



Yakıtlar ve Yanma

2.Hafta

KULLANIM AÇISINDAN KÖMÜRDE ARANAN ÖZELLİKLERİ BELİRLEMEK İÇİN YAPILAN TESTLER

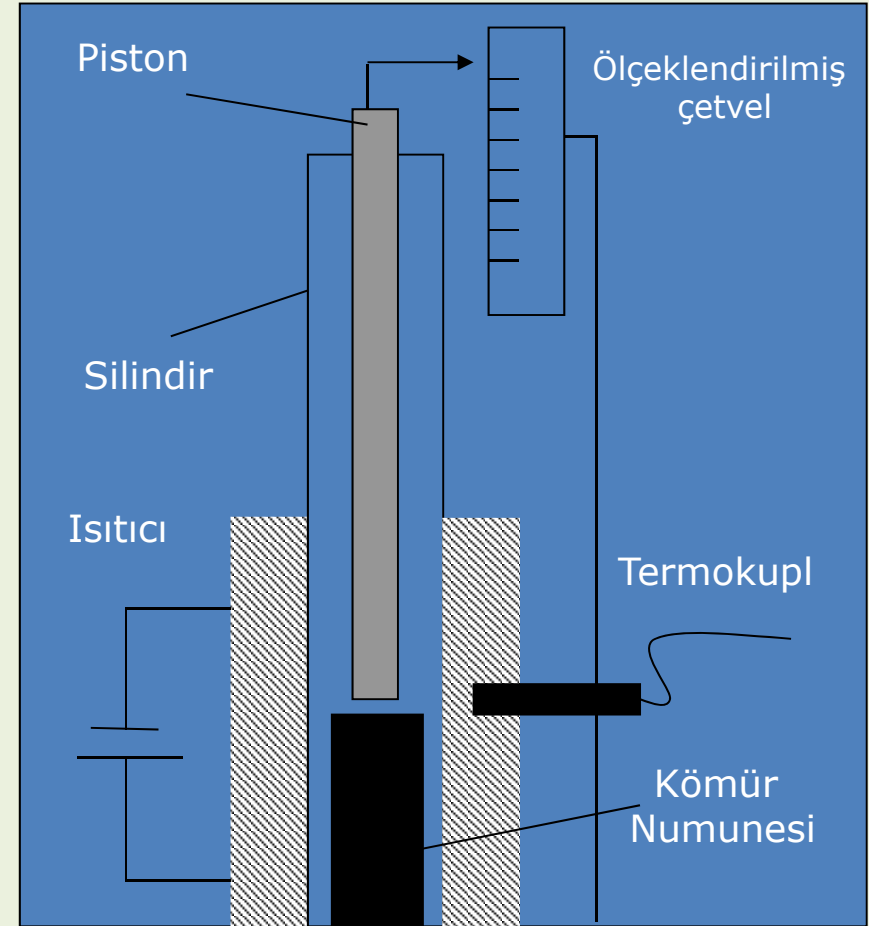
Taşkömürünün koklaşma özelliğinin belirlenmesinde kullanılan testlerdir. Ayrıca bu testler taşkömürlerinin sınıflandırılmasını da referans olur.

1. Dilatometre testi
2. Serbest Kabarma İndeksi
3. Gray-King Kok Tipi Testi
4. Roga İndeksi

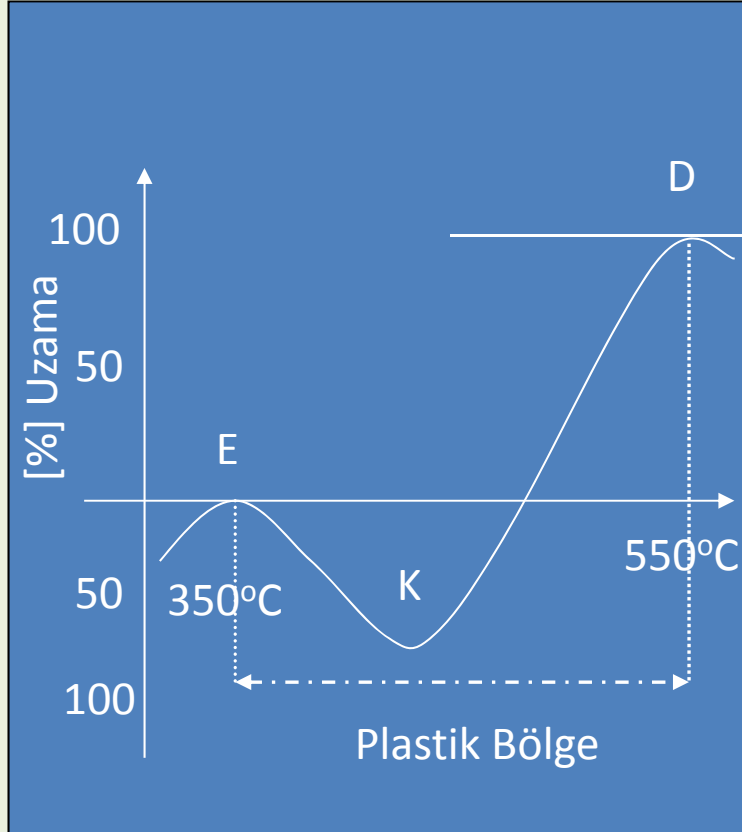
1. Dilatometre Testi

Kömürün 350-550°C arasında oluşan yumuşama ve şişme olayları ile bu plastik bölgede oluşan yarı kokun daha sonra büzülme bölgesinde geçirdiği hacim değişikliklerini izleyerek üretilecek kokun nitelikleri hakkında ön bilgi verir.

Arnu-Audibert Dilatometresi kullanılır.



Dilatometre Testine Göre Kömürün Uluslararası Sınıflandırılması



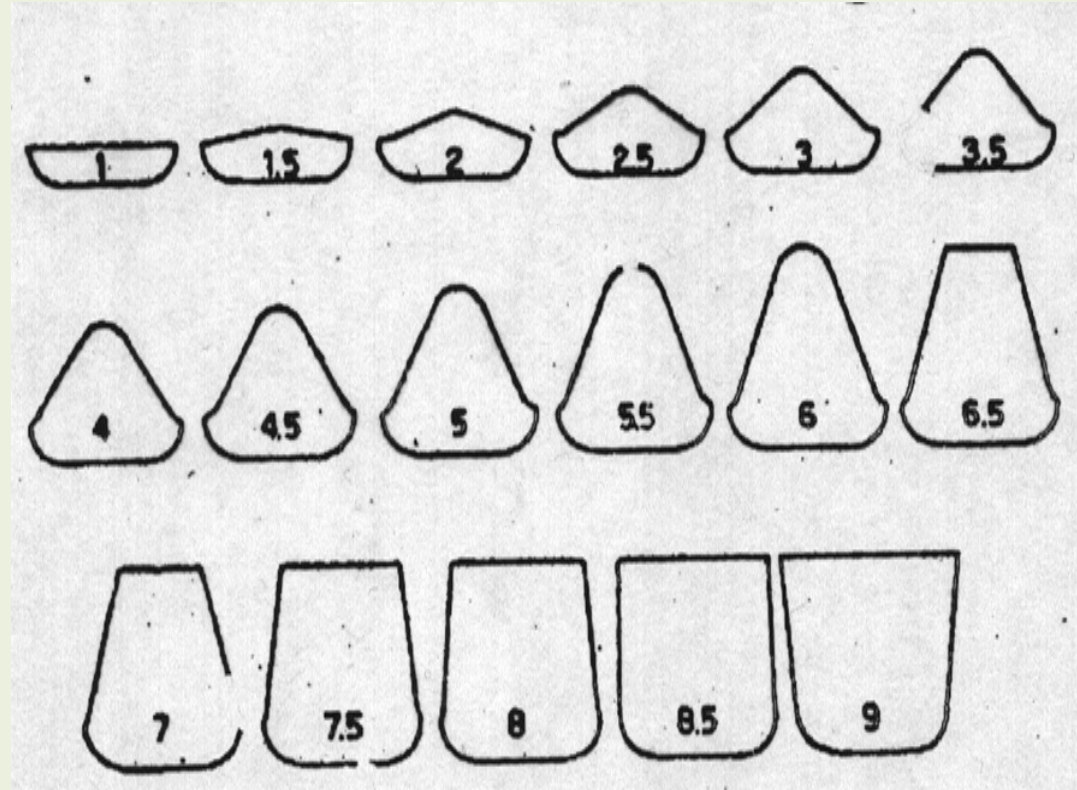
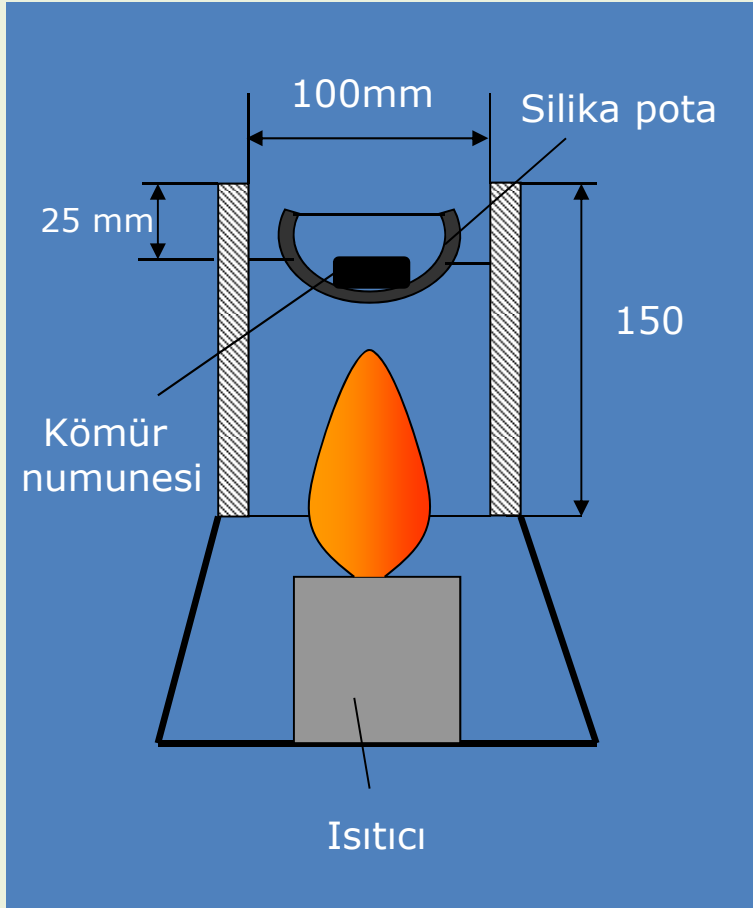
Dmax : Dilatasyon (şişme)
Kmax: Kontraksiyon (büzülme)

Grup No	Max Dilatasyon [%]	Anlamı
0	Yumuşama Yok	Koklaşmaz
1	Sadece Büzülme	Çok zayıf Koklaşma
2	0	Zayıf Koklaşma
3	0 - 50	Orta Koklaşma
4	50 - 140	Kuvvetli Koklaşma
5	140 - üstü	Çok Kuvvetli Koklaşma

2. Serbest Kabarma İndeksi

Kömürün üzerinde baskı yokken ısıtıldıktan sonra geriye kalan kısım, koklaşabilirlik özelliği hakkında bir ön bilgi edinilmesini sağlar. 0.2 mm elekten geçirilmiş 1 g kömür numunesi 2.5 dk içinde içinde uçucu madde kalmayacak şekilde 820°C sıcaklığa ısıtılır.

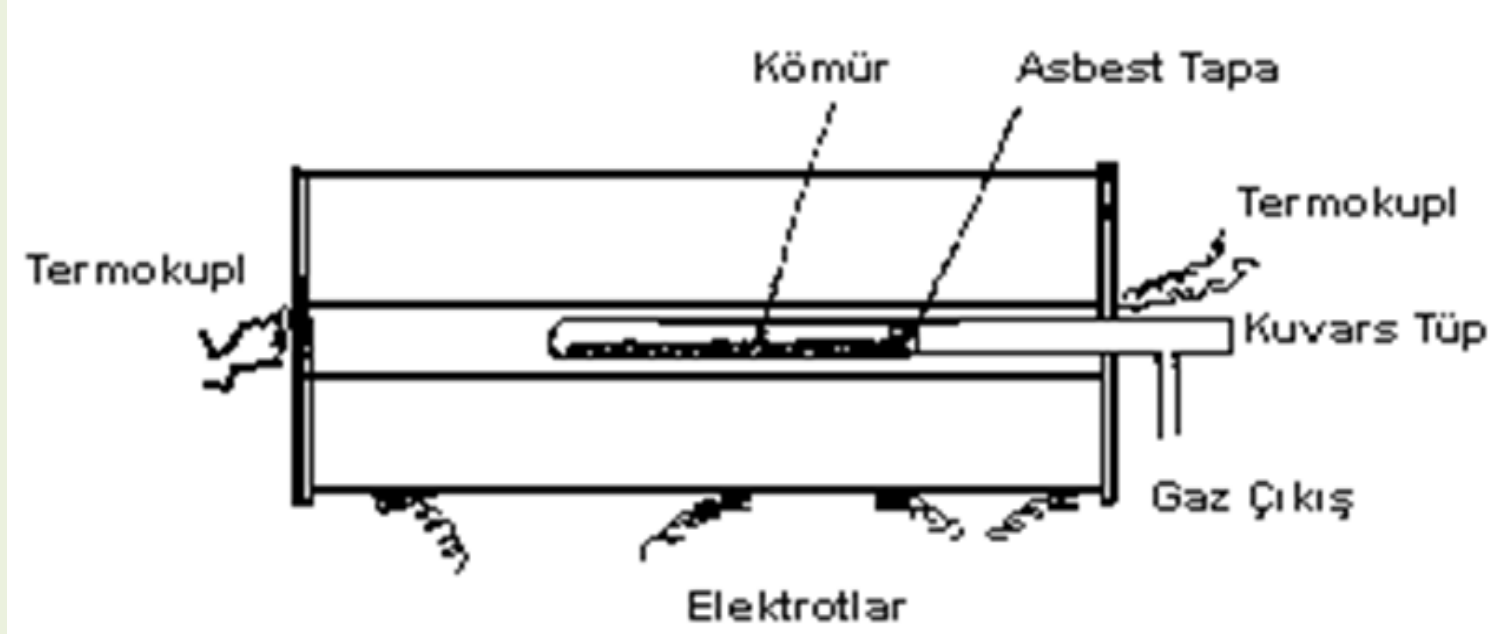
Standart Profiller



Serbest Kabarma Göre Kömürün Uluslararası Sınıflandırılması

Grup No	Serbest Kabarma İndeksi	Anlamı
0	0 - 0.5	Koklaşmaz
1	1 - 2	Çok zayıf Koklaşma
2	2.5 – 4 4.5 - 6	Orta koklaşma Kuvvetli koklaşma
3	6.5 - 9	Çok kuvvetli koklaşma

3. Gray-King Kok Tipi Testi



- 0.2 mm elekten geçirilen 20 gr kömür retord tüpüne (kuvars camından yapılmış damıtma tüpü) konur.
- Dakikada 5°C ısıtılarak 590°C kadar ısıtılır.
- Retord tüpü gaz ve uçucuların uçmasına izin verir.
- 590°C de 15 dk tutulur ve tüp içindeki kok standart profil ile karşılaştırılır.
- A-G'ye sınıflandırma yapılır.
- G tipi şişme ve daralma olmayan kok tipidir.



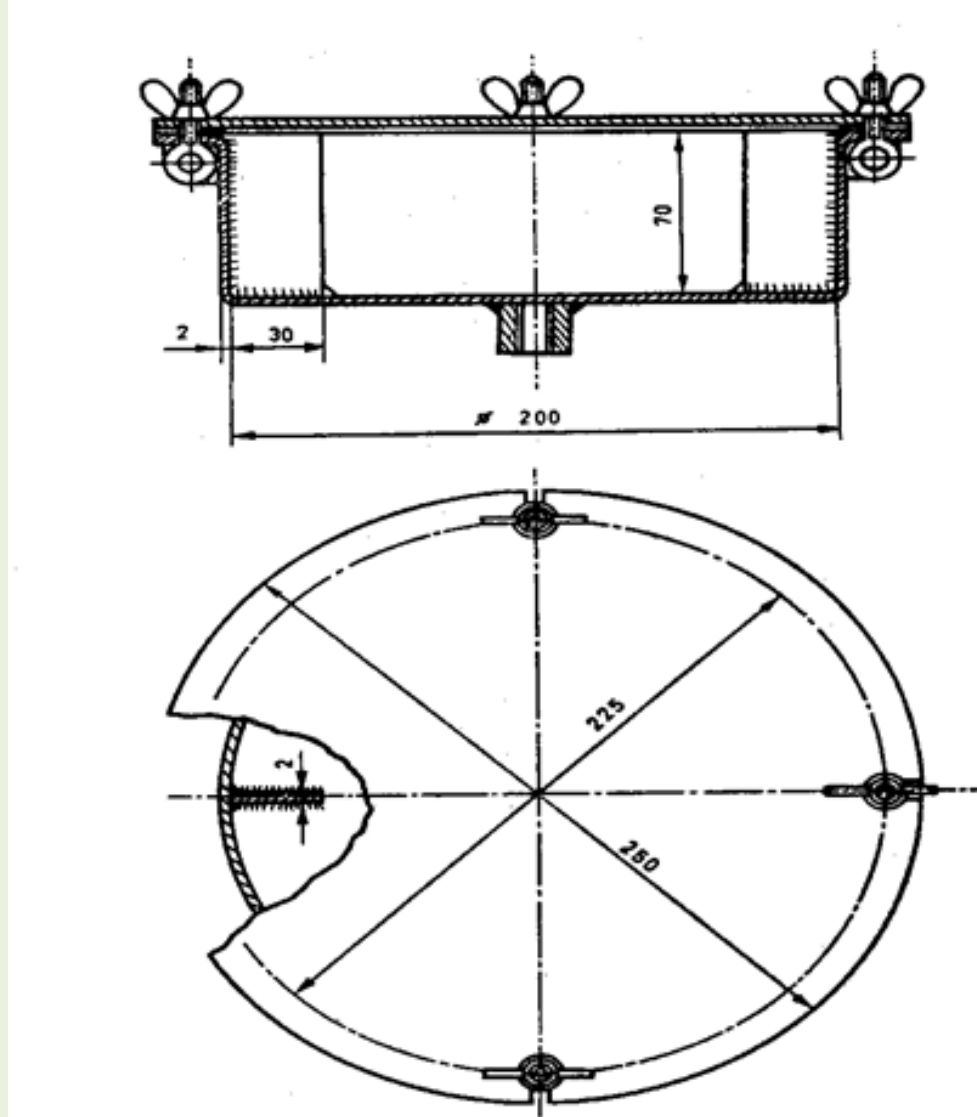
G tipi iyi erimiş ancak ne şişmeye ne de daralmaya uğramamış kok tipi demektir.

Gray-King Kok Tipi Tespitine Göre Kömürün Uluslararası Sınıflandırılması

Grup No	Gray-King Kok Tipi	Anlamı
0	A	Koklaşmaz
1	B - D	Çok zayıf koklaşma
2	E - G	Zayıf koklaşma
3	G1 – G4	Orta koklaşma

4. Roga İndeksi

1 g kömür 5 g antrasitle karıştırılarak çelik bir kalıpta 30 s süre ile 60 Pa'lık bir basınçta sıkıştırılır. Hazırlanan bu numune 15 dk süre ile 850°C sıcaklıkta tutulur. Elde edilen kok 1500 d/d hızındaki özel bir aşındırma tamburu içerisinde 12000 tur döndürülerek kütle kaybı hesaplanır.



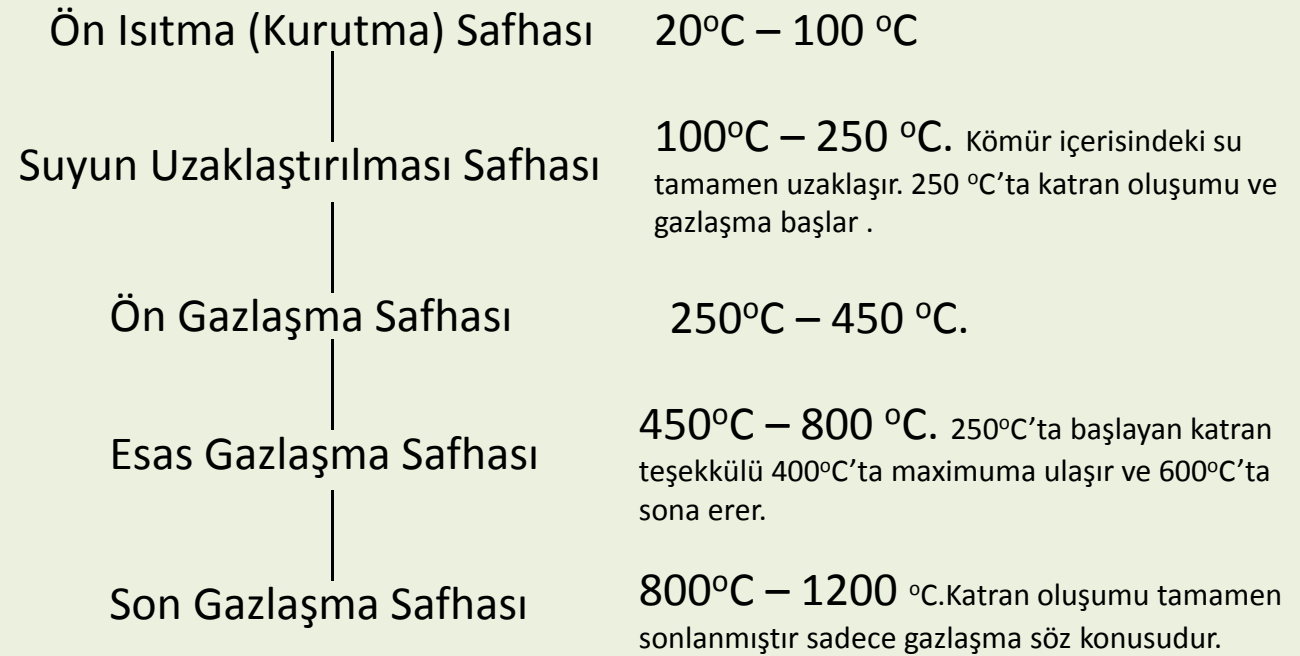
Roga İndeksine Göre Kömürün Uluslararası Sınıflandırılması

Grup No	Roga İndeksi	Anlamı
0	0 - 5	Koklaşmaz
1	5 - 20	Zayıf koklaşma
2	20 - 45	Orta koklaşma
3	45 - üstü	Kuvvetli koklaşma

KÖMÜRÜN KOKLAŞTIRILMASI

Kömürün havasız (oksijensiz) ortamda tüm uçucu bileşenleri uzaklaştırılana kadar ısıtılması.

Kömürün koklaştırılması 5 safhada gerçekleştirilir.

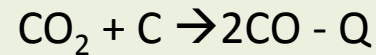
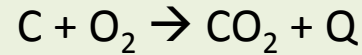


KÖMÜRÜN GAZLAŞTIRILMASI

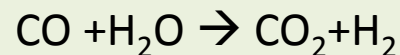
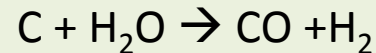
Katı yakıtlardaki organik kısımların bazı gaz ve buharlar yardımıyla gaz ürünlere dönüştürülmesine "gazlaştırma" denir. Burada, katı ve gaz fazların oluşturduğu heterojen tepkimeler söz konusudur. Gazlaştırıcı olarak su buharı, hava, H_2 , CO_2 , O_2 ya da bunların karışımları kullanılır.

Kömürün Gazlaştırılması ile Elde Edilen Ürünler

1. Hava Gazı (Jenaratör Gazı) : Kızgın kömürün üzerine belli miktarda hava üflenmesi ile elde edilir. Hacimsel olarak %35 CO ve %65 N_2 'tan oluşur. Isıl değeri düşüktür.



2. Su Gazı : Kızgın Kömür içerinden su buharı geçirilmesi ile elde edilir. Çok yüksek alev sıcaklıklarının gerektiği yerlerde kullanılır. Bu gaz başlangıçta yüksek sıcaklığa ısıtılıp yanmaya sokulur.



3. Kuvvet Gazı : Kızgın kömür üzerinden bir miktar hava ile su buharı geçirilerek elde edilir. Hava Gazı ile Su Gazının karışımıdır.

Elemanter Analizi (Hacimsel)

%24.6 – 29.2 CO

%14.8 – 10.1 H₂

%1.6 – 0.8 CH₄

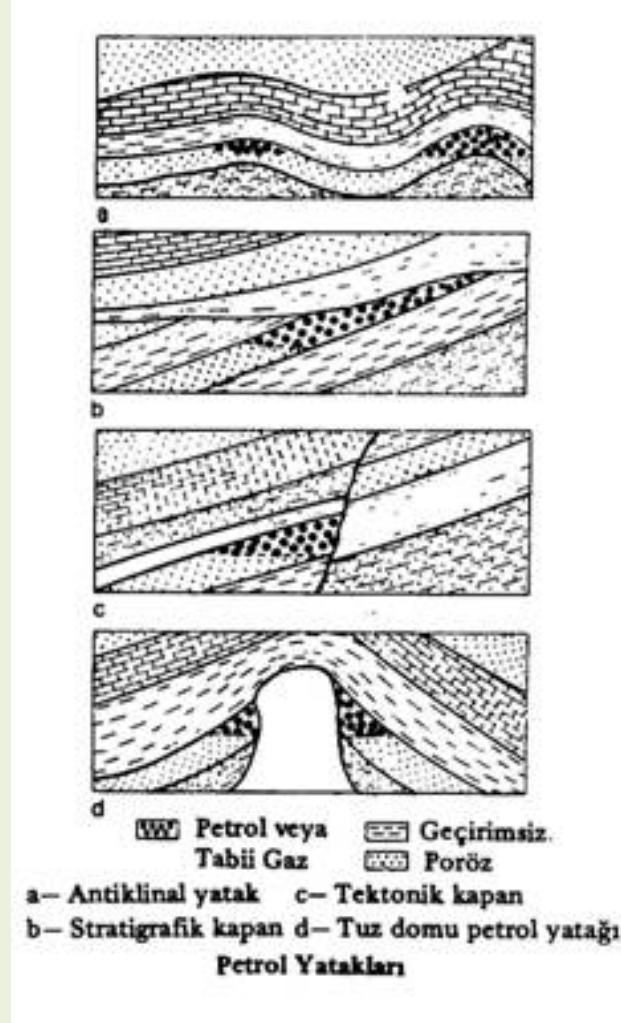
%6.0 – 3.5 CO₂

%53.0 – 56.2 N₂

SIVI FOSİL YAKITLAR

Petrol

Petrol, yeryüzündeki çatlaklar ve kırıklardan yer altına sızarak, çeşitli hafif hidro-karbonlar, katran, asfalt veya bitüm olarak kayalar arasındaki boşluklarda toplanır. Bu oluşum özelliğinden dolayı, Latince “petra (kaya)” ve “oleum (yağ)” sözcüklerinden türetilen “petroleum (petrol)” adı verilmiştir. Petrol doğada bulunan kompleks bir hidrokarbon karışımı olarak tanımlanır.



Petrol'ün Tarihçesi

- Heredot M.Ö. 450'de Tunus'da ve Yunan adalarında petrol sızıntılarından bahsetmiştir. Savaşlarda yakıcı madde olarak kullanılmıştır.
- 1745'de Fransa'da Pechelbronn'daki petrollü kumlarda ilk petrol kuyusu açılmıştır.
- 1847'de iskoçya'da James Young tarafından petrollü şeyller (kayaçlar) işletilmiştir.
- 1857'de ABD'de Drake tarafından Pennsylvania'da ilk petrol üretim kuyusu açılmıştır.
- 19. Yüzyıl ortalarına kadar petrol üretimi ilkel yöntemlerle sürdürülmüş, asfalt, ham petrol ve yağ olarak üretilip kullanılmıştır.
- 19. Yüzyıl'ın 2. yarısından sonra kablolu sondaj makinaları icat edilmiş sondaj cihazları bundan sonra giderek daha da geliştirilmeye başlanmıştır.
- I.dünya savaşı sonrası dünyada petrolün önemi giderek artmış, otomobil ve diğer motorlu araçların yaygın kullanılmaya başlaması ile petrole ihtiyaç giderek artmıştır.
- Dünyadaki dev petrol şirketleri kurulmuştur.

British Petroleum (BP)

Shell

Mobil

Exxon

Gulf

Texaco

Chevron

- 1960'da OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) kuruldu.

TÜRKİYE'DE PETROL ARAŞTIRMALARI

- İlk bulgular 19. Yüzyılın sonuna doğru Trakya yarımadasında yapılmıştır.
- 1935 de MTA'nın kurulması ile petrol aramaları başlamıştır.
- İlk üretim kuyusu 1940 da Raman'da açılmıştır.



- 1954 de MTA petrol faaliyetlerini TPAO'ya devretmiştir. TPAO çeşitli yabancı ülkelerle ortak anlaşmalar yaparak faaliyetini sürdürmektedir.

Petrol'ün Oluşumu

Petrolü oluşturan hammaddenin ;

- İnorganik (Anorganik)
- Organik

olmak üzere iki ayrı kaynağı olup , petrolün oluşumunda bu kaynaklara dayanan iki teori grubu ortaya çıkmıştır (İnorganik Oluşum Teorileri - Organik Oluşum Teorileri).

Organik oluşum teorileri günümüzde hemen hemen herkes tarafından kabul edilmekle birlikte inorganik oluşum teorileri üzerinde de hala durmaktadır.

Bunun nedeni inorganik bir element olan H_2 'nin petrolün oluşumu üzerinde oynadığıdır.

Bazı bilim insanları petrolün halen bulunduğu kapan içinde veya hemen civarında meydana geldiğini kabul ederken;

Bir çokları petrolün başka yerlerde oluştuğunu sonradan migrasyon (göçetme) ile şimdiki yerine taşındığını kabul etmektedir.

İnorganik Oluşum Teorileri

İlk olarak 1866'da Berthelot tarafından ortaya atılan ve 1879'da Mendeleyev tarafından desteklenen bir teoriye göre petrol inorganik kökenlidir.

Laboratuarda metan, asetilen ve benzol gibi maddeleri elde eden bu kimyagerler doğadaki petrolün de yeraltında kimyasal reaksiyonlar ve volkanik olaylarla oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.

- Berthelot'a göre;

Yer katmanları içerisinde serbest olarak dolaşan alkali metaller, CO_2 ile temasa geçince yüksek ısının yardımı ile asititleri oluşturmakta, bunların H_2O ile reaksiyonu asetilen gazını (C_2H_2) yani hidrokarbonları meydana çıkarmaktadır.

- Mendeleyev'e göre;

Yerin derinliklerinde bol miktarda demir karpit bulunmaktadır, bunlar yukarıdan aşağıya inen yüzey suları ve aynı zamanda ısı ve basıncın yardımı ile hidrokarbonları meydana getirmişlerdir.

1927'de Gaedick yarı inorganik bir teori ortaya attı.

- Gaedick'e göre;

Kara suları radyoaktif minerallerin yaydıkları ışınların etkisi ile O_2 ve H_2 'ne ayrılmış, bu şekilde meydana gelen H_2 çok aktif olduğundan inorganik veya organik kökenden gelme karbonla birleşerek hidrokarbonları oluşturmuştur.

1956'da Peyve ve 1966'da da Subbottin büyük ve derin faylardan çıkan hidrokarbon gazlarına dayanarak, bu gazların mantodan çıkıp kabuk içerisinde depolandıklarını ve sıvı petrole dönüştüklerini ileri sürdüler.

İnorganik oluşum teorileri çok fazla miktarlardaki H_2 'nin oluşumunu açıklayabildikleri için kabul görmüşlerdir. Bu teorilerin petrolün oluşumunu açıklayamamasının sebepleri :

1. Petrolün çoğunlukla deniz tabakaları içinde bulunması. Volkanik taşlar içerisinde bulunması ise migrasyon (göçetme)'nin sonucudur.
2. Yerin derinliklerine indikçe petrolün artışı diye bir kural yoktur. Tam tersi en eski ve en yaşlı tabakalarda en az petrol bulunmaktadır.
3. Petrol optik bakımdan aktiftir (polarize ışığı yansıtır). Ayrıca petrol içinde bulunan pyridine ve porphyrine maddeleri de organik kökenlidir.
4. İnorganik teoriler birkaç basit hidrokarbon oluşumundan daha ilerisini açıklayamaz. Oysa petrol karmaşık bir kimyasal yapıya sahip bir hidrokarbondur.

Organik Oluşum Teorileri

Petrolün organik kökenden gelmesini destekleyen sebepler şunlardır:

1. Çökelmiş kayalar içinde bulunan çok büyük miktarlardaki organik maddeler.
2. Petrolün içerisinde porphyrine maddesi vardır. Bitkilerin klorofil maddesinden elde edilen porphyrine organikdir.
3. Hemen hemen bütün petrolerde N_2 bulunması. N_2 proteinli organik maddelerin ayrışması sonucu oluşur ve amino asitlerin esas maddesidir.
4. Optik aktivite. Yapılan araştırmalar petrole bu özelliği veren $C_{26}H_{45}OH$ (kolesterol) maddesi sadece bitki ve hayvanlarda bulunmaktadır.

Sonuç olarak;

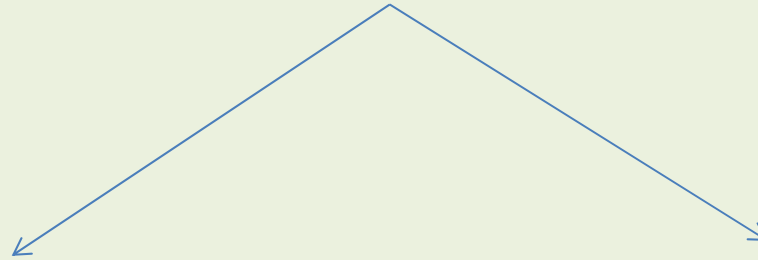
Bir petrol yatağı, peş peşe gerçekleşen olaylar sonucu oluşan hidrokarbonlar topluluğudur. İlk eleman, hammaddeler denilebilecek birincil kaynak organik maddelerdir; Yeraltı tabakalarında tortu veya birikintilerle karışık halde toplanan bu hammaddeler basınç, sıcaklık ve zaman parametrelerine bağlı olarak çok çeşitli ve karmaşık fiziksel, biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlarla transformasyona uğrayarak petrole dönüşür.

Ham Petrolün Kimyasal Yapısı

Kimyasal yapısı çoğunlukla karbon ve hidrojenden oluşmaktadır ve kısaca hidrokarbon olarak adlandırılır. Ham petrolün içerisinde az miktarda S'de bulunur. S miktarının az olmasına rağmen ürün kalitesi üzerine etkisi önemlidir.

Element	Kütlesel Yüzde
C	82 - 87
H ₂	12 - 18
O ₂	0.1 – 7.4
N ₂	0.1 – 2.4
S	0.1 – 5.5
V, Fe, Mg, Ca, P, Zn, Co	0.1 – 1.2

Bağ Şekillerine Göre Ham Petrolün Yapısındaki Hidrokarbonlar



1. Alifatik (Zincir yapısında)

- Parafinler
- Olefinler
- Asetilenler
- Diolefinler

2. Karbosiklik (Halka yapısında)

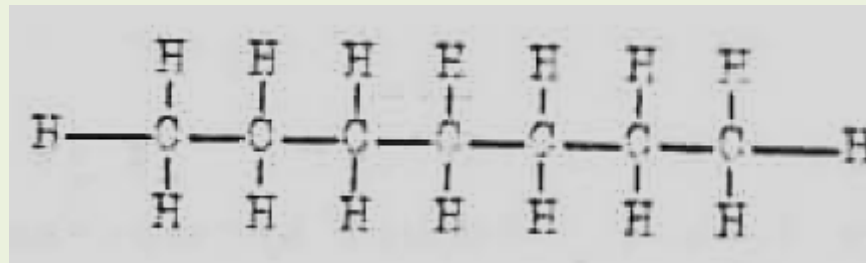
- Aromatikler
- Naftenler

1. Alifatik Hidrokarbonlar

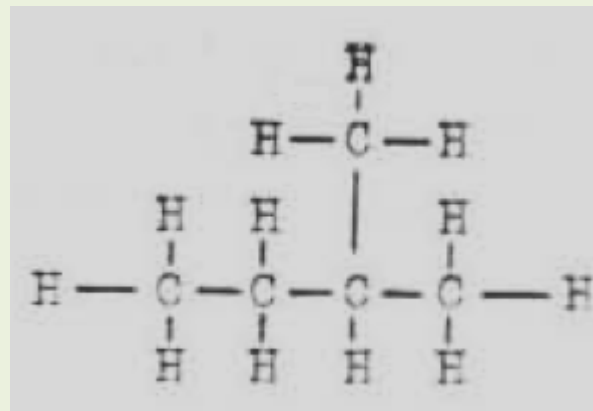
- Parafinler

Kapalı Genel Formülü : C_nH_{2n+2}

- Tüm C atom bağları H atomları ile doldurulmuştur. Bu yüzden doymuş HC sınıfındadırlar.
- C atomları düz veya dallanmış zincir şeklinde olabilir. Dallanmış olanlara izoparafin denir.



C_7H_{16} n-Heptan

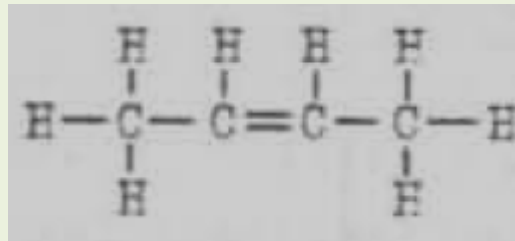


C_5H_{12} izopentan

- Olefinler

Kapalı Genel Formülü : C_nH_{2n}

- Tüm C atom bağları H atomları ile doldurulmamıştır. Bu sebeple Petrol içindeki hava ile reçineleşirler.
- Kıraking (kıırma) olayı esnasında çok fazla miktarlarda oluşurlar.

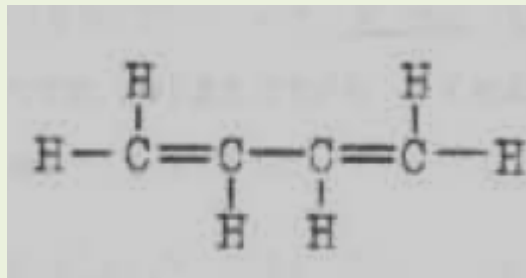


C_4H_8 Büten

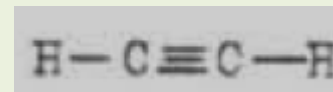
- Asetilenler

Kapalı Genel Formülü : C_nH_{2n-2}

- Tüm C atom bağları H atomları ile doldurulmamıştır. Bu sebeple doymamış HC sınıfındandırlar.



C_4H_6 Bütadien



C_2H_2 Asetilen

- Diolefinler

Kapalı Genel Formülü : C_nH_{2n-2}

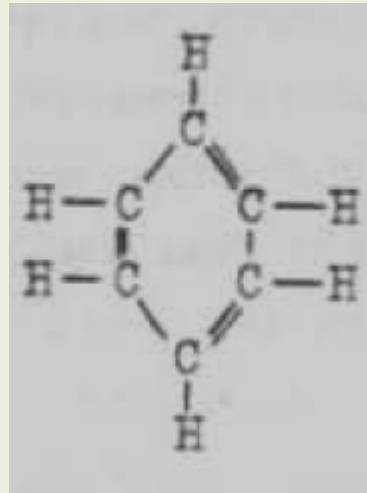
- Kapalı formülleri itibarı ile asetilenle aynı olmalarına rağmen asetilenlerden daha farklı molekül yapısı içerirler.

2. Karbosiklik Hidrokarbonlar

- Aromatikler

Kapalı Genel Formülü : C_nH_{2n-6}

- Doymamış HC sınıfındandır.
- Molekül yapıları halka şeklindedir.
- Keskin kokuları vardır.

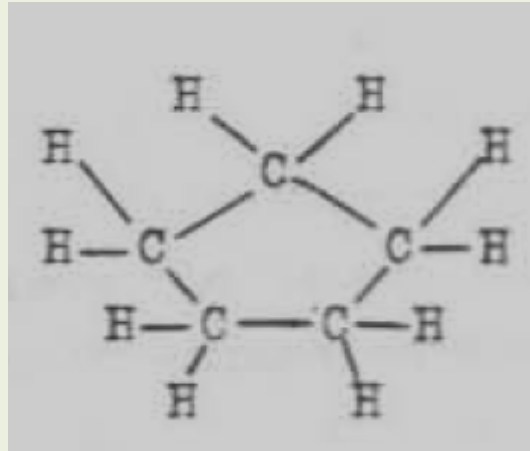


C_6H_6 Benzen

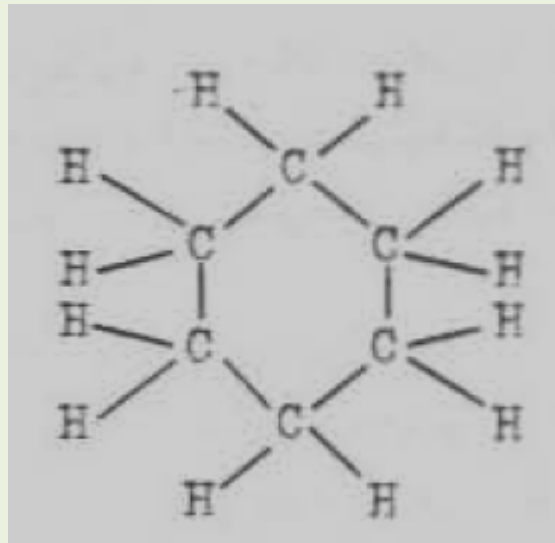
- Naftenler

Kapalı Genel Formülü : C_nH_{2n}

- Halka şeklinde molekül yapılı.
- Doymamış HC sınıfındandırılar.



C_5H_{10} Siklopentan



C_6H_{12} Sikloheksan

Ham Petrol'ün Fiziksel Özellikleri

- Yoğunluk
- Hacim
- Viskozite
- Kırılma İndeksi
- Flüoresans Özelliği
- Renk ve Koku
- Isıl Değer
- Parlama Noktası

Yoğunluk

Ham petrolün yoğunluğu onun kimyasal bileşimini yansıtır. Petrol içerisindeki hidrokarbon yüzdesi, gaz miktarı ve asfalt gibi ağır hidrokarbonların oranı, sülfür oranı, sıcaklık gibi faktörler petrolün yoğunluğunu etkiler.

Bir maddenin YOĞUNLUĞU, belli hacimdeki maddenin ağırlığının aynı hacimdeki suyun ağırlığına olan oranıdır.

Bir maddenin ÖZGÜL AĞIRLIK ise, belli hacimdeki maddenin ağırlığıdır.

Petrol için özgül ağırlık yerine Amerika'da A.P.I. (American Petroleum Institute) derecesi Avrupa'da ise BAUME derecesi kullanılır.

$$A.P.I.^{\circ} = \frac{141.5}{d_{60/60^{\circ}F}} - 131.5$$

$$BAUME = \frac{140}{d_{60/60^{\circ}F}} - 130$$

$d_{60/60^{\circ}F}$ Özgöl kütle oranı: 60°F (15.6°C) sıcaklıktaki petrolün özgöl kütlesinin aynı sıcaklıktaki suyun özgöl kütlesine oranı.

Özgöl Ağırlık ve A.P.I.°'ne göre Petrol Çeşitleri

Özgöl Ağırlık (g/cm ³)	A.P.I.°	Petrol Çeşidi
0.7 – 0.8	70 - 45	Çok Hafif
0.8 – 0.9	45 - 25	Hafif
0.9 – 1.0	25 - 10	Ağır

Hacim

Hacmi etkileyen faktörler sıcaklık, basınç ve petrolün içerisinde çözünmüş olan madde miktarıdır.

Sıvı petrolün hacmi 60°F de ve 1 atmosfer basınçta ölçülür ve varil cinsinden ifade edilir.

1 varil=159 litre.

Viskozite

Viskozite bir sıvı veya gazın akmaya karşı direncini ifade eder. Yani akışkanlığın tersidir.

Petrolün viskozitesi petrolün bileşimine bağlıdır. Yoğunluk ve ağır bileşen miktarı arttıkça viskozite de artar. Sıcaklık ve gaz miktarı arttıkça viskozite düşer.

Viskozite birimi Poiz'dır.

Bir sıvı 1 cm² kesitindeki bir tüp içerisinde 1 dyne kuvvet altında, 1 saniyede 1 cm ilerleyebiliyorsa viskozitesi 1 Poiz'dır.

Kırılma İndisi

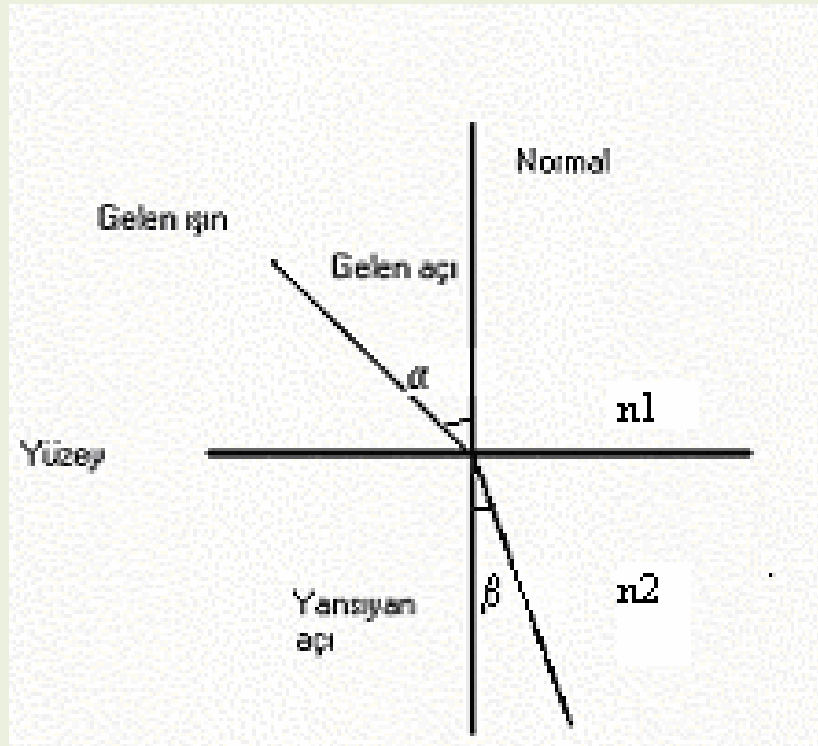
Bir maddenin **kırılma indisi**, o maddede yol alan ışığın, boşlukta yol alan ışığa göre ne kadar yavaş ilerlediğini gösteren bir katsayıdır.

$$n_i = c_v / c_i$$

c_v : Işığın Boşluktaki Hızı

c_i : Işığın Madde Ortamındaki hızı

n_i : Kırılma indisi



Snell Bağıntısı
 $\sin \alpha / \sin \beta = n_2 / n_1$

Kırılma indisleri maddelerin türleri, saflık dereceleri ile konsantrasyonlarının tayininde ve yapılarının aydınlatılmasında kullanılmaktadır.

Petrolün kırılma indisi Refraktometrik Yöntemle (Abbe Refraktometresi) ölçülür.

Petrolün kırılma indisi onun kimyasal bileşimine bağlı bir özellik olup yoğunluğuna göre 1,39 ile 1,49 arasında değişir, hafif petrolerin kırılma indisi de küçüktür.

Flüoresans Özelliği

Petrol ultraviyole (morötesi) ışık altında sarı-yeşil-mavi renklerde görülür. Bu özellik petrolün kolayca belirlenmesini sağlar.

Renk ve Koku

Petrolün rengi yansıyan ışıktaki yeşilimsi, içinden geçen (kırılan) ışıktaki ise açık sarı, kırmızı ve bazen de siyahtır. Özgöl ağırlık arttıkça renk de koyulaşır.

Hafif hidrokarbonlu petroller hoş kokulu; doymamış HC, S ve N içeren petroller ise kötü kokuludur.

Isıl Değer

Petrolün ısı değeri (H_u) özgöl ağırlığı ile ters orantılıdır.

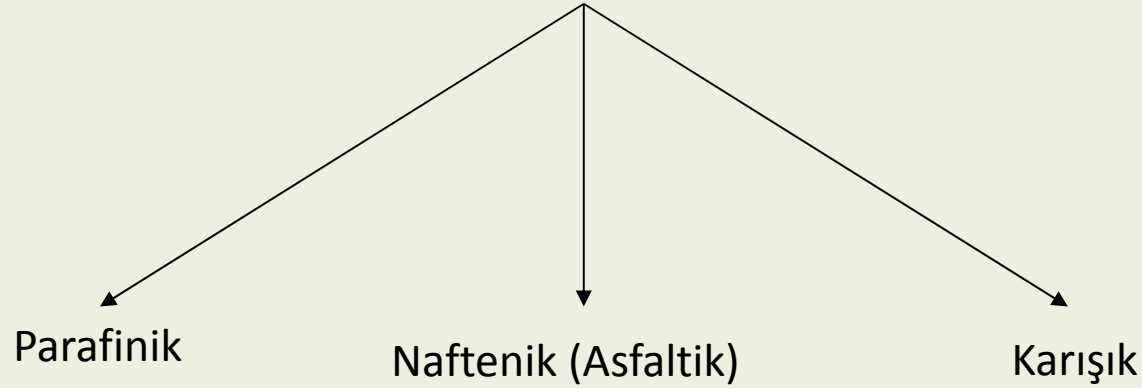
Özgöl ağırlığı 0.9 g/cm^3 API° 17 olan petrolün ısı değeri : 10500 cal/g

Özgöl ağırlığı 0.7 g/cm^3 API° 70 olan petrolün ısı değeri : 11700 cal/g

Parlama Noktası

Isıtılan petrol üzerine alev tutulduğunda; petrol buharının ilk alev alma anındaki petrolün sıcaklığı onun parlama noktasıdır. Bu nokta petrolün bileşimine göre değişir.

HAM PETROL'ÜN SINIFLANDIRILMASI



Parafinik Ham Petrol

Parafinik HC'dan oluşur.

Büyük miktarda wax (mum) içerir.

Bu yüzden bu petrolden kaliteli yağlama yağları elde edilir.

Parafinik ham petrolden elde edilen ürünlerin özellikleri şunlardır:

- Yağlama yağlarının viskozite indexi yüksektir.
- Madeni yağların akma noktası yüksektir.
- Madeni yağların API° yüksektir.
- Benzinin oktan sayısı düşüktür.
- Motorinin diesel indexi yüksektir ve yanma kalitesi yüksektir.
- Gaz yağının is noktası yüksektir.

Naftenik (Asfaltik) Ham Petrol

Naftenik HC'lerden oluşur.

Büyük oranlarda asfaltik madde içerirler.

Hemen hemen hiç wax (mum) bulundurmazlar.

Bu petrol tipinden, özel rafinasyon metotları ile elde edilen yağlama yağları kalite olarak parafinik ham petrolden elde edilen yağlama yağlarına eşdeğerdir.

Normal yollarla elde edilen yağlama yağları ise sıcaklığa karşı hassastır.

Naftenik ham petrolden elde edilen ürünlerin özellikleri şunlardır:

- Yağlama yağlarının viskozite indexleri düşüktür.
- Benzinin oktan sayısı yüksektir.
- Wax (mum) bulundurmadığından diesel yakıtı (motorin) kolay üretilir.
- Yüksek kaliteli asfalt elde edilebilir.
- Elde edilen ürünlerin S oranları yüksektir.

Karışık Ham Petrol

Hem parafinik, hem naftenik ve bir miktarda aromatik HC'lar içerir.

Özellikleri parafinik ve naftenik yapıli ham petrollerin arasındadır.

Genel olarak parafiniklere daha yakındır.

Karışık ham petrolden elde edilen ürünlerin özellikleri şunlardır:

- Benzinin oktan sayısı yüksektir.
- Wax (mum) içerirler.
- Hacimsel %0.25 – 1.0 arasında S içeririler.
- Yağlama yağlarının kalitesi parafinik ham petrollerden elde edilen yağların kalitesine eşdeğerdir.

Ham Petrolden Elde Edilen Ürünler

- Benzin
- Motorin
- Gazyağı (aydınlatma ve jet yakıtı üretimi)
- Petrol gazı(Lpg)
- Fuel oil (gemi, santral, ısıtma amaçlı yakıt)
- Makine yağları
- Asfalt (çok amaçlı)
- Çeşitli kimyevi maddeler
- Mum ve cilalar

