

Yakıtlar ve Yanma

3.Hafta



Ham Petrolden Yakıt ve Petrol Türevi Ürünlerin Eldesi

- Ham petrolün damıtılması. (Yakıt)
- Ham petrolün ve yarı ham türevlerin iç yapılarının değiştirilmesi. (Petrol Türevi Ürünler)

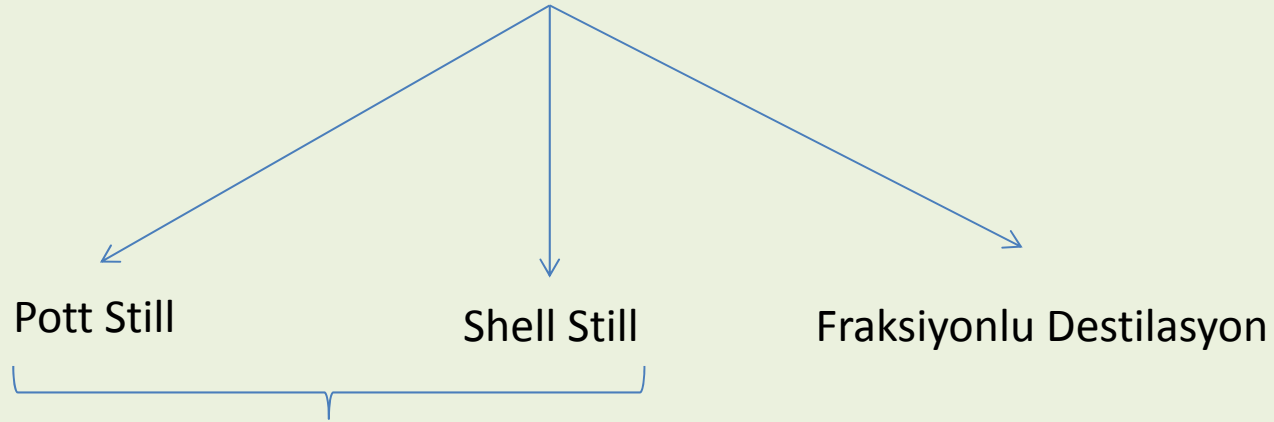
Ham Petrolün Damıtılması (Destilasyonu)

Ham petrol değişik kaynama noktasına sahip kompleks hidrokarbonların karışımıdır.

Destilasyon işlemi bu hidrokarbonların fraksiyonlara ayrılmasını ve yakın kaynama noktasına sahip yeni ürünlerin elde edilmesini sağlar.

| Destilasyon Ürünü | Destilasyon Sıcaklığı [°C] |
|-------------------|----------------------------|
| LPG | 35 |
| Hafif Benzin | 35 - 95 |
| Ağır Benzin | 40 - 205 |
| Kerosen (Gazyağı) | 160 - 250 |
| Motorin | 180 - 360 |
| Yağlama Yağları | 370 - 550 |
| Artıklar | 425 - üstü |

Destilasyon Metotları

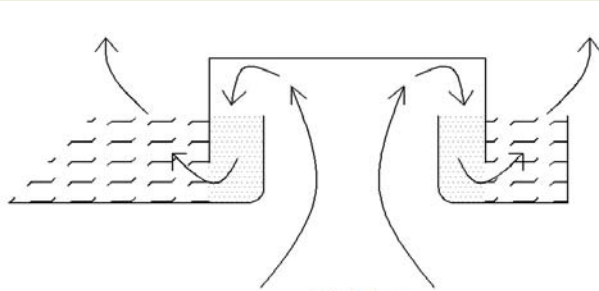


Bu metotlar günümüzde kullanılmamaktadır.

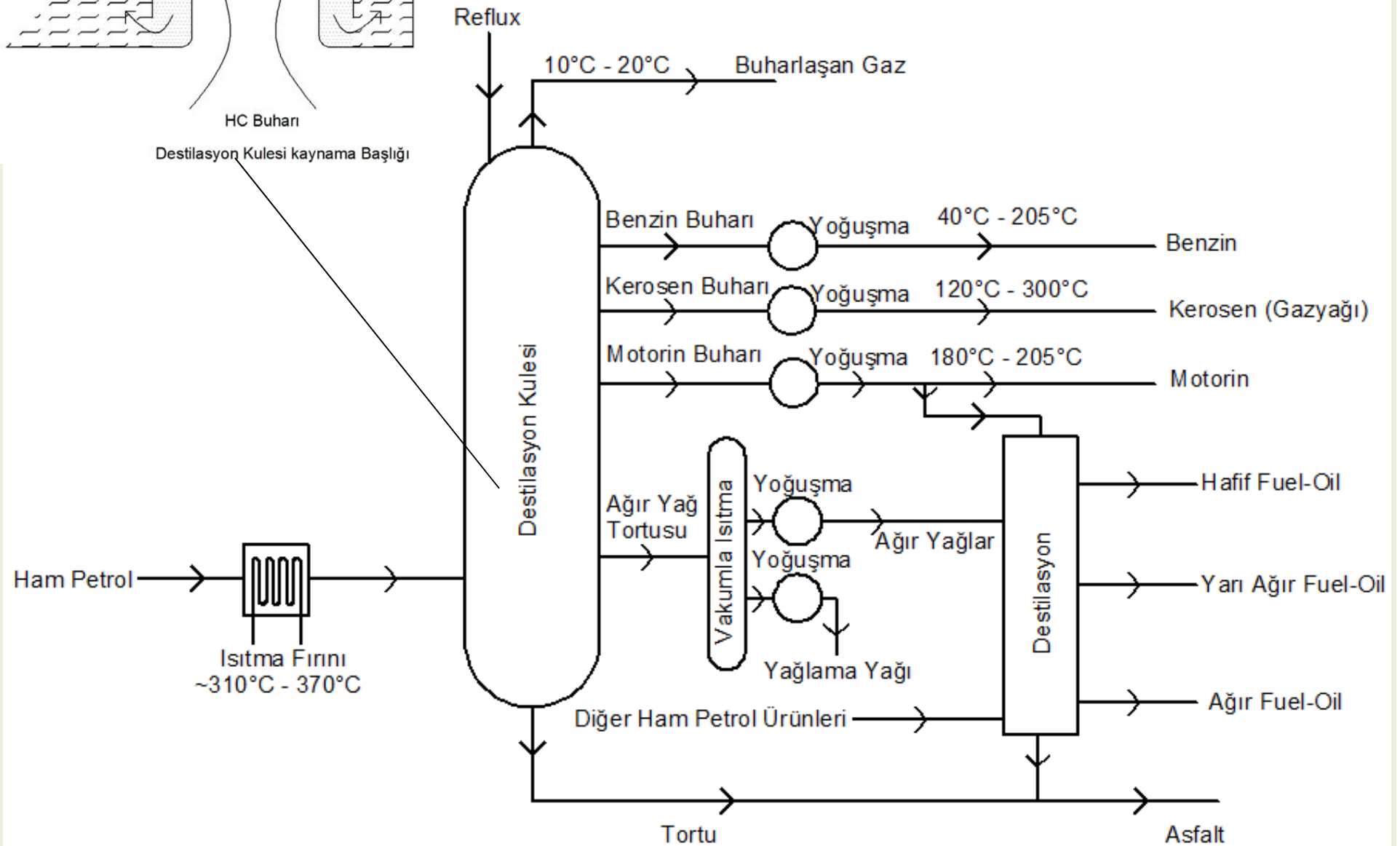
Fraksiyonlu Destilasyon

Birbiri içerisinde çözünebilen sıvıları kaynama noktası farklarından yararlanarak birbirinden ayırma işlemine ise fraksiyonlu destilasyon (ayrimsal damıtma) denir.

Bu yöntemde kaynama noktası en düşük olan sıvı doğal olarak en önce buharlaşır, en yüksek olan ise en sona kalır.



HC Buharı
Destilasyon Kulesi kaynama Başlığı



- Ham petrol ısıtma fırınlarında yaklaşık 310-370°C sıcaklığa ısıtılır. Böylece ham petrolün içinde bulunan ve ısı transferini olumsuz etkileyen inorganik tuzlar (Na, Ca Mg v.b.) ve katı maddeler arındırılmış olur. Isıtma işlemi sırasında bu sıcaklığın üzerine çıkılırsa hidrokarbonlar parçalanır yani kraking meydana gelir.
- Isıtılan ham petrol alt kısmından destilasyon kulesine gönderilir.
- Kaynama sıcaklıkları 370°C'in altında olan hidrokarbonlar buharlaşır (Hafif hidrokarbonlar). Ağır hidrokarbonlar sıvı halde kalır.
- Buharlaşan hidrokarbonlar kulenin üst kısmına doğru yükselirken soğurlar ve kısım kısım yoğunlaşmaya başlarlar. Yoğunlaşmayı hızlandırmak için kulenin üst tarafından reflux denilen benzin püskürtülür.

- Yoğuşan hidrokarbonlar tepsiler içinde dolar. Bu şekilde her tepsiye belirli sıcaklıkta kaynayan hidrokarbonlar birikmiş olur.
- Düşük kaynama noktasına sahip hidrokarbonlar destilasyon kulesinin üstünde, yüksek kaynama noktasına sahip hidrokarbonlar destilasyon kulesinin alt kısmındaki tepsilerde toplanır.
- 370° C sıcaklığa kadar buharlaşmayan hidrokarbonlar destilasyon kulesinin altında tortuları oluşturur.
- Tortulardan
 - Yağlama Yağı
 - Fuel-Oil
 - Asfaltelde edilir.

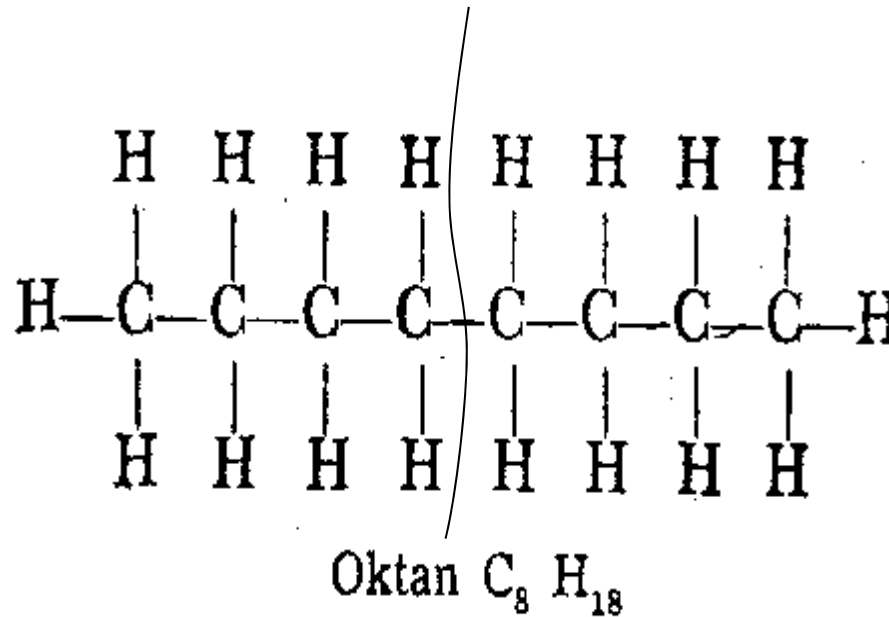
| Petrol Ürünü | C Molekül Sayısı |
|--------------|------------------|
| Fuel-Oil | C20 - C70 |
| Yağlama Yağı | C20 – C50 |
| Motorin | C14 – C20 |
| Kerosen | C10 – C14 |
| Benzin | C5 – C10 |
| Nafta | C1 – C9 |
| LPG | C1 – C4 |

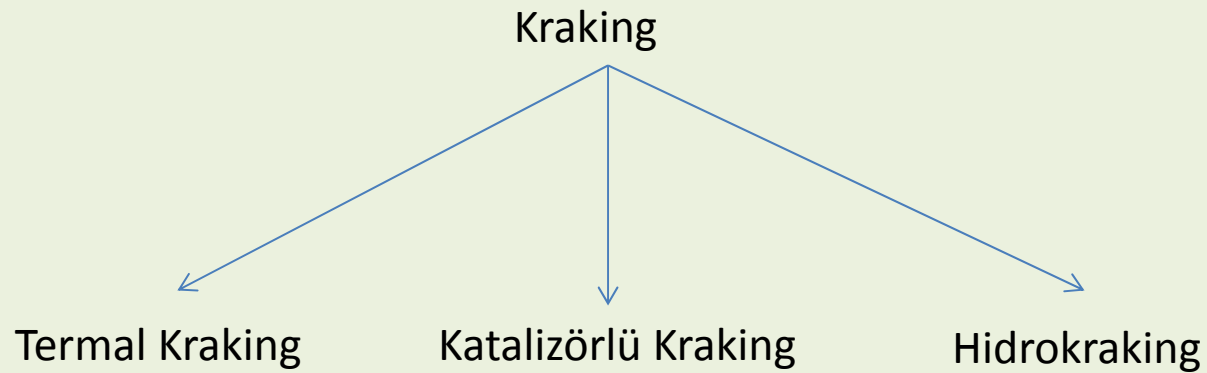
Ham Petrolün ve Yarı Ham Türevlerin İç Yapılarının Değiştirilmesi

1. Kraking
2. Vakum Altında Destilasyon

Kraking

Ağır tortulardan daha hafif ürünler elde etmek için uzun ve ağır moleküller kırılarak daha hafif molekülü ürünler elde etme işlemidir





1. Termal Kraking

Ağır ve uzun moleküllü HC'lar 1.5 – 10 MPa basınç altında 500 – 600 °C sıcaklığa kadar ısıtılır. Bu basınç ve sıcaklıkta parçalanma olur ve daha küçük moleküllü HC'lar oluşur.

Termal kraking esnasında bir miktar katranda oluşur.

2. Katalizörlü Kraking

Ağır ve uzun moleküllü HC'lar 0.1 – 0.4 MPa ve 400 – 500 °C sıcaklık altında katalizör yardımıyla parçalanırlar. Bu işlem sırasında ağır HC buharı katalizöre sevk edilir.

Katalizörler

- Doğal Katalizörler
- Sentetik Katalizörler

Doğal Katalizörler

- Silika-Alümin bileşiminde olanlar
- İşlem görmüş bentonit kil.
- Fuller's Earths Kili.
- Alüminyum-Hidrosilikatlar.
- Boksit.
- Süper Filtrol.

Sentetik Katalizörler

Sentetik Silika-Alümin (AlSiO_3). → En çok kullanılan

Sentetik Silika-Magnezyum.

Sentetik Alümin-Bor.

Sentetik Silika-Zirkonyum.

} En az kullanılanlar.

3. Hidrokraking

10 – 15 MPa hidrojen gaz basıncı ve 350 – 450 °C sıcaklık altında katalizör yardımıyla; parafin, naften ve araomatiklerin kraking tepkimeleri elde edilir ve bu tepkimeler hidrojen eşliğinde ısı verir.

Jet yakıtı, benzin ve hafif fuel-oil elde etmek için bu kraking yöntemi kullanılabilir.

Kullanılan katalizör, uygun asitlikte bir silika-alümin üzerine yerleştirilmiş, sülfür işlevi gören molibden ve nikel oksit karışımından oluşur.

Kraking işlemleri ile daha çok hafif benzin elde edilir. Kraking koşulları değiştirilerek motorin elde edilebilse de setan sayısı düşük olduğundan Diesel Motorlarında kullanıma uygun değildir.

Sıvı Yakıtlardan Beklenen Özellikler

Sıvı yakıtların özelliklerini belirleyebilmek için çeşitli deneyler yapılır. Bu özellikler ve deneyler şu şekildedir:

- Özgül Kütle
- Elemanter Analiz
- Alevlenme, Yanma ve Kendi Kendine Tutuşma Noktaları
- Donma (Bulutlanma) ve Akma Noktaları
- Kararlılık
- Viskozite ve Viskozite İndeksi

Özgül Kütle (ρ)

Parafinik HC'ların özgül kütleleri en düşük.

Aromatik HC'ların özgül kütleleri en yüksek.

Püskürtme karakteristiği açısından özgül kütle önemlidir.

Damlacık Çapı,

Damlacık Ortalama Yolu,

Birim zamanda Püskürtülen Yakıt, özgül kütlenin fonksiyonudur.

$$\rho_{\text{benzin}} = 735 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{motorin}} = 820 \text{ kg/m}^3$$

Elemanter Analiz

Yakıt içinde bulunan

C

H₂

O₂

S

gibi elementlerin miktarlarının tespiti.

Isıl değerin yüksek olması için C ve H₂'nin mümkün olduğunca fazla olması istenir.

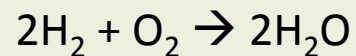
$$H_u = 34013c + 125600h + 10900(s-o) - 2512(9h+w) \text{ Mendelev ifadesi}$$

C'a göre H₂'in daha fazla olması istenir.

Alt ısı değerin yüksek olması.

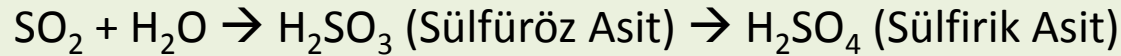
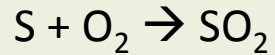
Yanma ürünleri içindeki zararlı emisyon miktarının az olması.

Saf H₂'in $H_u = 120.000 \text{ kJ/kg}$



O₂'de çok bulunmamalı. Alt ısı değeri düşürücü etkisi var. (H_u ifadesi)

Yakıt içerisinde S miktarı mümkün olduğunca az olmalı. S yakıt kalitesini düşürücü elementtir.



H_2SO_3 yüksek sıcaklık etkisi ile parçalanır ve zararlı olmaz.

H_2SO_4 yanma gazlarının çığ (yoğuşma) noktasını yükseltir. $\rightarrow 150^\circ C$

Bu sıcaklıkta korozyon olan asit yoğuşması başlar. Yoğuşmuş olan H_2SO_4 metal aksamların kısa zamanda aşınmasına neden olur.

Ağır yakıtların motor yakıtı olarak kullanılmamasının sebebi içerisinde yüksek oranlarda S bulunmasıdır.

Ağır yakıtların içinde asfaltla birlikte bileşik halinde S bulunur.

Normal koşullarda sert tanecikler halindedir.

Yüksek sıcaklıklarda erir.

Enjektörlerin tıkanmasına neden olur.

Yakıtın içerisindeki asfalt oranı %0.5 – 0.7 (kütlesel) arasında olmalıdır.

Alevlenme, Yanma ve Kendi Kendine Tutuşma Noktaları

Sıvı yakıtın yanabilmesi için;

- Buhar fazına geçmesi,
- Hava ile karışması,
- Yeter büyüklükte enerji kaynağı ile tutuşturulması, gerekir.

Alevlenme Noktası

- Pensky-Martenz kabındaki yakıt ısıtılır.
- Isıtmaya bağlı olarak yakıt buharlaşır ve belli bir sıcaklıktan sonra kap üzerinde hafif HC buharı-hava karışımı oluşur.
- Bu karışıma alev gönderilir.
- Yakıt buharı/Hava oranı uygun ise tutuşma olur.
- $V_{\text{buharlaşma}} < V_{\text{yanma}}$ ise yanan karışımın yerini hemen yanabilir karışım almaz ve yanma durur.
- Bu anda Pensky-Martenz kabı içerisindeki yakıtın sıcaklığı «**alevlenme noktası**» olarak adlandırılır.

| Yakıt Türü | Alevlenme sıcaklığı [°C] |
|-------------------|--------------------------|
| Kerosen (Gazyağı) | 38 |
| Benzin | 20-25 |
| Motorin | 46-65 |

Yanma Noktası

- Yakıt Pensky-Martenz kabı içerisinde ısıtmaya devam edilir.
- $V_{\text{buharlaşıma}}$ gittikçe artar.
- Belli bir sıcaklıkta kap üzerindeki yanan karışımın yerini yanabilen karışım derhal alır.
($V_{\text{buharlaşıma}} > V_{\text{yanma}}$)
- Yakıt buharına-hava karışımına alev gönderilir. Bu durumda yanma başlar ve $V_{\text{buharlaşıma}} > V_{\text{yanma}}$ olduğundan sönmeden devam eder.
- Bu anda Pensky-Martenz kabı içerisindeki yakıtın sıcaklığı «**yanma noktası**» olarak adlandırılır.

Kendi Kendine Tutuşma Noktası

- Yakıtta kendi kendine alev meydana gelmesi oksidasyonun sonucudur.
- Oksidasyon ekzotermik (dışarıya ısı veren) bir reaksiyondur.
- Oksidasyon sonucu açığa çıkan ısıнын ortama atılan ısıdan büyük olması halinde yakıt ısınmaya başlar.

Sıcak bir plakanın üzerine kendi kendine tutuşma sıcaklığı tespit edilecek olan yakıttan bir damla bırakılır.

Yakıt damlası bir ısıtıcı tarafından ısıtılır.

Oksidasyon reaksiyonu sonucu açığa çıkan ısı kaybolan ısıdan (ortama atılan ısı) fazla ise yakıt damlası ısınmaya başlar.

Yakıt damlasının kendi kendini ısıtması sonucu oksidasyon hızı artar ve alev meydana gelir

Alevin meydana geldiğı andaki tabla sıcaklığı yakıtın «**kendi kendine tutuşma sıcaklığı**» olarak adlandırılır.

Kendi kendine tutuşma sıcaklığı belirlenirken sıcaklık ve zaman belirtilmelidir.

İlk 3 dk → 500°C
Takip eden 2 dk → 600°C
Takip eden 1.5 dk → 700°C
Takip eden 1.5 dk içinde 100°C artırılarak ısıtılır

Donma (Bulutlanma) ve Akma Noktaları

Donma Noktası

Yakıt soğutuldukça giderek berraklığını kaybeder ve koyu bir renk alır. Bunun 2 sebebi vardır.

1. Viskozitenin artması. Akışkanlığını kaybetmesi.
2. HC moleküllerin kristalleşmesi. C'u çok olan parafinik HC'lar kristal yapıya dönüşürler. Kristalleşmiş HC'lara «**Wax**» denir. Wa şeklindeki kristallerin özelliği birbirleri ile birleşip bal peteği şekline dönüşmesi ve bünyesinde yakıtı hapsederek akmasını engellemesidir.

- Donma (bulutlanma) noktası tespit edilecek yakıt içinde su olmamasına dikkat edilmelidir.
- Cam tüp içine konan yakıt soğutulmaya başlanır.
- Soğutulan yakıtın saydamlığının bozulduğu sıcaklığa «**Donma (Bulutlanma) Noktası**» denir.

Akma Noktası

Donma noktası tespit edildikten sonra yakıt bir miktar daha soğutulduktan sonra tüp sarsılmadan soğutucudan çıkartılır ve yatay konuma getirilir.

Bu şekilde tüp içerisindeki yakıt 2s sonra akmaya başlarsa bu andaki yakıt sıcaklığına «**Akma Noktası**» denir.

Donma ve akma noktaları yakıtın depolanması ve bir yerden bir yere taşınması esnasında önem arz eder.

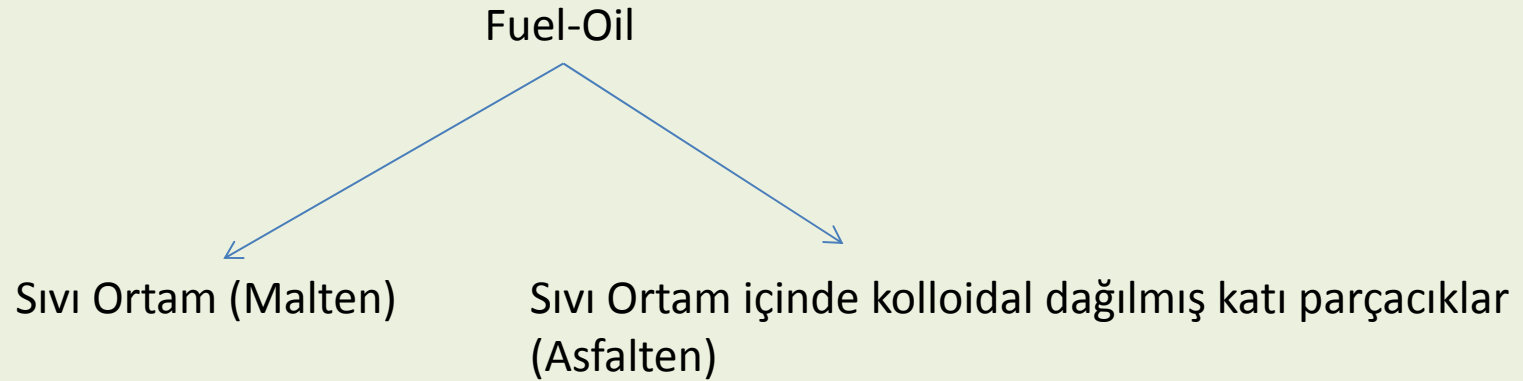
Kararlılık

Bu özellik; yakıtın depolanması esnasında ve depo ile yakıcı arasında bir tortu meydana getirip getirmemesini ifade eder.

Tortunun oluşmasının sebepleri:

1. Yakıtın kendi bünyesinden doğan tortu.
 - Karbon tipi tortu
 - Wax tipi tortu
2. Yabancı maddelerden doğan tortu
 - Su
 - İnorganik maddeler
 - Organik maddeler

Örnek: Fuel-Oil'de (Ağır Yakıt) tortu oluşması.



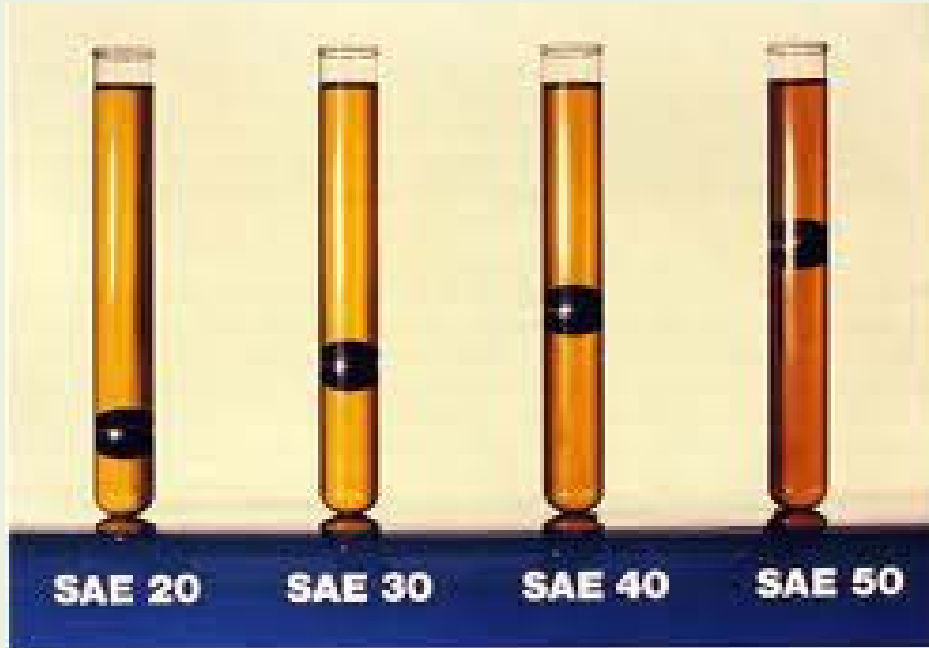
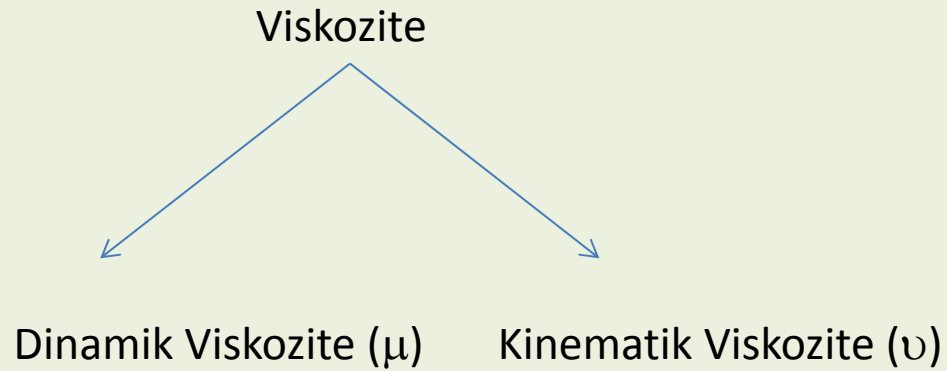
- Asfaltenler Malten içinde çözelti halinde bulunduğundan yüzey gerilimleri arasında bir denge vardır.
- Fuel-Oil'i inceltmek için pentan veya heptan ilave etmek ya da ısıtmak malten ve asfalten arasındaki yüzey gerilimini bozar.
- Eğer yakıtta tam bir kararlılık varsa bu denge bozulmaz.

Dengenin bozulup bozulmayacağını tespit etmek için uygulanan deney «**Flokülasyon Oranı**» deneyidir.

Viskozite

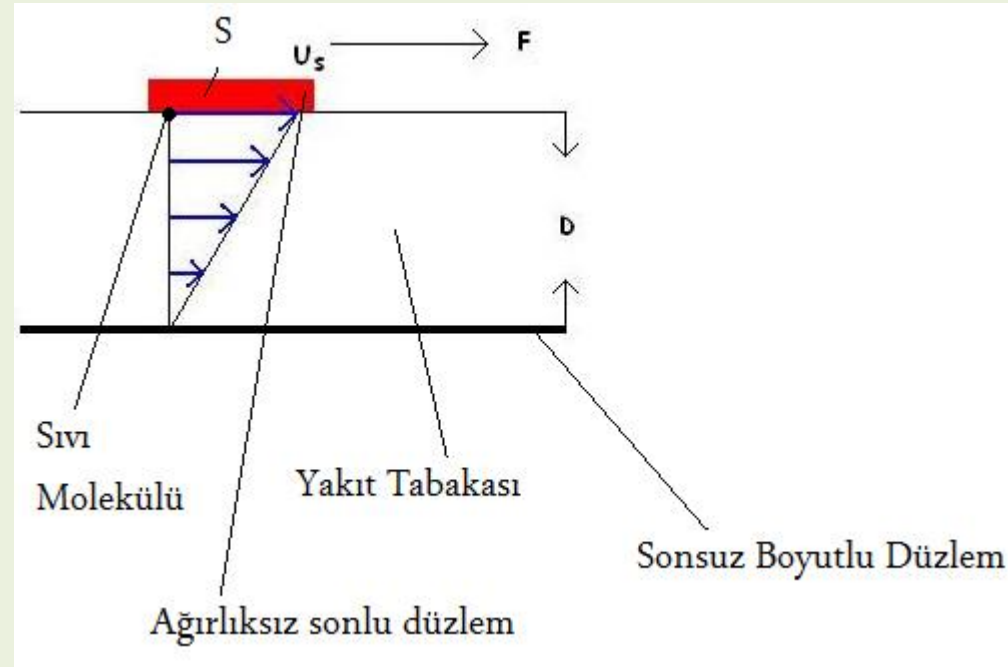
Bir sıvının akmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Sıvı ne kadar az akıcı ise viskozitesi o kadar yüksektir.

Viskozite yakıların borulardan akışı ve püskürtme özelliklerinin belirlenmesinde kullanılır.



Dinamik Viskozite

Sıvı moleküllerinin iç sürtünmelerini karakterize eden bir katsayıdır.



Dinamik viskozite çekme kuvvetinin (F) birim yüzeye (S) düşen kısmının hız gradienine (dU_s/dD) bölümüne denir.

$$\mu = \frac{F}{S} \cdot \frac{dU_s}{dD}$$

Dinamik viskozite birimi: poise=[g/cm.s]

Uygulamada poise'ın 100'de biri olan centipoise (cp) kullanılır.

Kinematik Viskozite

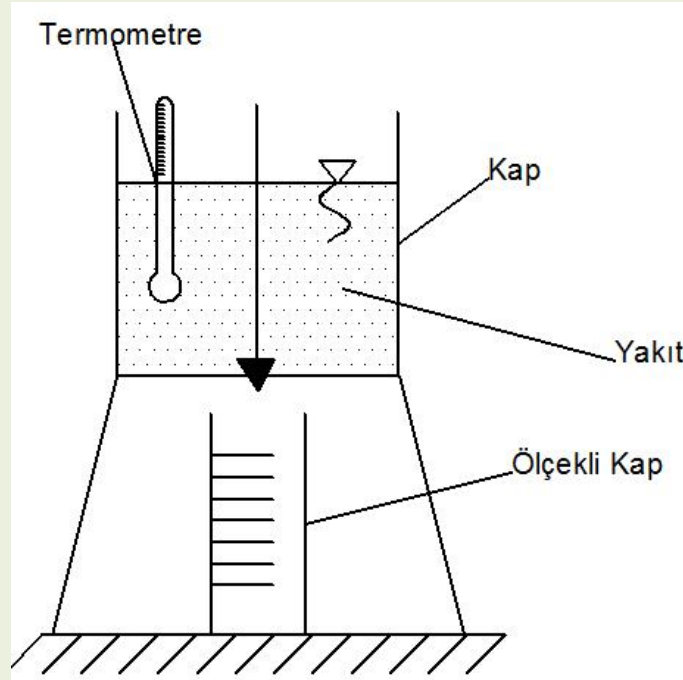
Dinamik viskozitedeki kuvvet veya kütle birimi yok edilirse kinematik viskozite elde edilir.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

ρ : yakıtın özgül kütlesi [g/cm³]

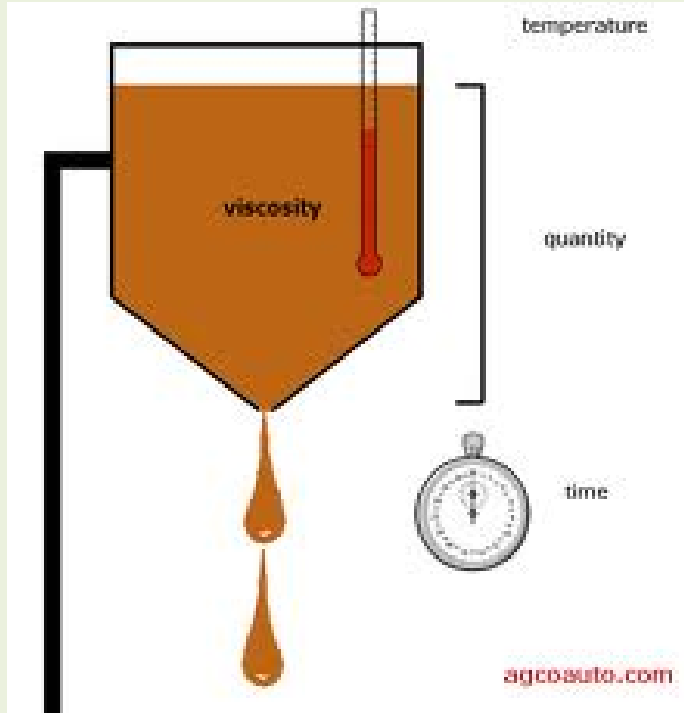
Kinematik viskozite birimi: stokes=[cm²/s]

Uygulamada stokes'un 100'de biri olan centistokes (cs) kullanılır.



Viskozite Ölçmede Kullanılan Yöntemler

1. Saybolt Yöntemi (SSU): ABD'de
2. Redwood Yöntemi (RI): İngiltere'de
3. Engler Yöntemi ($^{\circ}$ E): Avrupa'da



Belli sıcaklığa sahip bir yakıtın belli hacminin kaptan akış zamanı ölçülür.

Her 3 yöntemde de viskozite ölçme prensibi aynıdır.

Ancak kapların boyutları farklıdır.

1. Saybolt Yöntemi

100°F sıcaklıktaki yakıtın 60 cm³'nün belli bir kaptaki akış zamanı olarak ölçülür. **Örnek:** akış zamanı 40 s ise viskozite 40''SSU/100°F olarak verilir.

2. Redwood Yöntemi

100°F sıcaklıktaki yakıtın 50 cm³'nün belli bir kaptan akış zamanı olarak ölçülür. **Örnek:** akış zamanı 38 s ise viskozite 38''RI/100°F olarak verilir.

3. Engler Yöntemi

20°C sıcaklıktaki yakıtın 200 cm³'nün belli bir kaptan akış zamanının; aynı kaptaki, aynı sıcaklıktaki, aynı miktardaki suyun akış zamanına oranıdır.

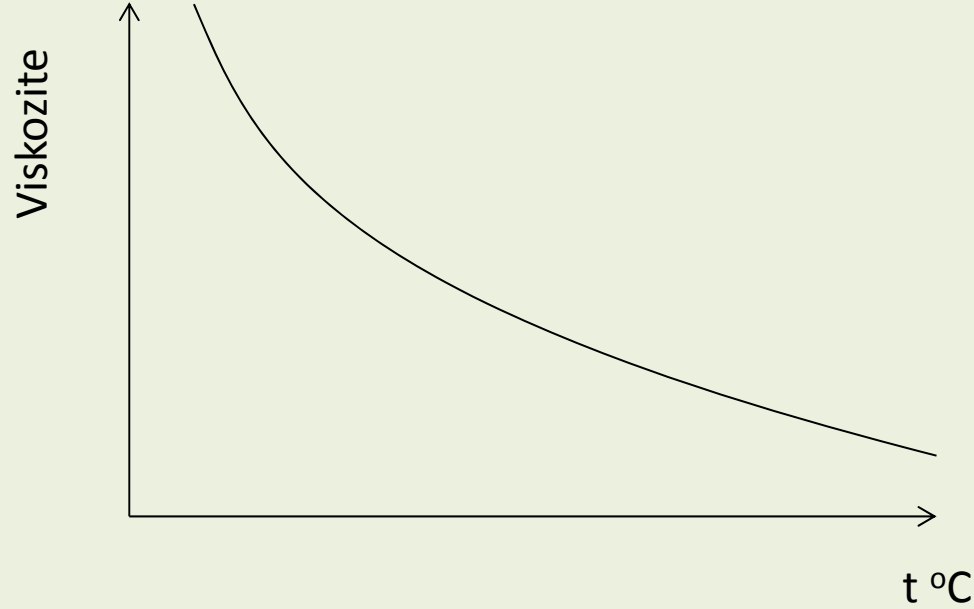
Örnek: Suyun akış süresi 19 s

Yakıtın akış süresi 38 s

Yakıtın Viskozitesi $\frac{38}{19} = 2$ °E

Viskozite indeksi

Yakıtın viskozitesinin sıcaklıkla ne şekilde değiştiğini gösterebilmek için bulunmuş bir yöntemdir. Walther yaptığı çalışmalarda viskozitenin sıcaklıkla birlikte düştüğünü göstermiştir.



Walther Bağntısı

Viskozitenin sıcaklıkla değişimini Walther Bağntısı gösterir.

$$\log\log(\nu + k) = a \cdot \log(T) + b$$

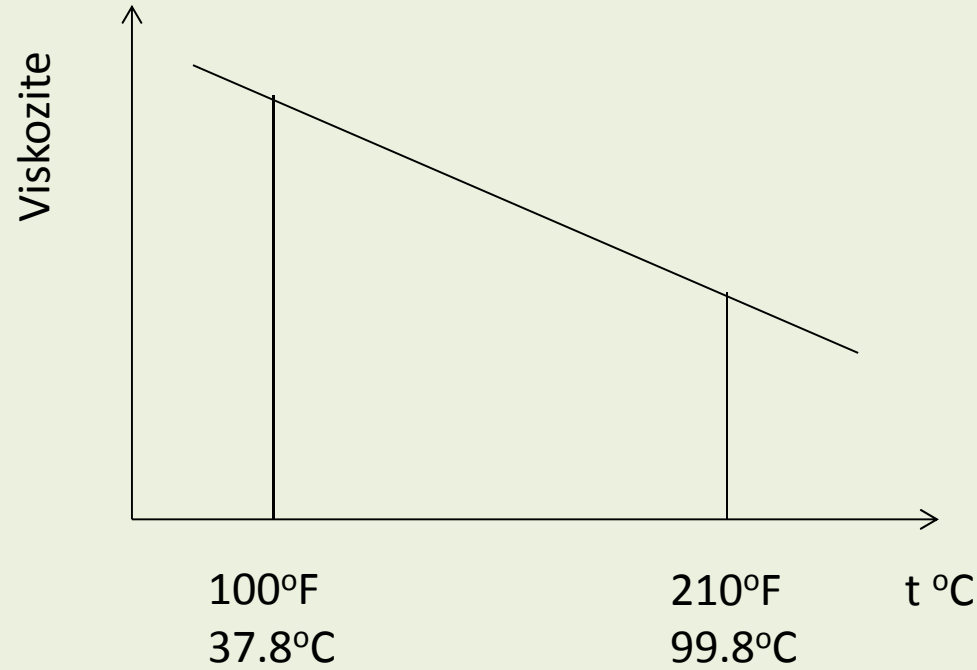
ν : kinematik viskozite [cst]

$k=0.6 - 0.8$ Yakıt için 0.6 alınabilir.

a, b : yakıtın parafenik veya naftenik olmasına bağlı olarak değişiklik gösteren katsayılar

T : Sıcaklık [K]

Bu bağıntıda düşey eksen çift logaritmik, yatay eksen tek logaritmik seçilirse sıcaklığın fonksiyonu olarak viskozite değişimi doğrusal gösterilebilir.



Herhangi bir yakıtın viskozite indeksi (VI) bulunurken;
A ve B yakıtlarının viskozitelerinin karşılaştırılması esas alınır.
A yakıtının viskozite indeksi 0,
B yakıtının viskozite indeksi 100,
Diğer yakıtların viskozite indeksleri bunların arasında kabul edilir.

Bir yakıtın VI'ı bulunurken öncelikle;

A ve B referans yakıtları ile VI bulunacak yakıtın 100°F ve 210°F sıcaklıktaki kinematik viskoziteleri saptanır.

Her üç yakıtın 210°F sıcaklıktaki kinematik viskoziteleri eşit olmalıdır.

$$VI = \frac{A - X}{A - B} \cdot 100$$

A : VI'ı 0 olan yakıtın 100°F sıcaklıktaki kinematik viskozitesi.

X : VI'ı bulunacak olan yakıtın 100°F sıcaklıktaki kinematik viskozitesi.

B : VI'ı 100 olan yakıtın 100°F sıcaklıktaki kinematik viskozitesi.