



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü



İNŞ2023 YAPI MALZEMESİ I

BİTÜMLÜ MALZEMELER

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar YALÇINKAYA

www.caglaryalcinkaya.com

- **Bitümlü malzemeler,**

- doğada katı ya da yarı katı halde bulunabildiği gibi,
- daha çok ham petrolün distilasyonu sonucu artık ürün olarak veya
- taşkömürünün karbonizasyonu sırasında bir yan ürün olarak elde edilen hidrokarbon malzemelerdir. (Hidrokarbonlar, karbon ve hidrojenin birleşiminden oluşan, sade veya kompleks yapıları cisimlerdir.)

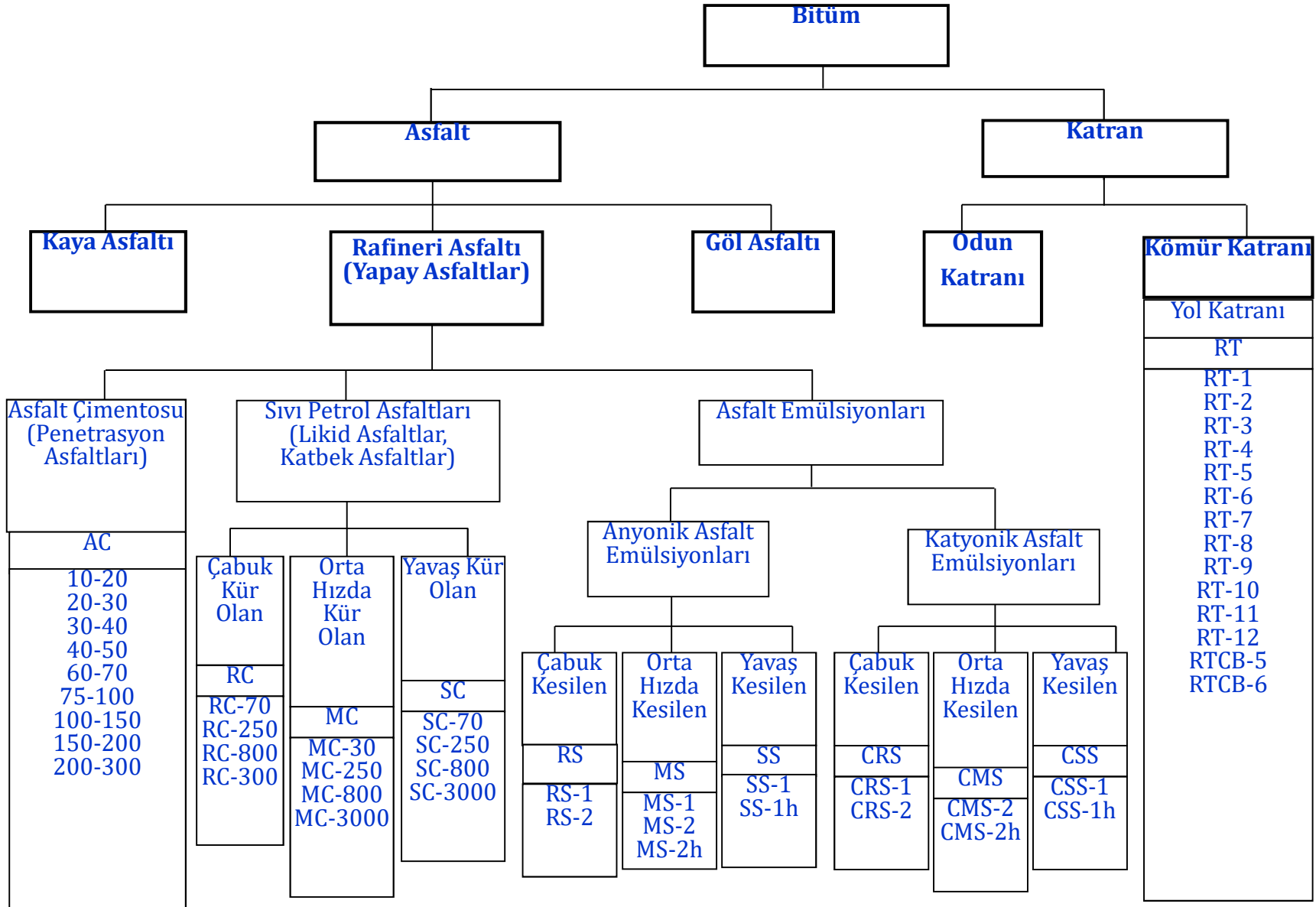
- Bitümlü malzemelerin **yapışma ve düktilite** özellikleri, karayolu ve kaplama işlerinde bu malzemeleri cazip kılmaktadır.

- Bitümlü malzemelerin, petrol kökenli olanları **asfalt**, kömür kökenli olanları **katran** adını alırlar. Katranın kalıntısı ise **zifttir**.

- 19. yüzyılda özellikle Fransa, ABD ve İngiltere’de **kaya asfaltı** kaldırım kaplamaları ve yol kaplamalarında kullanılmaya başlanmıştır.
- 1900’lü yılların başlarında **ham petrolden rafinaj yöntemi ile asfalt üretiminin** keşfi ve otomobillerin gittikçe artan popülaritesi, hızla gelişen bir endüstri dalının ortaya çıkmasına neden olmuştur. **Asfalt en çok yol yapımında, yalıtım malzemesi ve yalıtım örtüsü olarak çatılarda ve köprü tabliyelerinde, endüstride akü yapımında ve daha pek çok alanda yaygın biçimde kullanılmaktadır.**

BİTÜMLERİN ORTAK ÖZELLİKLERİ

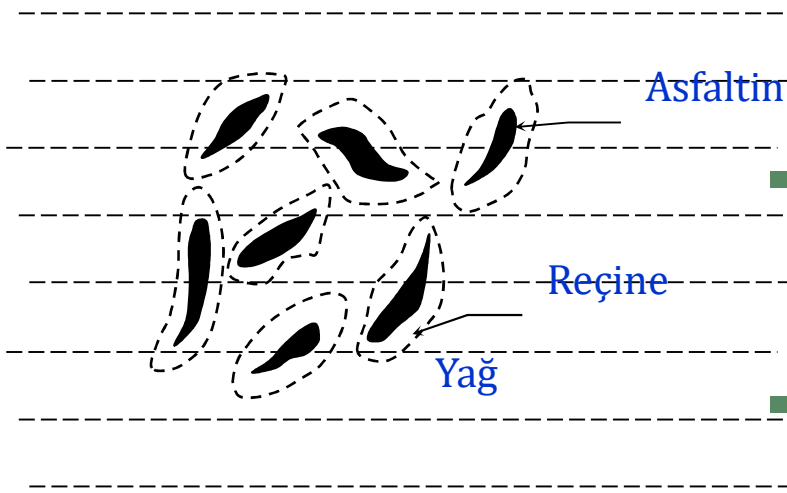
- Sıcaklık derecesine bağlı olarak katı, yarı katı veya akıcı kıvamda olabilirler.
- Siyah veya koyu renklindedirler.
- Yüksek moleküler ağırlıkları vardır.
- Bağlayıcı (adhesif) özellikleri vardır.
- Çatlama ve ayrılma olmaksızın geçirimsiz ve plastik filmler meydana getirerek şekil değiştirme özelliğine (kohezyon) sahiptirler.



- ASTM'ye göre **asfalt**; “Rengi siyahtan koyu kahverengiye kadar değişebilen, kıvamı katı ya da yarıkatı olan, ısıtıldığı zaman yavaş yavaş yumuşayan, bileşimindeki esas madde bitüm olan ve **doğada katı ya da yarıkatı halde bulunabilen veya ham petrolün distilasyonu ile elde edilen** veya değişik orijinli bitümlerin karışımından oluşan bağlayıcı malzeme” olarak tanımlanır. Asfaltın kimyasal yapısı hidrokarbonların kompleks bir karışımıdır.
- Bileşiminde bulunan elementler :
 - **Karbon % 70-85**
 - **Hidrojen % 7-12**
 - Nitrojen % 0-1
 - Sülfür % 1-7
 - Oksijen % 0-5
 - Metaller çok az miktarda (oksit, tuz veya metal içeren organik bileşikler halinde)

ASFALTIN YAPISAL ELEMANLARI

- C/H oranı asfaltın davranış ve özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Bu oran düştükçe asfaltın **moleküler ağırlığı ve viskozitesi** de düşer.
- Kolloidal bir yapıda bulunan **asfaltın yapısal elemanları**:



- **1- Asfaltinler** : C/H oranları 0.8'den büyük, siyah, sert, geniş, yüksek moleküler ağırlıklı, viskoz hidrokarbon molekülleri.
- **2- Reçineler** : C/H oranları 0.4-0.8 arasında, orta moleküler ağırlık ve orta viskozitesi olan hidrokarbon molekülleri.
- **3- Yağlar** : C/H oranları 0.4'den küçük en hafif moleküler ağırlıkta, en açık renkte ve en az viskoz hidrokarbon molekülleri.

■ ASFALTLAR İKİ ANA SINIFA (DOĞAL ASFALT VE PETROL ASFALTI) AYRILIRLAR:

➤ DOĞAL ASFALTLAR

- a) **Göl asfaltları** - Bu tip asfalt göllerinin en büyükleri Venezuela (Bermudez), Trinidad (Tobago)'dadır.
- b) **Kaya asfaltları** - Bu tip asfaltlar kaya yarıklarında damarlar halinde veya **gözenekli kayalar içinde** (kumtaşı ve kireçtaşı) bulunur.
- c) **Asfaltitler** - Asfaltitler petrolün metamorfizması ile oluşmuş doğal asfalt benzeri maddelerdir. Güneydoğu Anadolu'da 20 değişik yerde, tahmini 36 milyon ton rezervi olduğu sanılmaktadır. En önemlisi Şırnak'tadır. Bölgede asfaltitten ısıtmada yararlanılmaktadır.

○ *Günümüzde asfaltı petrolden üretmek genellikle doğadan elde etmekten daha ekonomiktir.*

➤ PETROL ASFALTI

- Doğada üç tip ham petrol bulunur :
 - 1- Asfaltik esaslı ham petrol
 - 2- Parafin esaslı ham petrol
 - 3- Karışık (Asfalt-Parafin) esaslı ham petrol

Asfalt, ham petrolün cinsine göre değişen ayırıcılı **damıtma** işleminden elde edilir.

En kolay şekilde asfalt, asfaltik esaslı ham petrolden basit bir damıtma işlemi sonucu elde edilir.

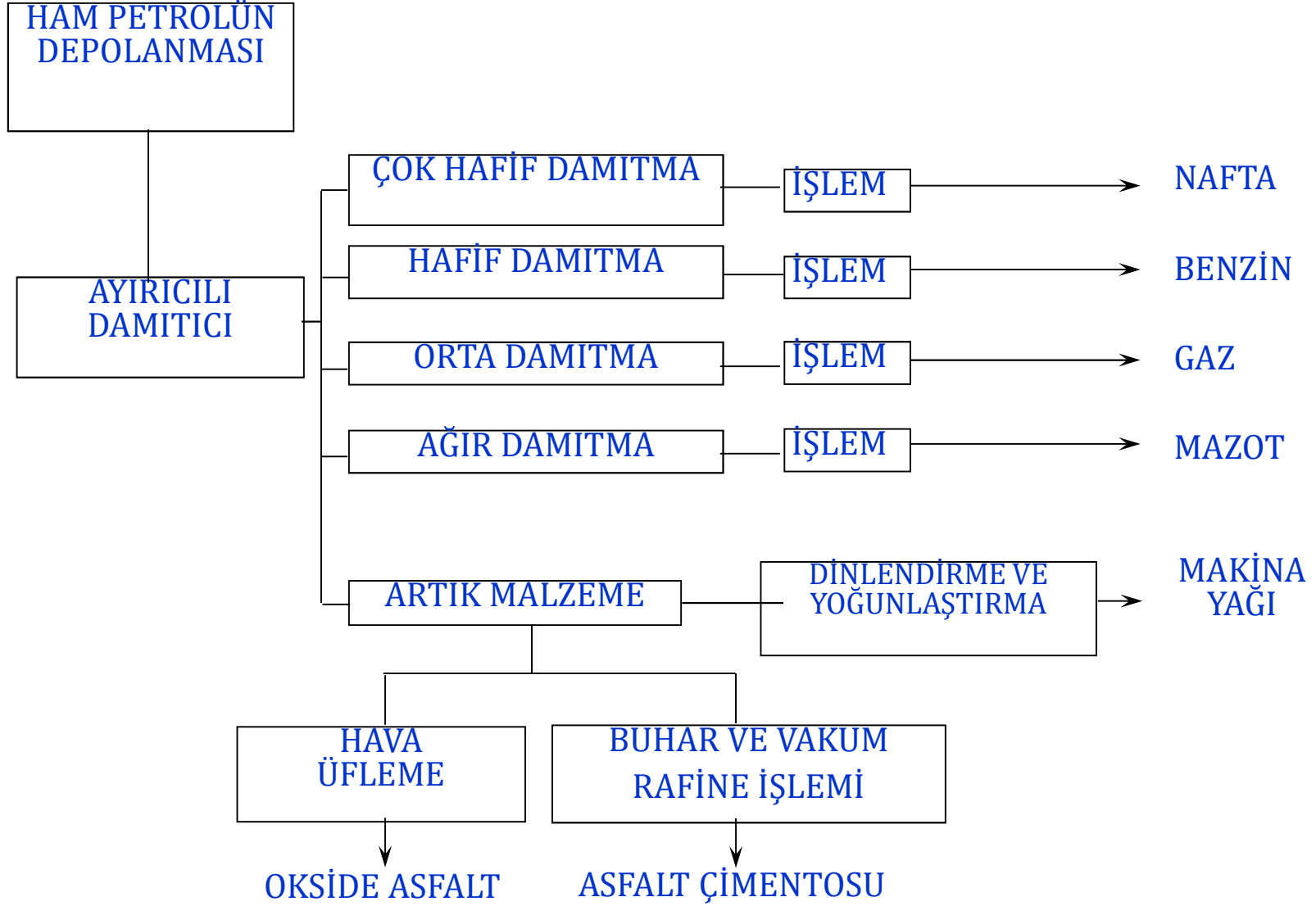
Karışık esaslı ham petrolden asfalt elde edebilmek biraz daha karmaşık yöntemler gerektirir.

Parafin esaslılardan sadece parafin elde edilir.

■ Petrol Asfaltının Elde EdiliŖi

Ham petrol, rafinerilerde cinsine göre vakum ve buhar damıtımını veya çözücü ekstraksiyonu iŖlemine tabi tutulur. Bu iŖlemler ayırıcılı damıtma iŖlemleridir. Rafineride ısıtılan ham petrol belirli sıcaklıklarda aŖağıdaki deėiŖik ürünlere ayrılır. **Damıtma iŖleminin kalıntısı ham asfalttır.**

DAMITMA DERECESESİ	ÜRÜN	Kaynama Derecesi (�C)
Çok Hafif Damıtma	Nafta	25
Hafif Damıtma	Benzin (Gasoline)	38 - 204
Orta Damıtma	Gaz (Kerosene)	177 - 307
Ağır Damıtma	Mazot (Diesel oil)	218 - 371
Çok Ağır Damıtma	Makine Yağı	>343
Artık	Ham Asfalt	



- Damıtmadan çıkan ham asfalt artıklarının üzerinden hava üfleme yöntemiyle **okside (air-blown) asfaltlar** elde edilir. Bu tür asfaltların hidrojenizasyon işlemi sonucu C/H oranı yükseldiğinden düktiliteleri azalır, penetrasyon değerleri düşer, yumuşama noktaları yükselir ve doğrudan üretilen asfalta göre sıcaklık değişimlerinden daha az etkilenirler.

- **Okside asfaltlar;**

- Çatı yalıtımlarında,
- Su yalıtımı işlerinde,
- Boruların korozyona karşı korunmasında,
- Hidrolik yapı ve benzeri işlerde kullanılırlar.

- Asfaltları ısıtarak, buhar ve vakum işlemleri uygulayarak **Asfalt Çimentoları** elde edilir.
- **AC (asfalt çimentoları)** kıvam ve kalite itibarı ile doğrudan yol yapımında kullanılmak üzere üretilen asfaltlardır. Kullanıldığı yerler;
 - önemli yolların, kaplamalarının yapımında,
 - sıcak karışım yapımında
 - sıvı petrol asfaltları (katbekler), asfalt emülsiyonları ve modifiye asfaltların üretiminde kullanılır.

SIVI ASFALTLAR ikiye ayrılmaktadır

- Katbek asfaltları, Sıvı petrol asfaltı (SPA)
- Asfalt emülsiyonları

KATBEK ASFALTLARI (CUT-BACK ASPHALTS)

Asfalt çimentosunun diğer petrol ürünleri ile karıştırılması ile elde edilir.

Üç türü vardır:

- **Hızlı kür olan RC (Rapid-Curing) katbekler**
- **Orta hızda kür olan MC (Medium-Curing) katbekler**
- **Yavaş kür olan SC (Slow-Curing) katbekler**

- **Hızlı kür olan RC (Rapid-Curing) katbekler:** Oldukça sert asfalt çimentosunun normal sıcaklıkta (25 °C) benzin veya nafta ile karıştırılması ile elde edilir. Benzin düşük sıcaklıklarda uçtuğundan karışım çabuk kür olur. RC katbeklerle çalışırken **yangına karşı önlem** almak gerekir. Viskozitelerine göre RC-70, RC-250, RC-800 ve RC-3000 şeklinde sınıflandırılırlar.
- **Orta hızda kür olan MC (Medium-Curing) katbekler:** Orta kıvamda asfalt çimentosunun gazyağı gibi bir inceltici ile karıştırılması ile elde edilir. MC-30, MC-70, MC-250, MC-800 ve MC-3000 şeklinde sınıflandırılırlar.
- **Yavaş kür olan SC (Slow-Curing) katbekler:** Oldukça yumuşak asfalt çimentosunun mazot veya makina yağı ile karışımından elde edilir. Ayrıca SC tipi katbek doğrudan damıtma işlemi artıklarından da elde edilebilir.

- Katbek asfaltları sıkıştırılmış granüler temel tabakalarında astar olarak, sathi (yüzeysel) kaplamalarda ve soğuk agrega karışımlarında (road-mix ve yama karışımlarında) kullanılır.
- Katbek türlerinin kullanım yerlerine göre seçimi, istenen kür hızı, zemin cinsi ve iklim koşullarına bağlıdır. Örneğin, soğuk iklim koşullarında yapısı daha az kırılğan olan MC kullanılır. Sıcak ve ılıman iklimlerde RC kullanılır. SC ise daha çok toz-örtme, yerinde karışım (Road Mix) ve yama işlerinde kullanılır.
- Katbek asfaltların asfalt çimentolarına kıyasla soğuk agregalarla kullanılabilmeleri ve sıvı halde olduklarından ısıtılmalarına gerek olmaması avantajları vardır. Sadece kuru satıhlarda kullanılabilmeleri ise asfalt emülsiyonlarına göre bir dezavantajdır. Ancak aşağıda belirtilen nedenlerle tüm dünya'da katbek kullanımı gerilemekte ve emülsiyon tüketimi artmaktadır.

ASFALT EMÜLSİYONLARI

- Yol inşaatlarında kaplama işlerinde kullanılan asfalt çimentoları normal sıcaklıklarda kıvamlı ve yarı-katı haldedir. Bu asfaltların belirli bir akışkanlığa getirmek üzere ısıtılmaları gerekir. Arazide ısıtma imkanlarının kısıtlı olması ya da hiç olmaması, soğuk kullanılabilecek bağlayıcılar için bir talep doğurmuştur. Emülsiyon asfaltları bu probleme bir çözüm getirdiğinden, günümüzde önemleri giderek artmaktadır.
- Emülsiyon, birbiri ile iyi karışmayan iki sıvının birinin diğerinde çok küçük kürecikler halinde dağılmış halde bulunduğu heterojen bir karışımdır. Yol inşaatlarında kullanılan **asfalt emülsiyonları asfaltın “dağınık faz”, suyun “sürekli faz”** olduğu emülsiyonlardır.

- Asfalt emülsiyonları kimyasal yapılarına göre iki grupta sınıflandırılır:

- Anyonik emülsiyonlar
- Katyonik emülsiyonlar

- **ASFALT EMÜLSİYONLARININ AVANTAJLARI**

- Normal sıcaklıklarda sıvı haldedirler, ısıtma gerektirmezler.
- Soğuk ve yaş agregalarla kullanılabilirler.
- Islak yüzeylere tatbik edilebilirler.
- Katbek asfaltlarında olan yangın tehlikeleri ve toksit etkileri yoktur.
- Diğer sıvı asfalt türlerine kıyasla daha ekonomiktirler.
- Çevre kirliliğine neden olmazlar.

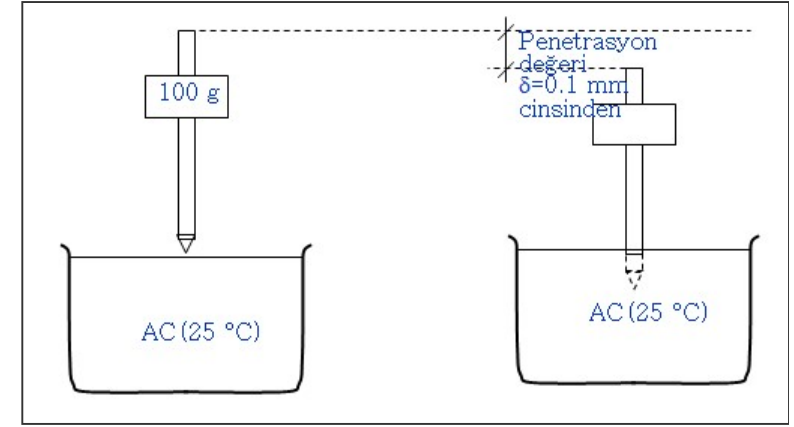
- Asfalt emülsiyonları hem yol yapımında hem de çok sayıda özel uygulamada kullanılabilmektedir.
- Emülsiyon yol yüzeyine uygulandıktan ya da agrega ile karıştırıldıktan sonra asfaltın sudan ayrılarak uygulandığı tabakaya veya agrega yüzeyine yapışması ve böylece bu yüzeyi kaplaması işlemine "**kesilme**" denir. Asfalt emülsiyonları kesilme hızına göre :
 - RS (Rapid Setting) hızlı kesilen,
 - MS (Medium Setting) orta hızda kesilen,
 - SS (Slow Setting) yavaş kesilen tipleri vardır.

- **RS tipleri** RS-1 ve RS-2 şeklinde iki farklı kıvamda üretilir, **yüzeysel (sathi) kaplamalar**, **harç tipi kaplamalar (slurry seal)** vb. yüzeysel işlemlerde püskürtme şeklinde kullanılırlar.
- **MS tipleri** MS-1 ila MS-4 olmak üzere 4 farklı kıvamda üretilir, **yüzeysel kaplama** işlemlerinde ve **yamalarda** kullanılır.
- **SS tipleri** SS-1 olarak tek kıvamda üretilir, en kalıcı olanlarıdır ve maksimum sıkıştırma stabilitesi sağlamak amacıyla dizayn edilmişlerdir.

ASFALT DENEYLERİ

Asfalt deneyi	Standardı
Penetrasyon deneyi	ASTM D5, AASHTO T49, TS118
Düktilite deneyi	ASTM D113, AASHTO T51, TS119
Yumuşama noktası deneyi	ASTM D36, AASHTO T53, TS120
Isıtma kaybı ve kayıptan sonra penetrasyon deneyi	ASTM D6, AASHTO T47, TS121
Parlama ve yanma noktası deneyi	ASTM D92, AASHTO T48
Leke deneyi	AASHTO T102, TS1089
Eriyebilirlik deneyi	ASTM D4, AASHTO T44
Özgül ağırlık deneyi	ASTM D70, AASHTO T43, TS1087

- **Penetrasyon deneyi** bitümlü malzemenin belirli koşullardaki **sertliğini (kıvamını) saptar.** Deney bulguları asfalt çimentolarını sınıflandırır.



- Bu deney standart iğnenin, belirli yük, zaman ve ısıda, bitümlü malzeme içine batma miktarlarının ölçülmesi ile yapılır. Bu deneyde kullanılan standart yük 100 g, zaman 5 saniye ve sıcaklık 25 °C dir. Ölçüm 0.1 mm cinsinden yapılır.
- AC'ler batma miktarına göre AC 40-50, AC 60-70, AC 120-150, AC 200-300 şeklinde sınıflandırılır. **Düşük penetrasyon dereceli olanlar sıcak iklimlerde kullanılır.**

- Asfaltların **sıcaklık değişimlerine karşı olan duyarlılıklarını** ölçmek için en kısa ve en basit yöntem **yumuşama noktası deneyidir** (yüzük ve bilya yöntemi).
- Yumuşama noktası (TRB), bir su banyosu içine yerleştirilmiş, üzerinde bir bilya bulunan, standart bir kalıp içindeki bitümlü malzemenin belli bir hızla ısıtılmasıyla, yumuşayan malzemenin tabana değdiği anda termometrede okunan sıcaklıktır.

Yol Katranları (Road Tars)

- Petrol ürünlerinin yaygın kullanımı başlamadan önce en çok kullanılan bitümlü malzeme, kömür ürünü olan katran ve zift idi.
- **Katran, zift ile hafif ve ağır yağların doğal ve yapay karışımıdır.** Genellikle ham taşkömürünün karbonizasyonu sırasında çıkan buharların yoğunlaştırılmasıyla bir yan ürün olarak elde edilir. Bu işlem için genelde iki yöntem kullanılır :
 - * **Kok fırını yöntemi:** Bitümlü kömür 1370 °C'ye ısıtılır, buharlar fırından çıkarken yoğunlaştırılıp, sıvı hale dönüştürülerek ham katran elde edilir. Ham katran kimyasal işlemlerle yol katranına dönüştürülür.
 - * **Su-gaz işlemleri:** Katran ısıtma amacıyla gaz üretme işleminin bir yan ürünü olarak elde edilir.

- Ham katranın içinde fazla miktarda su bulunması ve ince kıvamlı tortulu bir halde olması nedeniyle yol bağlayıcısı olarak kullanılması bu haliyle mümkün değildir. Bu amaçla ham katran damıtılarak su, ince yağlar ve ağır yağlar ayrılır. Damıtılmayan çökeleğe **zift** adı verilir.

- **Katranlar asfalttan daha yumuşak olup, RT1 - RT12 arasında sertliğine göre sınıflandırılırlar. Örneğin, RT12 yaklaşık AC-200 kıvamındadır. En hafif kıvamda olan RT1 ve RT2 toz-örtü işlemlerinde, astar tabakasında, orta sertlikte olanlar (RT7, RT8, RT9) yüzey kaplama işlerinde kullanılır. Sert olanları (RT10, RT11, RT12) katran betonu olarak, sıcak işlemlerde yüzey kaplaması ve tamir işleri için uygundur.**
- **Zift ise yalıtım işlerinde kullanılır.**

- Asfaltlar ve katranlar arasındaki farklılıklar:
- **Asfaltlar katranlara oranla daha dayanıklıdır.** Çünkü katranların dağıtıcı fazını oluşturan hafif yağların stabilitesi az olduğundan, zamanla yüzeysel tabakalarda elastik özellik ve kohezyon zayıflamaktadır.
- Buna karşılık, **katranlar asfaltlara kıyasla kimyasal etkilere daha dayanıklıdır. Islak agregaya, asfalta kıyasla daha iyi yapışırlar ve temizlenmeleri daha zordur. Soyulmaya karşı daha mukavemetlidirler. Ancak sıcaklığa karşı daha duyarlı olup, yüksek sıcaklıklarda daha fazla şekil değiştirirler.**

➤ Katranların özgül ağırlığı 1.16 - 1.22 dolaylarında olup, asfaltın özgül ağırlığından (0.95-1.05) daha fazladır.

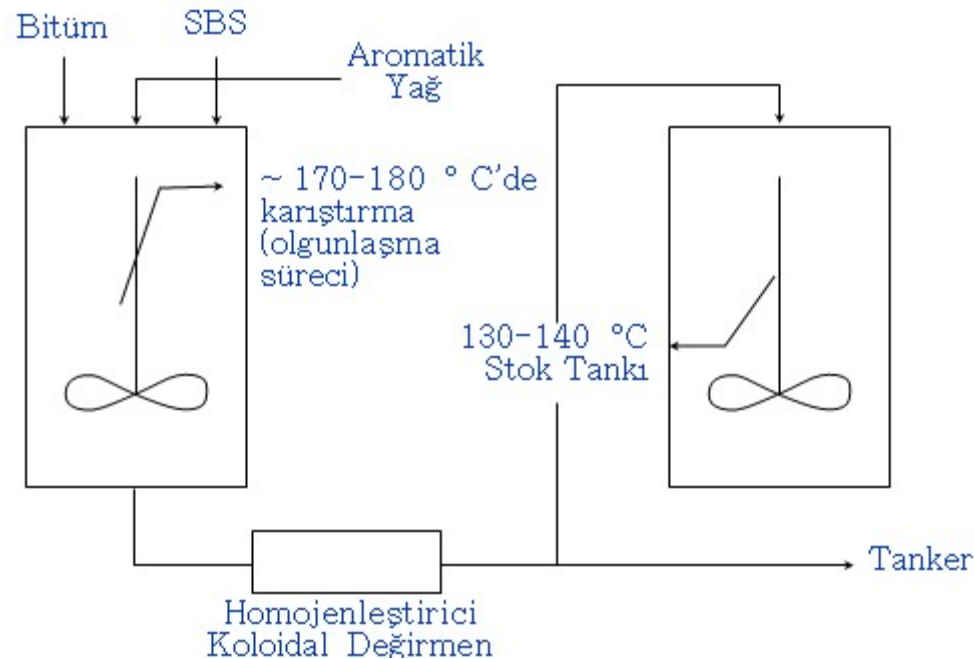
- **Katran ve asfaltları birbirleriyle karıştırarak, daha üstün kalitede, daha kullanışlı malzemeler elde edilebilir.** Uygulamada, asfalta katılan katran oranının ortalama % 20'yi, katrana katılan bitüm oranının ise % 25-30'u geçmemesi önerilir. Aksi halde katran dibe çöker. İyi bir karışım elde edebilmek için, istenen oranlarda malzemeler ayrı ayrı 100 °C civarında ısıtılır ve iyice çalkalanarak az miktarlarda karıştırılır.

Modifiye Bitümler (veya Modifiye Asfaltlar)

Asfalt ve yol kaplamalarının, yalıtım ve yalıtım örtü malzemelerinin performans yönünden üstün nitelikli, bakım onarım gereksinimi ve maliyetinin az olması istenmektedir. Özellikle esnek yol üstyapı kaplamaları kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getirebilmeleri için;

- Kalıcı deformasyonlar,
- Yorulma çatlakları,
- Düşük sıcaklık çatlakları,
- Soyulma,
- Düşük durabilite, gibi bozulmaların en aza indirgenmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle bitümlerin özelliklerini iyileştirerek, bağlayıcının ve/veya karışımın performansını arttırmak amacıyla modifiye edici katkıları belirli oranlarda ve şartlarda ya bitüm içerisine ya da tesiste karışım içine katılır. Bu şekilde elde edilen bitüme **Modifiye Bitüm** karışıma ise **Modifiye Edilmiş Karışım** adı verilir.

- Modifiye bitümler günümüzde en çok polimerlerle elde edilmektedir. Bu amaçla kullanılan polimerler üç ana sınıfa ayrılmaktadır:
 - Elastomerler (SBS, lateks vb.),
 - Plastomerler (EVA, polietilen vb.),
 - Termoset polimerler (epoksi reçineleri).



Dolgu Malzemesi

- Hidrokarbon bağlayıcıların **viskozitelerini yükseltmek** amacıyla bitümlü malzemelere **filler, cam lifi, selüloz gibi dolgu malzemeleri** karıştırılır.
- Filler, 0-75 μm arasındaki çaplarda mineral kökenli ince malzemedir. Hidrokarbon bağlayıcıları için **en iyi filler malzemeleri kömür tozu ve kalker kökenli mıcır tozudur.**

BİTÜMLÜ MALZEMELERİN İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE KULLANIM ALANLARI

- Yapıları su ve rutubete karşı korumak amacıyla **yalıtım malzemesi** olarak kullanılır.
- **Ses yalıtım malzemesi** olarak elyaflı malzemeler bitümle karıştırılıp, basınç altında sıkıştırılarak plaka halinde, ses geçirgenliği çok düşük olan antivibrol bir malzeme elde edilir.
- Hidrokarbonlu malzemeler antikorozif özelliklerinin çok iyi olması nedeniyle, **metallerin korozyonunu önleyici boya maddesi** olarak kullanılır. Ahşabın korunmasını sağlamak amacıyla, yüzeysel boya işlemlerinde kullanıldığı gibi, **çürümeyi önleyici kreozotların kökeni** de hidrokarbonlu maddelerdir.

- Hidrokarbonlu malzemenin **en çok kullanıldığı alan yol, kaldırım, pist, baraj, kanal vb. bayındırlık işleridir.**
- Yollarda aşağıdaki şekillerde kullanılan bitümlü malzemenin türü yolun önemine, trafiğin yoğunluğuna, iklim koşullarına, yol yapım koşullarına, malzemenin elde edilebilirliği gibi faktörlere bağlı olarak ekonomik olarak seçilmelidir.

ZEMİN STABİLİZASYONU

- Üzerinden hafif araçların seyrek olarak (ortalama 100 taşıt/gün) geçtiği yolların; **kurak mevsimlerde toz, yağışlı havalarda çamur yapmasını önlemek için stabilizasyon işlemi yapılır.**
- **Sathi kaplama hazırlanan yüzey üzerine bitüm ve agreganın ayrı ayrı ve ardarda uygulanması ile yapılır.** Sathi kaplamaların işlevleri; toz ve çamuru önlemek, suyun alt tabakalara nüfuzunu önlemek, konforlu bir sürüş yüzeyi oluşturmak, pürüzlülüğü (sürtünme katsayısı) yüksek bir aşınma tabakası oluşturmaktır.

ASFALT YOLLAR

- Trafik yükünün artmasıyla örtü tabakaları gibi, temel tabakasında da bağlayıcı olarak bitüm kullanılmaya başlanmıştır.
- Malzeme yol üzerinde hazırlanıp, kullanılırsa bu yönteme **Road Mix** adı verilir. Bu yöntemde asfalt emülsiyonları ve katbekler uygun sonuçlar verir. Asfalt karışımları ayrıca, asfalt tesislerinde hazırlanıp taşınarak yol üzerine uygulanabilir.
- **Ağır ve yoğun trafiğe sahip yollarda ve havaalanlarında, genellikle bağlayıcı özelliği yüksek olan asfalt çimentoları kullanılır.** Kullanılan bitüm sınıfı, trafik hacmine ve iklim koşullarına göre değişir.



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü



İNŞ2023 YAPI MALZEMESİ I

BİTÜMLÜ MALZEMELER

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar YALÇINKAYA
www.caglaryalcinkaya.com