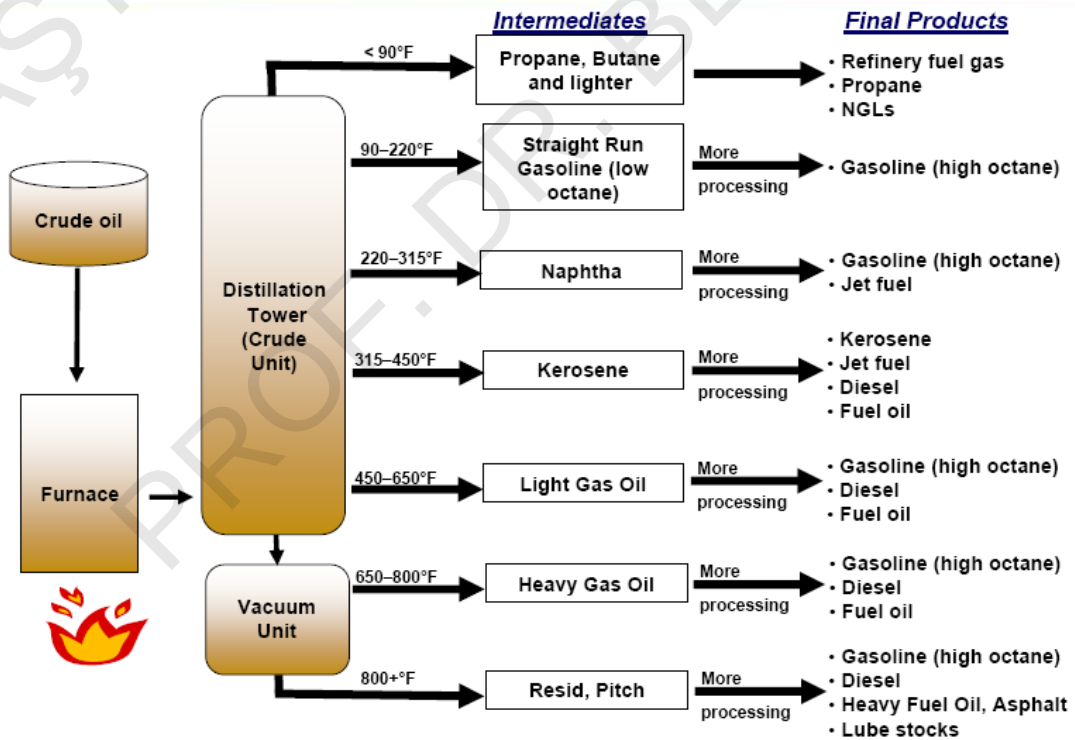


ULAŞTIRMA LAB.

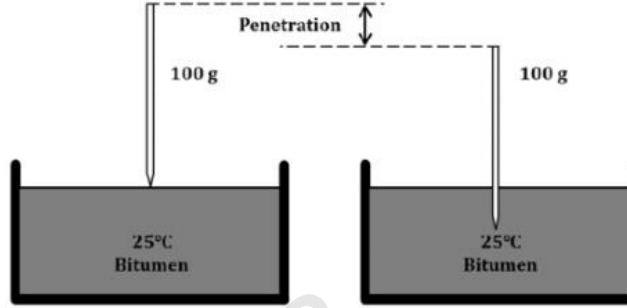
- Bitüm (Asfalt)
 - Siyah, yapışkan, su geçirmez
 - Petrolün rafineriden işlenmesinden sonra en altta kalan malzemedir
 - Çoğunlukla yol kaplamalarında ve yalıtım (çatılarda, bina temellerinde) endüstrisinde kullanılır
 - Termoplastik bir malzemedir.
 - Yol kaplamalarında sıvı halde kullanılır (Isıtılarak, çeşitli solventler katılıp inceltiirerek veya emülsiyon haline getirilerek)
 - Yol kaplamalarında tüm iklim koşullarında ve yük şartlarında uygulanabilir
 - Eğer gerekli ise polimer katkıları ile modifiye edilerek özellikleri iyileştirilebilir.

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



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 kıvamlılıkla ters orantılıdır. Penetrasyon yükseldikçe bitüm yumuşar. Kıvamlılık artıkça bitüm sertleşir.



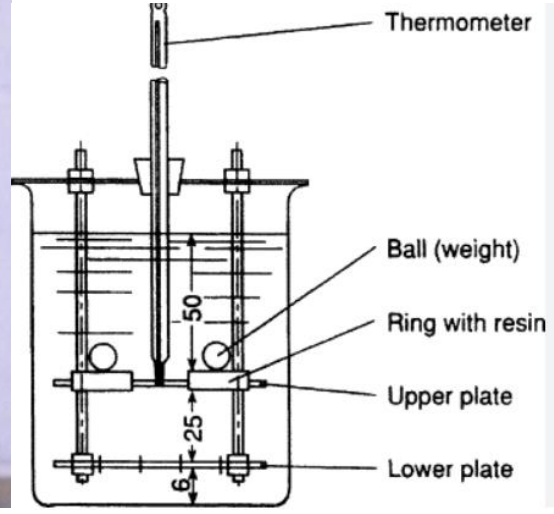
Standart bir iğnenin belirli bir belirli bir yük altında ve belirli bir süre içinde asfalt numunesi içerisine dikey olarak batma mesafesidir. Deney sırasında numunenin sıcaklığı sabit tutulur. Deney şartlarının belirtmediği durumlarda ağırlık 100 gram sıcaklık 25 °C ve zaman 5 saniye olarak alınacaktır. Penetrasyon birimi santimetrenin yüzde biridir. Aletin göstergesindeki her bir bölüm 0,1 mm yi gösterir.

Penetrasyon Sınıfları:

- 50 - 70
- 70 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200

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.



Soyulma Denevi (Nicholson Yöntemi)

Bitümlü kaplamalarda kullanılan agregalar bitüm ile kaplandıklarında, su etkisi ile soyulma (asfaltın agregaya yüzeyinden ayrılması) göstermemelidir. Soyulma dayanımı düşük agregalar bitüme özel katkı maddeleri ilave edilerek kullanılabilir.

Soyulma deneyinde, su ve sıcaklık etkisiyle agregaya bitüm adezyonundaki azalma belirlenir. Soyulma miktarı, kullanılan agregaya 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 agregaya 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.

Su ve trafik etkilerine karşı bir dayanıklılık deneyidir. Bazı asfalt karışımlarda, suyun etkisiyle agregaya ile asfalt arasındaki bağlar kaybolur ve böylece kaplama bozulur. Bunun önüne geçebilmek için bu bağın kaybolmasını yani soyulmayı önleyecek bir takım katkı malzemeleri kullanılır asfaltın agregaya daha iyi yapışması sağlanır.

Deneyin Yapılışı

Kırılmış agregaya numunesinin 9,5-6,3 mm'lik elekler arasında kalana kısmından 200 gr numune alınarak iyice yıkanır. Saf su ile birkaç defa çalkalandıktan sonra 110 °C lik etüvde kurutulur. Yıkanmış kurumuş malzemeden 100 ± 5 gram numune beher içine konur tartılır ve ısıtmak üzere 1 saat 140-150 oC derecede bekletilir.

Diğer taraftan micir numunesi hangi tip bitümle kaplamada kullanılacaksa o kaplamada kullanılacak bitümlü bağlayıcıdan 5. ± 0,1 gram 250 cm³ lük bir beher içine tartılır bitümlü bağlayıcı ihtiva eden beher bir kum banyosuna yerleştirilir. bitümlü bağlayıcı eriyince etüvde ısıtılmış micir derhal behere dökülür ve cam bagetle bitüm micir danelerinin üzeri homojen bir bitüm filmi ile kaplanıncaya kadar,

kum banyosu üzerinde iyice karıştırılır. beherdeki karışım 10 cm çapında iki petri kabına eşit miktarda aktarılır. ve kaplanmış micirlerin üzeri çok hafif darbelerle düzeltilir. 10 dakika laboratuvar sıcaklığında bekletilir. Sonra petri kapları saf su ile dolu derin bir tepsi içerisine batacak ve petri kapların üzeride en az 3 cm su olacak şekilde yerleştirilir. 24 saat sureyle bekletmek üzere 60 oC'lik etüve konur. Bu sürenin sonunda petri kapları dışarı alınır. Suyu değiştirilir.

Deney sonunda tüm agrega tanelerinin yüzeylerinin bütün yüzeye oranı, soyulmaya karşı dayanıklılık olarak verilir.

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 (15-74oC aralığı için) ile belirlenmektedir.



Bitümlü malzeme uygun bir akıcılığa kadar (150-170 °C) ısıtıldıktan sonra, kap yüzeyinde hava kabarcıkları görülmeyecek şekilde kabın düşey çizgisine kadar doldurulur.

Deney alevciğinin çapı 4 mm olmalıdır. Deney başlangıcında uygulanan sıcaklığın hızı, parlama noktasına yaklaşıncaya kadar dakikada 14-17 °C olmalıdır.

Parlama noktasına 28°C yaklaşıldığı andan başlayarak termometrenin her 3 °C yükselişinin ardından deney alevciği numunenin üstünden bir kes geçirilir.

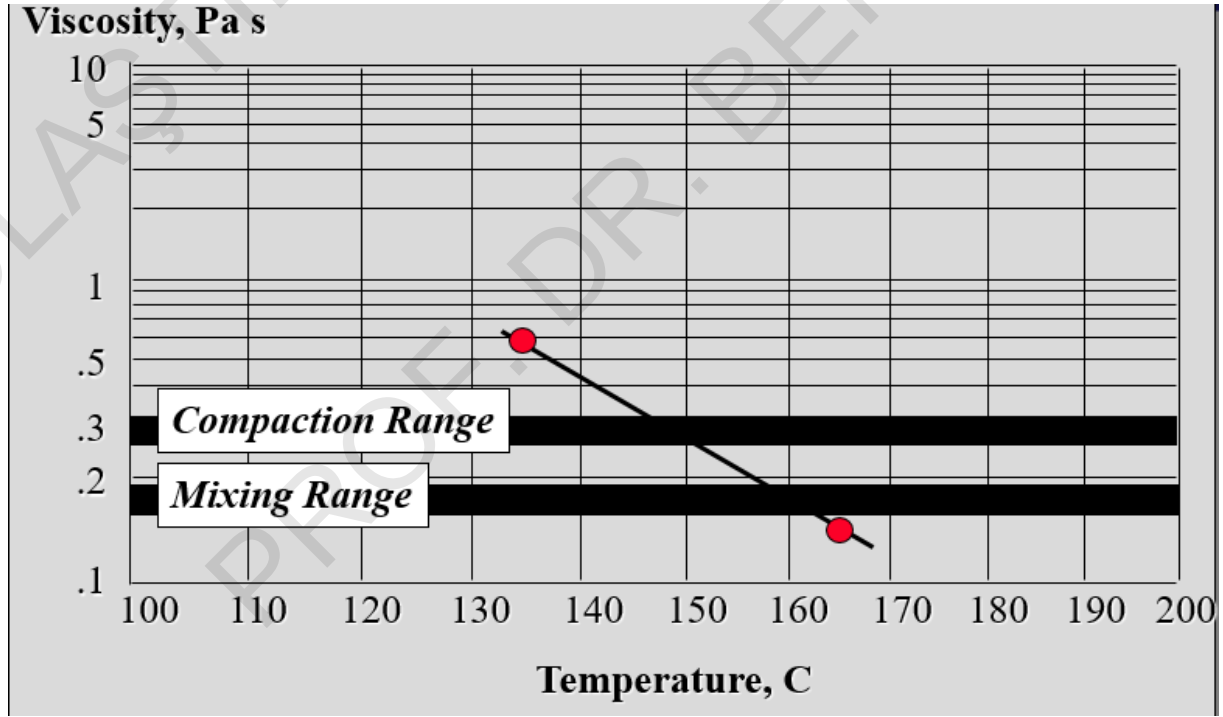
Alev kabın üzerinde yaklaşık bir saniye içinde geçmelidir. Numune yüzünün herhangi bir noktasında, parlama görüldüğü anda termometrede okunan sıcaklık parlama noktası olarak kaydedilir. Bazı durumlarda deney alevciğinin çevresinde oluşan mavimsi alev gerçek parlama ile karıştırmamak gerekir.

Parlama noktası tespit edildikten sonra ısıtmaya aynı hızla devam edilir. Alev temasında numune, 5 saniyeden fazla süre ile yandığı anda termometreden okunan sıcaklık yanma noktası olarak kaydedilir.

Dönel Viskozite Denevi

Asfalt sektöründe genellikle bitümün farklı sıcaklıklardaki viskozitesini bulmak için kullanılır. Viskozite deneyinin amacı, asfaltın uygulama sırasında ısıtıldıkları sıcaklık sınırları içerisinde akma özelliğini tayin etmektir. Asfalt çimentolarının, 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.

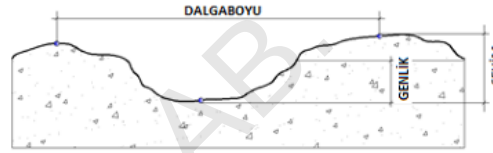
Viskozite asfaltın kıvamlılığı ile ilgili ve akmaya karşı olan direncinin bir ölçüsüdür. Kıvamlılık artıka, yani asfalt yarı – katı hale yaklaştıkça viskozite değeri yükselir.



Yol Pürüzlülüğü (Makro ve Mikropürüzlülük)

Kayma direnci, yol yüzeyi ile lastik arasında gelişen kaymaya karşı oluşan sürtünmedir. Sürtünme direnci kaplama yüzey dokusu ile yakından ilişkilidir. Kayma direnci suyun etkisi ile azalır. Ayrıca hidroplaning ve yolda bulunan çamur v.b. malzemeler ile oldukça düşer. Yetersiz kayma direnci kazaların artmasına neden olabilir.

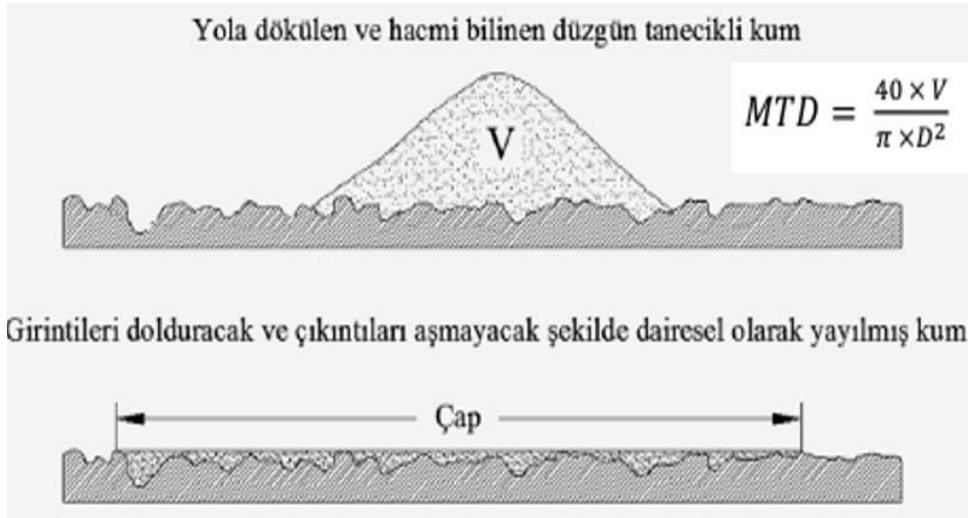
Yol yüzey dokusu, yatay bir düzlemsel yüzeyden olan sapmalar olarak ifade edilmektedir. Makrodoku, dalga boyu 0,5 ve 50 mm ve genişliği 0,1 ve 20 mm arasında değişen girinti ve çıkıntılar, mikro doku ise dalga boyu 0,5 mm' den küçük ve genişliği 0,001 ve 0,5 mm arasında değişen girinti ve çıkıntılar olarak tanımlanmaktadır. Doku dalga boyu ise yüzey düzlemi boyunca periyodik olarak tekrar eden eğri parçaları arasındaki en kısa mesafe olarak tanımlanmaktadır. Kaplama mikro ve makro dokusu kaplamanın sürtünme direncini etkilemektedir. Düşük taşıt hızında sürtünme direnci genellikle yol yüzeyi mikro dokusu ile ilgilidir. Yüksek taşıt hızlarında ise tekerlek lastiği ile yol yüzeyi arasındaki su filminin azalması ile yol yüzeyindeki suyun drene olması daha önemli olmaya başlar. Suyun iyi bir şekilde drenajını sağlayan yol yüzey özelliği makro dokudur.



Yüzey özelliği	Doku türü	Dalga boyu (λ)
Yol yüzey dokusu	Mikro doku	$\lambda < 0,5\text{mm}$.
	Makro doku	$0,5\text{ mm.} < \lambda < 50\text{ mm}$
	Mega doku	$50\text{mm.} < \lambda < 500\text{ mm}$.
Geometrik düzgünlük	Boyuna Geometrik Düzgünlük	$0,5\text{ m.} < \lambda < 50\text{ m}$.
	Enine Geometrik Düzgünlük	$0,5\text{ m.} < \lambda < 50\text{ m}$.

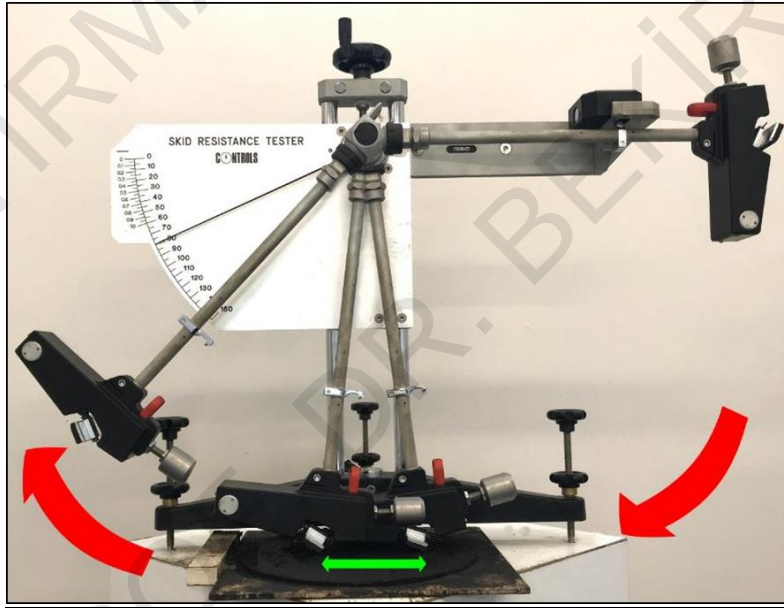
Kum Yama Yöntemi (ASTM E 965-06)

İngiltere’de geliştirilen bu deneyin amacı, yol yüzey doku derinliğini belirlemektir. Boyutları standartlaştırılmış ve hacmi bilinen bir miktar kum (50 ml) kaplamanın girintilerini dolduracak, çıkıntılarını aşmayacak şekilde, bir kauçuk ayak yardımıyla, yüzey üzerine dairesel olarak yayılır. Dairenin ortalama çapı (D) ölçülür. Kumun hacminin (V) dairenin alanına oranına “Kum yüksekliği (HS)” denir. Elde edilen değerler 0,5 ve 5,0 mm arasında değişmektedir.. Bu yöntem ile ilgili bazı sınırlamalar ve ulusal farklılıklar mevcuttur. Yöntemin ıslak koşullar altında kullanımının zor olması, zayıf tekrarlanabilirlik, kullanılan cam küreciği tane dağılımındaki farklılıklar, cam küreciği yayılma şeklinin uygulayıcıya göre değişkenlik gösterebilmesi vb. şeklinde olumsuzlukları bulunmaktadır.



Mikropürüzlülük Testi (Pandül Deneyi)

Kayma ve/veya kızıklama direnci ölçüm cihazı olarak bilinen İngiliz pandülü, pandül koluna monte edilmiş bir sürtünme parçası yardımıyla, arazi ve laboratuvar ortamında ölçüm alınmasına imkân verir. Bu cihaz, kaydırıcı ile deney yüzeyi arasındaki sürtünmeyi ölçmek ve kayma direncine ait standart bir değer tayin etmek üzere tasarlanmıştır.



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, agregası ve bitümün bir tesiste karıştırılması ile hazırlanan karışımlara bitümlü sıcak karışım (BSK) denilmektedir.

Asfalt kaplamaların karışım dizaynının amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Sağlam (durabil) bir üst yapı elde etmek için gerekli bitüm miktarını belirlemek
- Trafik yükleri altında deformasyon göstermeyecek yeterli dayanımı oluşturmak
- Sıkıştırılmış tabakada, trafik altında oluşabilecek çok az miktarda sıkışmaya; kuma, akma ve stabilite düşüklüğü olmadan sağlayacak, ancak tabakanın içinde rutubet ve fazla hava barındırmayacak ölçüde boşluğu sağlamak.
- Segregasyon olmadan uygun serimi sağlayacak bir işlenebilirliğine sahip ekonomik bir karışım ve agregası gradasyonunun belirlenmesi.

Marshall Karışım Dizaynının Aşamaları

1. Agregası gruplarının. yaş metoda göre elek analizinin yapılması ve şantiye sonuçları ile karşılaştırılarak dizayna esas gradasyonların belirlenmesi
2. Agregası karışım oranlarının ve karışım gradasyonunun ilgili, şartname gradasyon limitleri içerisinde kalacak şekilde hesaplanması
3. Agregası 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 – Boşluk**
- **Bitüm %'si - Vf**
- **Bitüm %'si – Akma**
- **Bitüm %'si – VMA**

Deneyin Yapılışı

Deney numuneleri hazırlanırken ilk olarak agregalar 105 – 110 °C’de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulur. İstenen fraksiyonlarda elenip, kurutulan agregalardan, ayrı ayrı kaplarda 1150 - 1200 gr ’lık karışım tartımları yapılır. Her agregaya ve bitüm kombinasyonlarından en az üç adet numune hazırlanır. Hazırlanan kuru karışımlar ve bitüm etüve konularak sıcaklıklarının 3–4 saat süre boyunca 150–160 °C’ye gelmesi beklenilir. Sıkıştırma işlemine başlamadan yarım saat öncesinde numune kalıpları, tokmak başlığı, mikser karıştırma kabı ve ucu, spatula, metal numune küreği gibi metal aparatlar da etüv içersine yerleştirilerek ısıtılır. Isıtma işleminden sonra agregaya ve asfalt çimentosu tamamıyla üniform bir asfalt dağılımına sahip karışımı meydana getirmek için mekanik karıştırıcı ile homojen bir dağılım elde edilene kadar 3–5 dakika karıştırılır.

Karışım kalıbın içine yerleştirilmeden önce kalıbın tabanına, ölçüsüne göre kesilmiş filtre kağıdı yerleştirilir. Numuneler 101,6 mm (4 inç) çapında ve 76,2 mm (3 inç) yüksekliğindeki numune kalıbında, 457,2 mm (18 inç) den düşen 4536 g (10 lb) ağırlığındaki özel bir tokmakla sıkıştırılır.

Marshall Stabilite ve Akma Deneyi

Oda sıcaklığına kadar soğumuş olan briket numune kalıptan bir numune çıkarma krikosu yardımı ile çıkarılarak, 24 saat laboratuvar sıcaklığında bekletilir. Bir kumpas yardımıyla üç ayrı yerden yükseklikleri ölçülen numunelerin havada, 25 °C suda ve yüzey kuru suya doygun durumdaki tartımları yapılır. Stabilite ve akma deneylerine geçmeden önce numuneler 60±1 °C’lik su banyosunda 30 ila 40 dakika bekletilir.

Numune çelik bir halkanın iki segmanı arasına yerleştirilir. Akma ölçer yerleştirilerek sıfırlanır. Deneyde; üst segman sabittir. Maksimum yüke erişinceye kadar, alt segmanın hareket etmesiyle dakikada 50,8 mm’lik (2 inç) bir hızla yükleme yapılır. Numune kırılıncaya kadar yüklemeye devam edilir ve Marshall Stabilite değeri kaydedilir. “Marshall Stabilitesi” adı verilen bu değer numunenin kırılmasını sağlayan kg cinsinden toplam yük miktarıdır. Ayrıca numunenin çökme ya da hareket miktarı olan akma değeri ölçülür. Bu esnada deney numunesinin su banyosundan çıkarılıp, maksimum yük saptamasına kadar geçen süre 30 saniyeden fazla olmamalıdır. Numune yüksekliği 63,5 mm’den (2 1/2 inç) farklıysa Marshall Stabilite düzeltme katsayıları kullanılarak yüke düzeltme faktörü uygulanır. Ayrıca bu deneyle karışımın birim ağırlığı, boşluk oranı ve bağlayıcı ile boşluk oranı belirlenir.

Optimum Bitüm Yüzdesinin Belirlenmesi

Optimum bitüm yüzdesini hesaplamak için farklı bitüm yüzdelerinde hazırlanmış olan numunelere ait pratik özgül ağırlık, stabilite, akma, boşluk, bitüm ile dolu boşluk, mineral agregalar içindeki boşluk grafikleri çizilir. Daha sonra **yoğunluk ve stabilite eğrilerinin en**

büyük değerlerine karşı gelen bitüm yüzdeleri, asfaltla dolu boşluğu ve boşluk oranı şartname limitleri arasında olacak şekilde bitüm yüzdeleri grafiklerden okunarak bulunan değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak optimum bitüm yüzdeleri tayin edilir. Bu şekilde belirlenen bitüm oranına göre üretilen sıcak asfalt karışımı, şartnamelerde belirtilen özellikleri taşıyacaktır. Daha sonra ***kontrol için optimum bitüm miktarlarının şartnamelerde belirtilen akma ve % VMA'ları sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir.*** Aşağıda Marshall Metodu ile dizayn kriterleri görülmektedir.

BSK TİPİ	% Boşluk V_h	% V.M.A	Asf.Dol Boşluk V_f	Akma mm	Düzeltilm Stabilite kg
AŞINMA DİZAYN KRİTERLERİ	(3-5)	min14	(65-75)	(2-4)	min900
BİNDER DİZAYN KRİTERLERİ	(4-6)	min13	(60-75)	(2-4)	min750
BİTÜMLÜ TEMEL DİZAYN KRİTERLERİ	(4-7)	min12	(55-70)	(2-5)	min600
SMA DİZAYN KRİTERLERİ	(2-4)	min16	-	(2-4)	min750

