

# PETROL

## OLUŞUMU, ÜRETİMİ VE KULLANIMI

Yrd.Doç.Dr. Fevzi Gümrah\*

### BİR FOSİL YAKIT OLAN PETROL

Petrol, kömür ve bitümlü şeylerle beraber fosil yakıtlar denilen grubu oluşturur. Kömürler % 55 ile % 95 arasında serbest ve bileşim halinde karbon içeren, katı, organik kökenli kayalar olup, yandıklarında değişik miktarlarda kül bırakırlar. Genel olarak bitkisel kökenlidirler. Bitümlü şeyler, kömüre nazaran karbon miktarı az, fakat içerdikleri inorganik mineralleri çok daha fazla olan ve genellikle killi bir ana kayayla bütünleşmiş organik maddelerden ibarettir. Petroller, gaz, sıvı veya katı halde bulunabilen hidrokarbonlar olup, genellikle bir hazne kayac içerisinde depolanmışlardır. Sıvı hidrokarbonlara ham petrol, gaz halinde doğa gaz ve katı olanlarına da bileşimlerine göre asfalt, parafin veya bitüm adı verilmektedir.

### PETROLÜN OLUŞUM TEORİLERİ

Fosil yakıtlardan olan petrolün kökeni hakkında öne sürülmüş, inorganik ve organik teoriler olmak üzere, iki ayrı teori bulunmaktadır. İnorganik teoriyi ortaya atanlar ve destekleyenler çoğunlukla kimyagerlerdir ve dayanakları da laboratuvarında inorganik maddelerden sağladıkları metan, etan, asetilen ve benzo gibi hidrokarbonlardır. Fakat, bu hidrokarbonların tabiatında da benzeri işlemlerle oluştuğu henüz ispatlanmamıştır. İnorganik teorilerde, başta arzın derinliklerindeki kimyasal reaksiyonlar olmak üzere, volkanik faaliyetler ve bir de arzın soğuması sırasında petrolün oluştuğunu ileri süren astronomik olaylar söz konusu edilmektedir.

Organik teorileri de yine kimyagerler öne sürmüştür. Laboratuvarlarda organik maddeleri (bitkisel ve hayvansal) ısıtarak ve damıtarak, petrole benzer bir sıvı hidrokarbon elde etmişlerdir. Böylece, petrolün kökeninin organik maddeler ve oluşum mekanizmasının da organik maddenin ısı ile parçalanması olduğunu rapor etmişlerdir.

Bilim adamları, her iki teorisinin gerekçelerini ve teorileri çürüten verileri karşılaştırmışlardır. Çoğunluğunun benimsediğine göre petrolün kökeninin organik ve denizlerde yaşayan organizmalar olduğu



kabul edilmektedir. Petrol için hammadde olması muhtemel bu deniz organizmalarını iki grupta toplamak mümkündür.

1. Bitkiler : Yosunlar, diatomlar, mantarlar, bakteriler, dinoflagellatlar ve algisporlardır.

2. Hayvanlar : Foraminiferler, radyolarya, protozoa'lar, süngerler, mercanlar, kurtlar, brozoa'lar, mollusk'ler ve nihayet omurgalılarıdır.

Organik hammaddelerin petrol haline dönüşebilmesi için, gerekli enerji kaynakları 4 ana grupta özetlenebilir. Bunlar,

1. Isı ve basınç, 2. Katalitik reaksiyonlar, 3. Radyoaktif bombardıman ve 4. Bakteri etkileridir.

Bunlara ek olarak organik maddenin oksijensiz bir ortamda petrole dönüşmesi gerekmektedir.

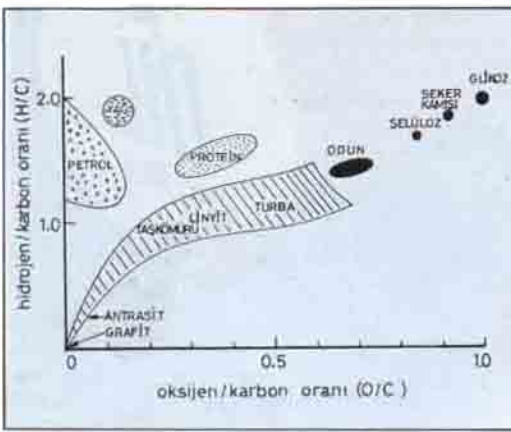
### PETROL VE DİĞER ORGANİK MADDELERİN İLİŞKİLERİ

Petrol, kömür ve diğer organik maddeler arasındaki kimyasal ve genetik bağıntı şeklinde gösterilmiştir. Burada, glikoz, şeker kamışı, selüloz, odun, turba, linyit, taşkömürü ve grafitin doğrusal olarak dizilişleri kömürlerin selüloz gibi odunsu maddelerden, genellikle oksijen kaybı ile evrim geçirerek türemiş olduklarını açık bir şekilde göstermektedir. Hidrokarbonların ise daha çok protein ve yağlarla ilişkili olduğu görülmektedir.

### PETROLÜN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Petrolün yoğunluğu, hacmi ve viskozitesi başlıca fiziksel özellikleridir. Diğerleri de kırılma indisi, floresans özelliği, renk ve kokusu ve kalorifik

\* Petrol Mühendisliği Bölümü-ODTÜ.



Petrol, kömür ve diğer organik maddeler arasındaki kimyasal ve genetik bağıntı görülmektedir.

değeridir. Petrol için yoğunluk birimi olarak API (American Petroleum Institute) değeri tanımlanmıştır. Bu değer, petrol fiyatlarının tesbitinde önemli rol oynamaktadır ve 60°F sıcaklık ve 1 atmosfer basınç şartlarında verilmektedir. API değerlerine göre ham petrolü üç ana grupta toplamak mümkündür; bunlar çok hafif petrol (70-45 API), hafif petrol (45-25 API) ve ağır petroldür (25-10 API). API değeri yüksek olan petrole kaliteli petrol denilmektedir.

Hidrokarbonlar, molekül içerisindeki karbon atomlarının sayısına ve dizilişine bağlı olarak normal sıcaklık ve basınç şartlarında gaz, sıvı ve katı hallerde bulunurlar. 5 karbonluya kadar olan moleküller gaz halinde olup doğal gazı, 5 ile 17 karbonluya kadar olan moleküller ise sıvı halde olup gazyağı, mazot, benzin gibi ürünleri, 17 ile 22 karbonluya kadar olan petrol bileşimlerini ve 23 karbonludan daha büyük olanlar ise katı olup parafin, asfalt, zift gibi maddeleri oluştururlar. Karbon atomunun diğer karbon atomları ya da başka element atomları ile bağlanabilecek 4 bağı mevcuttur. Hidrojen atomu ise tek bağı olup, ancak tek bir değişik element atomu ile bağlanabilir. Hidrokarbon bileşimleri pek çok homolog bileşimler teşkil etmektedirler. Petrolün bileşimi bakımından en önemli olan hidrokarbonlar şunlardır:

1. Parafin serisi ( $C_nH_{2n+2}$ ),
2. Olefin serisi ( $C_nH_{2n}$ ),
3. Asetilen serisi ( $C_nH_{2n-2}$ ),
4. Aromatlar serisi ( $C_nH_{2n-8}$ )

Ham petrol yalnız H ve C'dan oluşmamıştır. Diğer elementlerse kükürt (S), Azot (N), Oksijen (O)'dir. Ayrıca eser miktarda Si, Fe, Al, Ca, Mg, Cu, Pb, Sn, As, Sb, Zn, Ag, Ni, Cr, Mo, V ve U'dur. Bunların bir kısmı metalorganik, bir kısmı da organik kökenlidir.

Hidrokarbonların elementlere göre ortalama kompozisyonları Tablo 1'de gösterilmiştir.

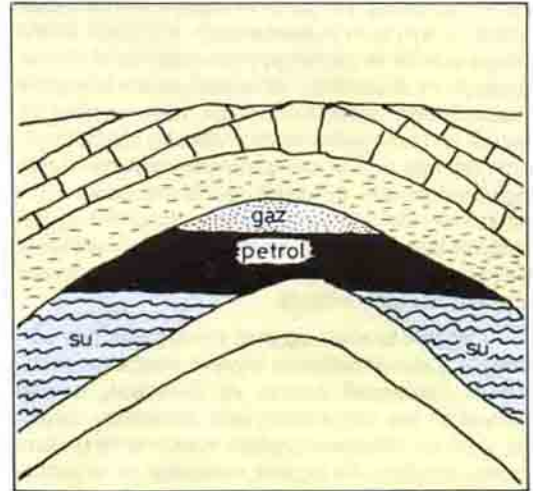
Tablo 1 : Hidrokarbonların Kompozisyonu  
% Ağırlık

Element	Ham Petrol	Doğal Gaz	Asfalt
Karbon (C)	82,2-87,1	65,0-80,0	80,0-85,0
Hidrojen (H)	11,7-14,7	1,0-25,0	8,5-11,0
Kükürt (S)	0,1-5,5	0-0,2	2,0-8,0
Azot (N)	0,1-1,5	1,0-15,0	1,0-15,0
Oksijen (O)	0,1-4,5	—	—

## PETROLÜN DOĞADAKİ DURUMU

Petrolün içinde olduğu çamurtaşı, kilitaşı gibi ince taneli, organik maddelerce zengin kayalara ana kayaç denilmektedir. En önemli ana kayaçlar, deniz ortamındaki killi kayaç, resifal ortamdaki karbonatlı kayaç ve deltaik ortamdaki humuslu killi kayaçtır. Killi ana kayaçlarda zerreler halinde bulunan petrolün çeşitli etkenlerle daha bol gözenekli ve geçirgen bir kayaç olan hazne kayaca (rezervuar) göçüne birincil göç denir. Daha sonra uygun bir kapandı birikinceye kadar, hazne kayacının içinde hareket etmesine de ikincil göç denir. İkincil göç sonucunda hazne kayacına gelen hidrokarbonlar yoğunluklarına göre gaz-petrol-su diye kapan içinde yerleşirler. Hazne kayaçlar genellikle kumtaşı, kalker ve dolomitlerdir.

Rezervuar sıvılarının toplandığı ve muhafaza edildiği jeolojik yapılara kapan denilmektedir. Kapanlar yapısal, stratigrafik ve kombine olmak üzere üç ana grupta sınıflandırılmaktadır.



Rezervuarda gaz, petrol ve suyun dağılımı.

## PETROLÜN ARANMASI VE ÜRETİLMESİ

Petrol ve doğal gaz arama faaliyetlerinin amacı, petrolün bulunduğu kapanın araştırılıp, bulunması demektir. Petrol kapanları yeryüzüne çok yakın ola-

bilecekleri gibi, çok derinlerde de olabilirler. Petrol kapaclarının hepsinde petrolün varlığına rastlamak mümkün değildir. Petrol aramalarına denizlerde ve karalarda devam edilmektedir. Deniz sondajlarının maliyeti karalarda yapılan sondajlardan 2-3 misli daha fazladır. Bu nedenlerle petrol arama faaliyetleri çok riskli ve pahalı bir iştir.

Petrol arama metodları jeolojik, jeofizik, jeokimyasal, sondaj ve kuyu ve saha verimliliğinin belirtilmesinden ibarettir. Bir arama kuyusundan petrol veya gaz bulunduğunda kalitesi, miktarı ve sahanın büyüklüğü dikkate alınarak, ekonomik olup olmadığını araştırmak gereklidir. Petrol sanayii yüksek derecede rekabetin mevcut olduğu sanayi dallarından biri olduğu için, yeteri kadar bir rekabet gücünün sağlanmasına imkân vermeyecek bir sahada faaliyete geçilmesi büyük kayıplara yol açabilecektir.

Petrollü sahada açılan ilk arama kuyularından sağlanan jeoloji ve üretim verileri, üretilebilecek hidrokarbon miktarı ve rezervuar hakkında bilgi verir. Üretim kuyularının, belli bir geometrik plana göre açılması gereklidir. Eğer kuyular birbirlerine çok yakın açılırsa, petrol sahasına yapılan yatırım çok yüksek olacak ve işletme kân azalacaktır. Eğer kuyular çok seyrek açılırsa, üretilebilecek hidrokarbon miktarı azalmış ve üretim verimliliği düşürülmüş olacaktır.

Kuyunun verimli bir şekilde işletilmesi önemlidir. Üretilecek günlük petrol miktarının çok iyi hesaplanması ve karar verilmesi gereklidir. Eğer aşırı miktarda petrol üretilirse, kuyunun ömrü azalacaktır ve petrol yerine hareketliliği daha çok olan suyun üretimi artacaktır.

Petrol yeraltından, ya kendi enerjisi ile ya da yüze veya yeraltına yerleştirilen pompa ile çıkarılmaktadır. Bu şekilde yapılan üretime birincil üretim denilmektedir. Üretimin ekonomik olmayan seviyeye düşmesi ile üretimi yükseltebilmek için rezervuar ek bir enerji verilmesi gerekecektir. Bu enerji ısısal kurban teknikleriyle, gaz ve kimyasal madde enjeksiyonuyla ve diğer tekniklerle sağlanabilmektedir.

## **TÜRKİYE'DE PETROL ARAMA FAALİYETLERİ**

Türkiye'de petrol aramalarına Petrol Arama ve İşletme İdaresi tarafından 1935 yılında başlanmıştır. Bu işler daha sonra kurulan Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) eliyle yürütülmüştür. Ülkemizde geniş çapta aramaya, ancak Petrol Kanunu'nun (1954) yürürlüğe girmesiyle başlanmıştır. Yabancı şirketlerin de aramalara başlamasıyla birlikte Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) adı altında kurulan ulusal kurumumuz, MTA tarafından bulunan Raman ve Garzan petrol sahalarını işletmeye başlamıştır.

Ülkemizin jeolojik yapısı ve tektonizması nedeniyle üretim sahanlarımız küçük boyutlu ve fazlasıyla bölünmüş durumdadır. Bulunan petrol rezervlerinin zengin olmaması ve çok derinlerde bulunması, üretilecek ham petrolün maliyetini yükseltmektedir. Ülkemizde 18 bölgede petrol aramalarına devam edilmektedir. Bölgelerimizden Güneydoğu Anadolu Bölgesi petrol üretiminde, Trakya Bölgesi de gaz üretiminde en önde gelen yerlerdir. Ülkemizde ilk bulunan saha 1945 yılında keşfedilen Raman sahası olup, halen bilinen en büyük sahamız Batı Raman'dır.

Türkiye'deki petrol üretiminin büyük bir kısmı TPAO ve NVTC Shell şirketlerince yapılmaktadır. Yeni sahanların bulunmaması veya üretimi yükseltici tekniklerin uygulanmaması durumunda, her iki şirketin petrol üretimleri azalmaya devam edecektir. TPAO bazı sahanlarında karbondioksit gazı enjeksiyonu ile üretimi yükseltme çalışmalarına başlamış bulunmaktadır. TPAO, 29 adet çalışan petrol sahasından günde yaklaşık 28000 varil petrol üretmektedir. Bu miktarın 1993 yılında 25200 varil/güne düşeceği tahmin edilmektedir. NVTC Shell ise 20 küçük sahadan günde 17500 varil petrol üretmekte olup, 1990 yılında üretimin 14000 varil/güne düşeceği tahmin edilmektedir. Bir diğer yabancı petrol şirketi de Mobil Exploration Mediterranean Inc.'dir. İki sahası bulunmaktadır. Şelmo'daki 20 kuyudan yaklaşık 4450 varil/gün ve Bulğurdağ'dan 40 varil/gün petrol üretmektedirler.

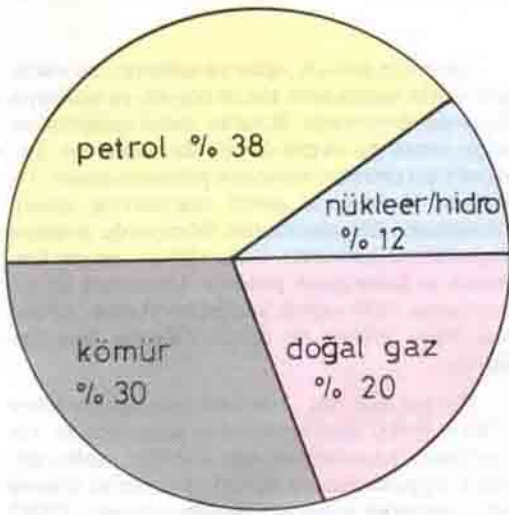
## **PETROLÜN ENERJİ KAYNAKLARI İÇİNDEKİ YERİ**

Petrol ürünlerinin enerji kaynağı olarak ilk kullanıldığı yer, Birinci Dünya Savaşı'ndaki savaş gemileri olmuştur. Henry Ford'un 1911 yılında otomobil imalatını seri hale getirmesiyle, petrol ürünleri kısa zamanda enerji maddesi olarak, önemini büyük çapta artırmıştır. Ancak, petrolün değer kazanması diğer enerji kaynaklarına olan talebi azaltmamıştır. Halen bitkisel ve hayvansal enerji kaynakları kullanılmaktadır. Petrol üç önemli özelliğiyle böyle bir yüksek değere sahip olmuştur:

1. Petrol hareketli araçların ana yakıtıdır;
2. Petrol bir ısı yakıtıdır;
3. Petrol, petrokimya, makina yağları ve gübre sanayiinde kullanılan ana kimya maddesidir.

Birincil enerji kaynaklarından olan kömür, doğal gaz, petrol, nükleer ve hidrolik enerjilerin birim başına sağladıkları enerji miktarları farklılık göstermektedir. Enerji kaynaklarının birim başına sağladıkları enerji bakımından mukayeselerinin yapılabilmesi için, eşdeğer ölçü birimlerinin kullanılması lazımdır.

1986 yılında tüm dünyadaki birincil enerji türleri arasında, petrol ve doğal gazın toplam enerji tüketiminin % 58'ini oluşturduğu gözlenmektedir.



Dünya birincil enerji tüketimi, 1986 yılı, toplam 7588,3 milyon ton petrol eşdeğeri.

Ülkemiz için Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde hazırlanmış olan 1989 yılı birincil enerji üretim ve tüketim tahminleri Tablo-2'de sunulmuştur. Petrolün birincil enerji tüketimi içinde % 44,1 ile en büyük paya sahip olacağı beklenmektedir.

Dünya enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan petrol ve doğal gazın dünyada ne miktarlarda bulunduğu, cevaplanması gereken bir sorudur. Tablo-3'te bu sorunun cevabı 1986 yılı itibarıyla sunulmuştur.

Türkiye'nin sahip olduğu rezerv miktarları Orta Doğu ülkeleri içinde yer almaktadır. Bu miktar ham petrol için 139 milyon varil ve doğal gaz için 514 x

$10^9$  ft<sup>3</sup> kadardır. Tablo-3'ten görüldüğü gibi, dünya ham petrol rezervlerinin en büyük kısmı % 58,6'lık pay ile Orta Doğu ülkelerine aittir. Orta Doğu ülkeleri içinde bu pay sırasıyla Suudi Arabistan, Irak, Kuveyt, Abu Dabi, İran ve diğerlerindir. Dünya doğal gaz rezerv miktarında Doğu Avrupa (% 38,3) ve Orta Doğu (% 30,2) ülkeleri en başta gelmektedirler. Bunların içinde Sovyetler Birliği  $1\ 337\ 400 \times 10^9$  ft<sup>3</sup> ile başta ve sonra  $498\ 000 \times 10^9$  ft<sup>3</sup> ile İran ikinci sırada yer almaktadır.

Ülkemizde gaz üretimi Güney Doğu Anadolu'da Çamurlu Sahası ve Trakya'da Hamitabad sahasında yapılmaktadır. Ülkemiz adına BOTAS'ın Sovyetler Birliği ile yaptığı doğal gaz antlaşmasından sonra bu sahalardaki gaz üretimleri azaltılmıştır. Bu antlaşmaya göre başlangıçta yaklaşık 67 MMcfd ( $10^6$  ft<sup>3</sup>/gün) miktarda gaz alınacak, fakat ilk safhalarda ancak 48 MMcfd kadar kullanılabilir. Bu doğal gaz ithalatının 1990 yılında 261 MMcfd'e ve 1995 yılında maksimum değer olan 387 ilâ 483 MMcfd'e ulaşması planlanmıştır. Sovyetler Birliği'nden alınan gazın yaklaşık 2/3'ünün elektrik üretiminde, % 28'inin endüstride kullanılması düşünülmektedir. 1990 yılının ortalarında dağıtım işlemleri tamamlandıktan sonra, gazın ısıtmada ve işlerde kullanılmasıyla geriye kalan miktar da tüketilebilecektir. 1992 yılında da Sovyetler Birliği gazına destek olarak Cezayir'den sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ithal edilecektir. BOTAS'ın uzun vadeli antlaşmalar için Libya, Katar ve İran gibi ülkelerle çalışmaları bulunmaktadır.

Türkiye, Avrupa ve Asya arasında köprü vazifesi gören ülke konumundadır. Batı tipindeki endüst-

Tablo 2 : 1989 Yılı Birincil Enerji Kaynaklarının Üretim ve Tüketim Tahminleri

KAYNAK	Üretim Hedefi (10 <sup>3</sup> tpe)	Payı %	Tüketim Hedefi (10 <sup>3</sup> tpe)	Payı %
Taş kömürü	2867	10,0	5063	9,3
Linyit *	10680	37,4	10680	19,6
Petrol	2861	10,0	24069	44,1
Doğal Gaz	632	2,2	632	1,2
Hidrolik	5600	19,6	5600	10,2
Jeotermal En.	23	—	23	—
Güneş	2	—	2	—
<b>Toplam Ticarî Kay.</b>	<b>22665</b>	<b>79,2</b>	<b>46069</b>	<b>84,4</b>
Odun Hayvan ve Bitki Art.	2760	9,7	5344	9,8
	3158	11,0	3158	5,8
<b>Toplam Tic. Olm. Kay.</b>	<b>5918</b>	<b>20,7</b>	<b>8502</b>	<b>15,6</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>28583</b>	<b>100,0</b>	<b>54571</b>	<b>100,0</b>

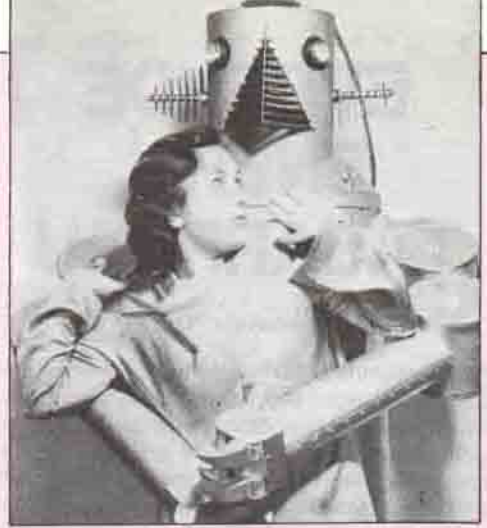
\* Asfaltit dahil, tpe = ton petrol eşdeğeri.

## DUYARLI ROBOTLAR

İnsandaki dokunma duyusunun robotlarda olmaması, onların eksik yönlerinden birini teşkil eder. Georgia Teknik Araştırma Enstitüsü'ndeki bilim adamları, robotların bu eksik yönlerinin önümüzdeki yıllarda giderilebileceğini ümit ediyorlar.

Georgia bilim adamları, insan parmaklarındaki duyarlılığı robotlara kazandırabilmek için, yumuşak koloitden yapılmış lastik zarla kaplı, el ile eşdeğer bir sibemetik kavrayıcı yaptılar. Bilim adamı Gooch'un belirttiğine göre, endüstri alanında kullanılan robotlar, sadece basıncı tespit edebiliyorlar.

Cisimlerin robota çarpmasıyla oluşan basınç, elektrik sinyalleri ile mikrokompresöre gider, mikrokompresör, cismin ne olduğunu belirler ve robota ne yapması gerektiği hakkında direktifler verir. Eğer robotlara dokunma duygusu kazandırılabilirse, teknolojiye büyük faydası olur. Bu robotlar, imalat sanayiinde geniş bir kullanım alanına sahip olacaklardır. Özellikle insan sağlığına zararlı materyallerin üretimi ve depolanmasına büyük kolaylıklar getirecektir.



Yumuşak koloitden yapılmış, lastik zarla kaplı kavrayıcı, robotlara insan elindeki duyarlılığı kazandıracak.

Yeni robotların devreye girmesiyle eskilerin işine son verileceğe benziyor.

**OMNI'den çev.: Hüseyin BAĞ**

riyel ekonomiye yönelmiş olduğundan, son 20 yıl içerisinde petrole olan talebi, ani bir şekilde iki katın üzerine çıkmıştır ve halen petrol tüketimi artmaktadır. Bu petrol talebi, yaklaşık 380 000 varil/gün kadardır. Bu miktardan ancak % 14'ü ülkemizde üretilmektedir. Uluslararası Enerji Komisyonu'nun en son raporuna göre 1986 yılındaki 0,88 ton petrol eşdeğeri olan enerji tüketimimiz yüzyılın sonunda 1,65 ton petrol eşdeğerine ulaşabilecektir. Yüzyılın sonunda, 380 000 varil/gün olan petrol talebinin yaklaşık 700 000 varil/güne ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Ülkemizin giderek artan enerji talebinin, bugün

çin bilinen kaynaklarla karşılanmasının yetersiz kalacağı bilinmektedir. Fakat sağlıklı bir yaklaşımla enerji talebinin karşılanabilmesi için, ülkemizin bölgesel enerji planlarının yapılması ve dolayısıyla bölgesel enerji kaynakları, kaliteleri, bölgelerin enerji tüketimleri hakkındaki bilgilerin sağlanması gereklidir. Yerli ve yeni enerji kaynaklarımızın geliştirilmesine hız verilmesi, özellikle hidrolik, linyit, petrol ve doğal gaz arama ve üretme faaliyetlerinin maliyet gereksinimlerini sağlayarak gelişmelerine yardımcı olunmalıdır. Ayrıca, ülkemizin nükleer enerjiden yararlanma politikası da belirlenerek gerekli çalışmalar yapılmalıdır. □

**Tablo 3 : Dünyada İspatlanmış Ham Petrol ve Doğal Gaz Rezerv Miktarları**

Ülkeler	Ham Petrol (Milyon varil)	Payı (%)	Doğal Gaz (10 <sup>9</sup> ft <sup>3</sup> )	Payı (%)
Kuzey Amerika	86 671,9	10,8	364 845,0	9,5
Güney Amerika	64 036,3	7,9	148 155,2	3,8
Batı Avrupa	20 732,9	2,6	235 567,8	6,1
Doğu Avrupa	62 889,0	7,8	1 472 975,0	38,3
Afrika	53 514,6	6,7	201 640,6	5,2
Orta Doğu	470 071,0	58,6	1 161 183,0	30,2
Uzak Doğu	42 155,7	5,3	229 051,0	5,9
Avustralya/Pasifik	2 513,7	0,3	37 003,9	1,0
<b>TOPLAM</b>	<b>802 585,1</b>	<b>100</b>	<b>3 850 421,5</b>	<b>100</b>