
AKMA,mm	2	4	2	4	2	5	2	4
BOŞLUK,%	3	5	4	6	4	7	2 3*	4 4*
ASF.DOLU BOŞLUK,%	65	75	60	75	55	70		
Filler/Bitüm Oranı		1,5	-	1,4	-	-		
ASFALT ÇİMENTOSU,%	4,0	7,0	3,5	6,5	3	5,5		
VMA	14	-	13	-	12	-	16 Tip1 17 Tip2	- -
Elyaf miktarı, %							0,3	1,5
Bitüm süzülme, %								0,3
Rut derinliği (30000 devir, 60°C'de),%								6

► SIKIŞMA ve KALINLIK KRİTERLERİ

		SIKIŞMA	KALINLIK	Hava Boşluğu	Bitüm Toleransı
BİTÜMLÜ TEMEL VE BİNDER	Tek değer	96	±0,1h	ort. maks.%7,5	±%0,3
	Ortalama	98	h- h+0,1h	ort. maks.%7	
AŞINMA	Tek değer	97	±0,1h	maks.%6	
	Ortalama	98	h- h+0,1h		
SMA	Ortalama	97	h- h+0,1h	maks.%6	

TABLO 1-YOL YAPIMINDA KULLANILAN KAPLAMA SINIFI BİTÜMLERİN ÖZELLİKLERİ
(TS EN 12591)

SIRA NO	DENEY ADI	STANDARDI	BİTÜM SINIFLARI				
			B 40/60	B 50/70	B 70/100	B 100/150	B 160/220
1	PENETRASYON, (25°C) 0,1mm	TS 118 EN 1426	40-60	50-70	70-100	100-150	160-220
2	YUMUŞAMA NOKTASI, °C	TS 120 EN 1427	48-56	46-54	43-51	39-47	35-43
3	FRAASS KIRILMA NOKTASI ^a , °C maks.	TS EN 12593	-7	-8	-10	-12	-15
4	<i>İNCE FİLM HALİNDE ISITMA DENEYİ</i> <i>(163 °C'de,5 saat)</i>	TS EN 12607-2					
4,1	KÜTLE DEĞİŞİMİ, % maks.		0,5	0,5	0,8	0,8	1,0
4,2	KALICI PENETRASYON, % min.	TS 118 EN 1426	50	50	46	43	37
4,3	YUMUŞAMA NOKTASI, °C min.	TS 120 EN 1427	49	48	45	41	37
4,4	YUMUŞAMA NOKTASI YÜKSELMESİ, °C maks.		9	9	9	10	11
5	PARLAMA NOKTASI, °C min.	TS EN ISO 2592	230	230	230	230	220
6	ÇÖZÜNÜRLÜK, % min.	TS 1090 EN 12592	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
7	PARAFİN MUMU İÇERİĞİ ^b , % maks.	TS EN 12606-1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
		TS EN 12606-2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

^a Soğuk bölgelerde kullanılacak bitümlere yapılacaktır.

^b Gerek duyulduğunda yapılacaktır.

Tablo-2. Yol Üst Yapılarında Kullanılan Katyonik Asfalt Emülsiyonları İçin Özellikler. (TS - 1082)

Tipler		Çabuk Kesilen				Orta Hızda Kesilen				Yavaş Kesilen			
Türler		CRS —1		CRS — 2		CMS — 2		CMS — 2h		CSS — 1		CSS — 1h	
	TS No:	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Emülsiyonlar Üzerindeki Deneyler													
Saybolt Furol viskozitesi, 25 °C da, sn.	TS 117	—	—	—	—	—	—	—	—	20	100	20	100
Saybolt Furol viskozitesi, 50 °C da, sn.	TS 117	20	100	100	400	50	450	50	450	—	—	—	—
Çökme (a), 5 gün %	TS 132	—	5	—	5	—	5	—	5	—	5	—	5
Depolanma stabilitesi deneyi (b), 1 gün, %	TS 132	—	1	—	1	—	1	—	1	—	1	—	1
Emülsiyon kesilmesi (c), 35 ml. 0.8 %													
Sodyumdioktilsulfosuksinat, %		40	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Örtme kabiliyeti ve suya karşı direnç:	TS 132												
Örtme (kuru agrega ile)						iyi		iyi					
Su püskürtmesinden sonra						orta		orta					
Örtme (yaş agrega ile)						orta		orta					
Su püskürtmesinden sonra						orta		orta					
Partikül yükü deneyi	TS 132	Pozitif		Pozitif		Pozitif		Pozitif		Pozitif		Pozitif	
Elek deneyi, %	TS 132	—	0,10	—	0,10	—	0,10	—	0,10	—	0,10	—	0,10
Çimento ile karıştırma deneyi, %	TS 132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	—	2,0
pH		—	—	—	—	—	6,5	—	6,5	—	6,5	—	6,5
Destilasyon:	TS 132												
Yağ destilatı, emülsiyonun hacmen %si olarak		—	3	—	3	—	12	—	12	—	—	—	—
Kalıntı, %		60	—	65	—	65	—	65	—	57	—	57	—
Destilasyon Kalıntısı Üzerindeki Deneyler													
Penetrasyon, 25 °C da, 100 g 5 sn.	TS 118 EN 1426	100	200	100	200	100	200	40	90	100	200	40	90
Duktilite , 25 °C da, 5 cm/dak, cm.	TS 119	40	—	40	—	40	—	40	—	40	—	40	—
Trikloretilende çözünürlük, %	TS 1090	98	—	98	—	97,5	—	97,5	—	97,5	—	97,5	—
Kül, %	TS 135	—	—	—	—	—	2,0	—	2,0	—	2,0	—	2,0

Not: a) Şayet asfalt emülsiyonu satın alındıktan sonra 5 günden daha kısa bir süre içerisinde kullanılacak ise çökme deneyinin yapılmasından vazgeçilebilir. Ancak alıcı, malzemenin satın alındığı zamandan başlayacak ve kullanılacağı güne kadar devam edecek bir çökme deneyinin yapılmasını isteyebilir.
b) 24 saatlik (1 günlük) depolanma stabilitesi deneyi 5 günlük çökme deneyi yerine kullanılabilir.
c) Emülsiyonun kesilmesi deneyi, malzemenin sevk tarihinden itibaren 30 gün içerisinde yapılmalıdır.

Tablo-3. Yol Üst Yapılarında Kullanılan Orta Hızda Kür Olan Sıvı Asfaltlar İçin Özellikler (TS - 1083)

Tipler	TS No:	MC — 30		MC — 70		MC — 250		MC — 800		MC — 3000	
		Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Saybolt - Furol viskozitesi :	TS 117										
25 °C da, sn		75	150	—	—	—	—	—	—	—	—
50 °C da, sn		—	—	60	120	—	—	—	—	—	—
60 °C da, sn		—	—	—	—	125	250	—	—	—	—
82.2 °C da, sn		—	—	—	—	—	—	100	200	300	600
Kinematik viskozite, 60 °C da, cSt.	TS 1093	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Parlama noktası, °C (Tagliabue açık kabı)	TS 1080	38	—	38	—	66	—	60	—	66	—
Destilasyon	TS 122										
360 °C a kadar toplu destilatın hacim olarak % si											
225 °C a kadar		—	25	—	20	—	10	—	—	—	—
260 °C a kadar		40	70	20	60	15	55	—	35	—	15
316 °C a kadar		75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
360 °C daki destilasyon kalıntısı, hacim olarak %		50	—	55	—	67	—	75	—	80	—
Destilasyon kalıntısı üzerindeki deneyler :											
Penetrasyon , 25 °C da 100 g, 5 sn.	TS 118 EN 1426	120	250	120	250	120	250	120	250	120	250
Duktilite , 25 °C da 5 cm/dak, cm.	TS 119	100	—	100	—	100	—	100	—	100	—
Trikloretilende çözünürlük, ağırlıkça %	TS 1090	99,0	—	99,0	—	99,0	—	99,0	—	99,0	—
Su, %	TS 124	—	0,2	—	0,2	—	0,2	—	0,2	—	0,2
Not : Kalıntının 25 °C daki duktilitesi 100 den daha küçük ise kalıntının 15,6 °C daki duktilitesi tayin edilir. 15,6 °C daki duktilite değeri 100 den daha büyük çıkarsa malzemenin standarda uygun olduğu kabul edilir.											

