

UCUZ PETROLÜN SONU

İnsan topluluklarının evriminde anahtar olaylardan biri, odunun hidrokarbon bağlarındaki enerjiden yararlanılmaya başlanması, yani ateşin bulunmasıydı. İnsanlığın refahı, her zaman enerji kaynaklarının kullanımına sıkı sıkıya bağlı oldu. Son iki yüz yılda rüzgâr ve su enerjisiyle çalışan teknolojilerden, önce kömüre, daha sonra petrol ve doğalgaza dayanan teknolojilere geçiş yaptık. Bugün artık, refah ve zenginliğin yaratılmasında bilgisayarların ve bilginin, enerjinin ve malzemenin yerini aldığı “endüstrileşme sonrası” toplum yapısına geçiş yaptığımız söylene de, tüm dünyada enerjiyle ekonomik etkinlikler arasında çok sıkı bir bağ olduğu da bir gerçek. Enerji kaynaklarının başındaysa petrol geliyor. Petrol, ekonominin gözbebeği, refahın göstergesi; onsu olmuyor.

Küresel enerji gereksinimimizin % 40'ını ve motorlu araçlarda kullanılan yakıtların % 90'ını petrol ürünlerinden karşılıyoruz. Araştırmacılar, tüm dünyada, büyük olasılıkla yaklaşık 1000 milyar varil elde edilebilir petrol kaldığını açıklıyorlar (1 varil = yaklaşık 158 litre). Bugün tüm dünyada her gün 75 milyon varil petrol üretiliyor. Uluslararası Enerji Ajansı'na (International Energy Agency) göre, 2030 yılında günlük tüketimimiz 120 milyon varile ulaşacak. İyi haber: Petrol en azından şimdilik tükenmiyor. Kötü haber: çok yakın bir zamanda endüstrileşmiş dünyanın bağımlısı olduğu bol ve ucuz petrolün sonuyla karşı karşıya kalabiliriz.

Geçtiğimiz ay, ham petrolün varil başına fiyatı 42 ABD dolarına yükselecek son 20 yıldaki en yüksek rakama ulaştı. 1960'lardan bu yana yeni pet-

rol alanlarının keşif hızının yavaşladığı, bilinen bir gerçek. Günümüzden 40 yıl önce, bir yılda 50 milyar varilden daha fazla ham petrol içeren yeni petrol alanları keşfedilebiliyordu. Bugünse, bu miktar yılda 10 milyar varile düşmüş durumda ve bunların birçoğu küçük haznelere dönüşüyor.

Yeni petrol alanlarının keşfindeki azalma petrol sektörünü yeni çözümler bulmaya zorluyor. Örneğin, Kuzey Buz Denizi ya da Alaska kıyılarında bulunan ve bugünkü teknolojiyle çıkarılması ekonomik olarak çok güç olan petroler sektörün önemli hedeflerinden biri haline geldi. Ancak, keşiflerdeki azalma daha şimdiden en azından bir petrol şirketini etkilemiş görünüyor. 2004 yılının başında, İngiltere'deki petrol devi Anglo/Dutch Shell'in kanıtlanmış petrol rezervlerinin, önceden belirtilen rakamlardan %

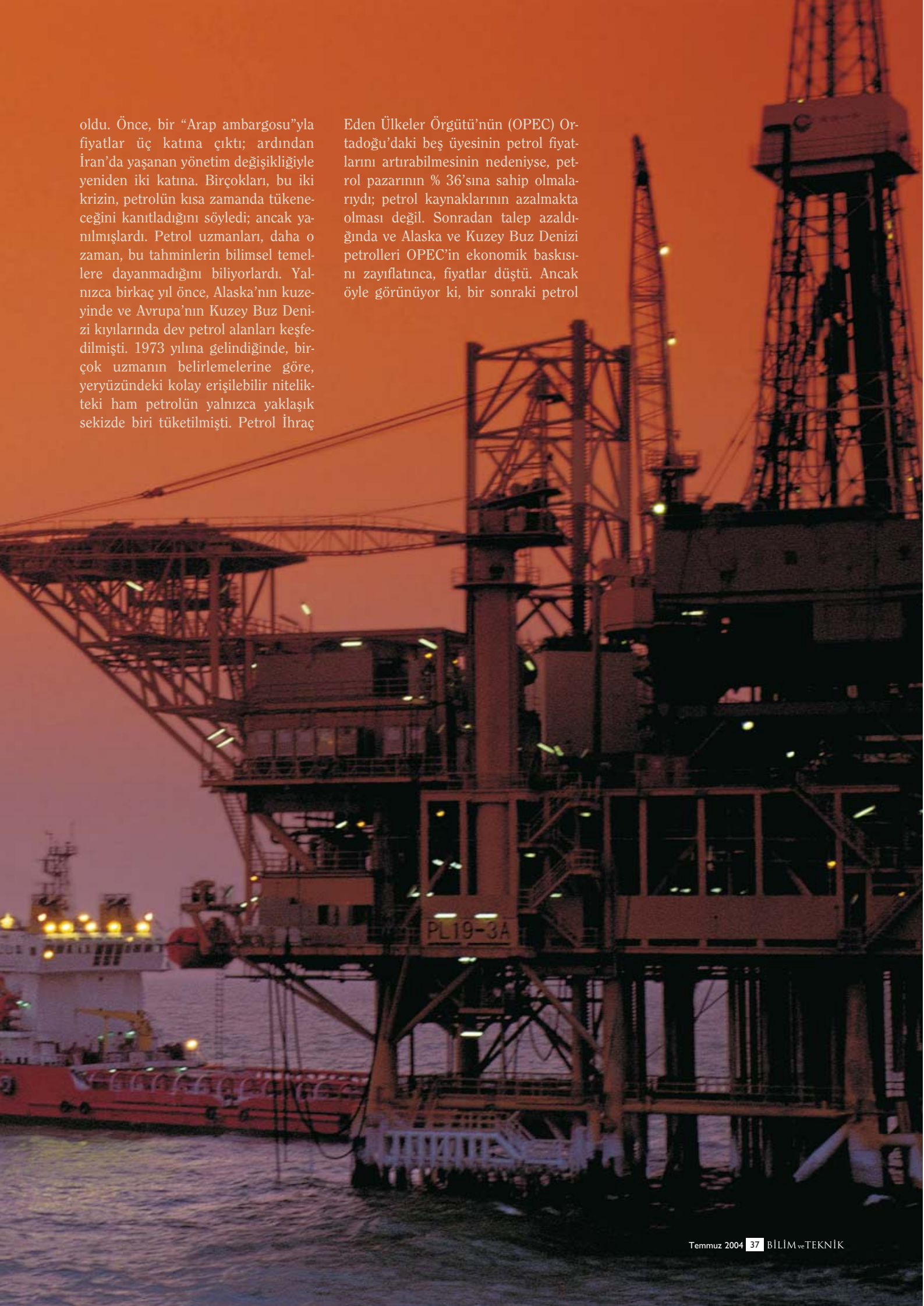
20 daha az olduğu ortaya çıktı. Bu konu, basında geniş yankı buldu ve petrolün kısıtlılığı sorununun geniş kitlelerce bir kez daha fark edilmesine neden oldu.

Aslında, şirketlerin ya da hükümetlerin rezerv tahminlerinin hayli iyimser rakamlardan oluştuğu, bilinen bir gerçek. Ancak geçmişte rezerv tahminlerindeki eksikliklerin yeni keşiflerle dengelendiği ve üretimin öngörülen rakamlara ulaştığı gözleniyordu. Bu durumda, Shell'in sorunu, hesaplarındaki açığı kapatacak kadar yeni petrol alanı bulamaması olabilir. Yine de, petrol üretiminin günün birinde tükenme aşamasına geleceği gerçeğini unutmamak gerekiyor.

1973 ve 1979 yıllarında, petrol fiyatlarında gerçekleşen ani artışlar, tüm ülkelerin ucuz ham petrole olan bağımlılıklarını fark etmelerine neden

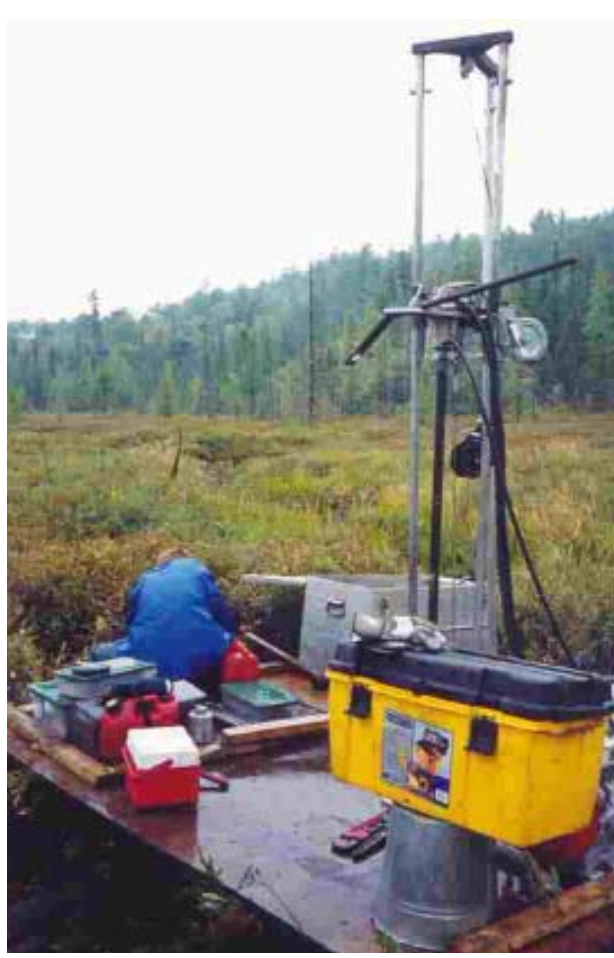
oldu. Önce, bir "Arap ambargosu"yla fiyatlar üç katına çıktı; ardından İran'da yaşanan yönetim değişikliğiyle yeniden iki katına. Birçokları, bu iki krizin, petrolün kısa zamanda tükeneyeceğini kanıtlandığını söyledi; ancak yanlışlardı. Petrol uzmanları, daha o zaman, bu tahminlerin bilimsel temellere dayanmadığını biliyorlardı. Yalnızca birkaç yıl önce, Alaska'nın kuzeyinde ve Avrupa'nın Kuzey Buz Denizi kıyılarında dev petrol alanları keşfedilmişti. 1973 yılına gelindiğinde, birçok uzmanın belirlemelerine göre, yeryüzündeki kolay erişilebilir nitelikteki ham petrolün yalnızca yaklaşık sekizde biri tüketilmişti. Petrol İhraç

Eden Ülkeler Örgütü'nün (OPEC) Ortadoğu'daki beş üyesinin petrol fiyatlarını artırabilmesinin nedeniyse, petrol pazarının % 36'sına sahip olması değildi; petrol kaynaklarının azalmakta olması değil. Sonradan talep azaldığında ve Alaska ve Kuzey Buz Denizi petroleri OPEC'in ekonomik baskısını zayıflatınca, fiyatlar düştü. Ancak öyle görünüyor ki, bir sonraki petrol



kıtlığı öncekiler gibi geçici olmayacak. Bugün artık, sayıları gittikçe artan uzmanlar, kitlere ucuz ve bol petrol sağlayan büyük petrol yataklarının tümünün çoktan bulunmuş olabileceğini düşünüyorlar. Bu uzmanların başındaysa, petrol üretiminin tepe noktası üzerine çalışmalarıyla tanınan Colin Campbell geliyor.

Campbell, petrol rezervleriyle ilişkili raporlardaki bazı sistematik hatalara dikkat çekiyor ve her şeyden önce bildirilen rakamların birçoğunun gerçekçi sayılamayacağına işaret ediyor. Küresel petrol etkinlikleriyle ilgili istatistiksel bilgiler, sayıları birkaç taneyle sınırlı yayınlardan elde ediliyor. Bu yaklaşım, toplam üretim istatistikleri için yeterli bilgi sağlayabiliyor; çünkü veriler, kuyulardan çıkan petrolün ölçümüne dayanıyor. Bu ölçümler kusursuz değil; örneğin, bu istatistikler,



1991 yılında Irak'ın yaktığı iki milyar varillik Kuveyt petrolünü içermiyor. Yine de, bu verilerdeki eksikliklerin belirlenmesi ve düzeltilmesi güç değil.

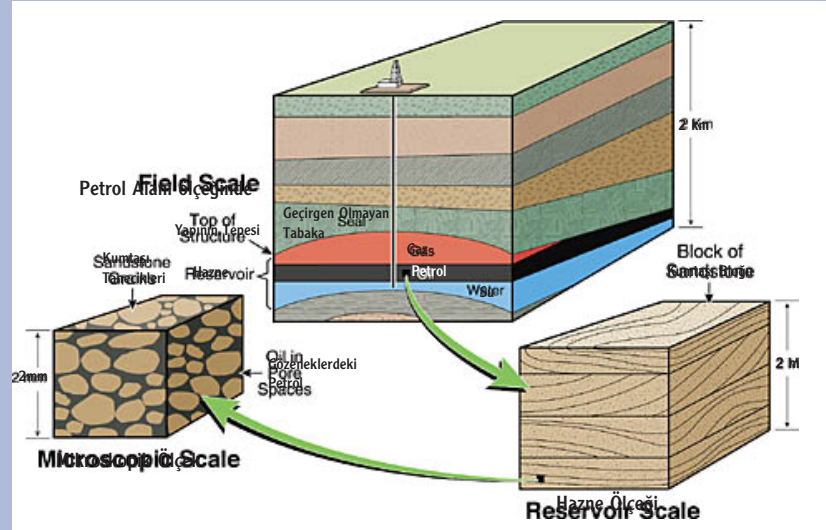
Ancak, rezervler konusunda doğru tahminlerde bulunmak çok daha güç. Bu dergiler her yıl, tüm dünyadaki petrol şirketlerinden ve hükümetlerden üretim ve rezerv bilgilerini toplayarak yayımlıyorlar.

Gerçek yaşamdaki duruma daha yakından bakmadan önce, rezerv ve kaynak sözcükleri arasındaki ayrıma bir göz atmakta yarar var. Kaynak, bir mineralin, ekonomik değerden ya da ne kadarının çıkarılabileceğinden bağımsız toplam varlığının fiziksel terimlerle ifadesi. Başka bir deyişle, tıpkı okyanuslarda dağılık biçimde bulunan altın gibi, yüksek maliyetler nedeniyle ya da çıkarılması olanaksız olduğu için, büyük miktarlar hiç kullanılamayabilir. Rezerv kavramıysa (elde edilebilir kaynaklar gibi) kaynakların bir bölümünün üretilme olasılığının ekonomik değerlendirmesini de içerir. Bunlara ek olarak kullanılan başka terim-

Petrol Nasıl Bulunuyor?

Petrolün İngilizce'deki karşılığı, "petroleum". Bu sözcüğün kökeni de Latince'de kayac anlamına gelen "petra" ve yağ anlamına gelen "oleum" sözcüklerine dayanıyor. Petrol, tortul kayaların gözeneklerinin içinde toplanır. Petrolü bir sünger gibi tutan bu hazne kayaları, kendisi için bir "kapan" oluşturan gözeneksiz katmanların içine hapsolmüştür. (Ancak, petrolün asıl oluşum yeri burası değildir.) Yeryüzü, yerka- buğu yer değiştirdikçe ortaya çıkan farklı jeolojik özelliklere sahip birçok farklı bölgeden oluşur. Bu bölgelerin bazılarında daha büyük ve daha fazla sayıda petrol kapanları bulunur. Kimi hazne kayalarında petrol daha çok havuzlarda toplanmıştır ve çıkarılması daha kolaydır; kimi hazne kayalarındaysa kayaların içine yayılmıştır. Örneğin Orta Doğu, her iki istenen özelliğe sahip bir bölgedir: Hem buradaki petrol kapanları büyük ve çok sayıdadır, hem de hazne kayaları petrolü havuzlarda tutar. Dünyanın öteki bölgelerinde de, (bulunması güç ve üretilmesi daha masraflı olsa da) büyük petrol yatakları bulunabilir.

Petrol kaynaklarının bulunması, birçok farklı etkinlik içerir ve bir dizi adımdan oluşur: Belirli bir yerde petrol bulunma olasılığı saptanır; kayaların petrol oluşumuna uygun olup olmadığı belirlenir. Ancak buralarda gerçekten petrol ve doğalgazın bulunup bulunmadığı, yalnızca sondaj yoluyla anlaşılabilir. Bulunan petrolün ticari açıdan uygun olup olmadığı ve daha



fazla kazıyla petrol haznesinin boyutları belirlenmeye çalışılır. Daha sonra üretim kuyuları kurulur ve çıkarılan petrolün başka yerlere taşınabilmesi için, toplanacağı merkezi noktalara boru hatları döşenir. Petrol, kayaların gözeneklerinden ve çatlaklardan akarak üretim kuyusuna ulaşır. Ham petrolün rafinerilerde arıtılarak işlenmesi sonucunda, ortalama olarak %43 benzin, % 18 yağyakıt (fuel oil) ve motorin, % 11 LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) elde edilir.

Bu etkinlikleri kapsayan sektörlerde yapılan yatırımlar, büyük sermaye gereksinimleri ve petrolün bulunup bulunmayacağına belirsizliği nedeniyle büyük risk taşır. Öte yandan, geçmişte bakıldığında, kârlılık ve yatırımların geri getirisi bakımından endüstrinin başka bölümlerine göre çok daha fazla kazandırır. Son yıllardaki teknolojik gelişmelerin de, belirsizliklerin azalmasını ve sermayenin daha verimli kullanılmasına katkıda bulunarak endüstrinin başarısını artırdığı söylenebilir.



ler de var. Örneğin, “kanıtlanmış rezervler”, var olan teknolojiler ve talebe göre, yalnızca içinde bulunulan zamanda ekonomik olarak üretilip pazarlanabilen rezervleri anlatıyor.

Petrol rezervlerinin tahmini, yani araştırmacıların ulaştıkları değerler kesin bulgulara değil, belli olasılıklara dayanıyor. Örneğin, yerbilimciler Norveç'teki Oseberg alanında % 90 olasılıkla 700 milyon varillik erişilebilir petrol bulunduğunu; burada 2,3 milyar varil daha petrol bulunma olasılığın % 10 olduğunu tahmin ediyorlar. Buna göre, düşük rakam “P90 tahmini” (P90, yüzde doksan olasılıkla anlamına geliyor); yüksek rakamsa “P10 tahmini” (yüzde onluk olasılıklı) olarak adlandırılıyor.

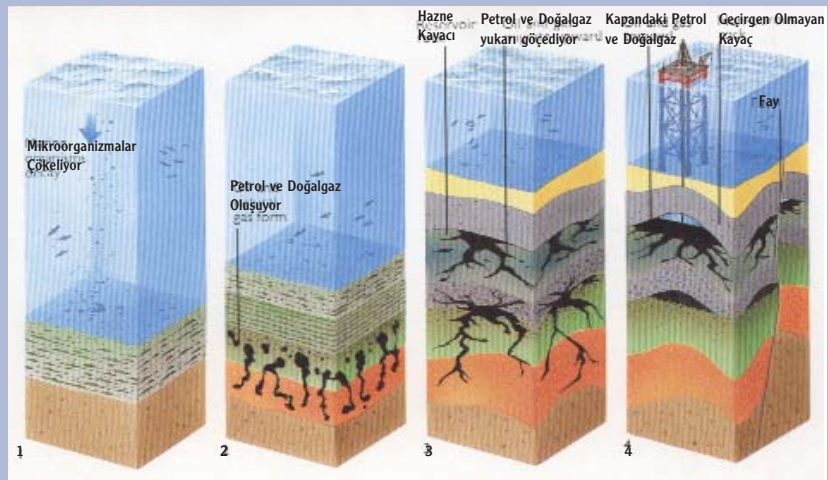
Pratikte, şirketler ve ülkeler genellikle bildirdikleri rezervlerin hacim tahminleri konusunda bilerek belirsiz davranıyorlar ve P10'la P90 arasında hangi rakam kendilerine daha uygunsa onu ilan etmeyi seçebiliyorlar. Çünkü, örneğin abartılmış rakamlar, bir petrol şirketinin hisse fiyatlarını yükseltebiliyor.

OPEC'e üye ülkelerin, bildirdikleri rakamları şişirmenin cazibesine kapılabileceklerini düşünmek de olası. Çünkü bu ülkeler, rezervleri arttıkça daha fazla petrol ihraç etme izni elde ediyorlar. Başta gelen OPEC ülkelerinde özel petrol haklarına sahip ulusal şirketlerin, her bir petrol alanıyla ilgili (ülkelerinin toplam rezervlerinin doğrulanmasında kullanılacak) ayrıntılı istatistikleri açıklanmıyor. Bura-

dan yola çıkılarak örneğin, 1980'lerin sonlarında 11 OPEC ülkesinden altısının petrol rezervleriyle ilgili rakamları % 42 - % 197 arasında, yükseltmelerinin arkasında ihracat kotalarını artırma isteklerinin yattığından kuşkulandırılabilir. (Bir başka görüş: Yerel hükümetler üzerlerine almadan önce, burarlarda petrol üretimi yapan özel şirketlerden kalma önceki rezerv tahminle-

ri, büyük olasılıkla tutucu rakamlardan oluşuyordu. Bu nedenle bu rakamları artırmaya yönelik bir revizyon yapıldığı sanılıyor; çünkü rezervlerdeki bu artışa eşlik eden yeni büyük petrol alanları keşfi ya da teknolojik ilerlemeler gerçekleşmemişti.) OPEC dışındaki başka petrol ülkelerinin de rezervleriyle ilgili rakamları olduğundan yüksek göstermeye çalışmadıkları el-

Petrolün Oluşumu



Petrolün kökeninin, milyonlarca yıl önce denizlerde, acısu ya da tatlısu ortamlarında yaşayan tekhücreli bitki ve hayvanlara dayandığı sanılıyor. Bu canlıların artıkları kısa bir zaman diliminde deniz dibinde birikmiş, ince taneli tortuların arasına sıkışmış ve korunarak, “protopetrol” olarak adlandırılan ilk organik malzeme kaynağını oluşturmuştu. Zaman içinde bu kalıntılar çamur, kum ve alüvyon tabakalarıyla örtüldü. Bu tabakaların neden olduğu ısı ve basıncın

yardımıyla, yağ damlacıkları ve gaz kabarcıkları oluştu. O zamanlar, bugünkü kıtaların büyük çoğunluğu sularla kaplıydı. Yerkabuğu hareketleri ve yerkabuğunun kıvrılarak yükselmesi sonucu denizlerin altındaki katmanlar yükseldi ve kıtalar oluştu. Bu hareketler sırasında, basınç altında kalan petrol, gözenekli ve geçirgen ortamlara doğru göç etti ve “hazne” adı verilen kumtaşı ve kireçtaşı gibi kayaçların gözeneklerinde birikti.

bette söylenemez. 1997 yılında 59 ülke, 1996 yılından bu yana rezervlerinin değişmediğini açıkladılar. Ancak, petrol çıkarıldıkça rezervlerde azalma olduğundan ve yeni alanlar keşfedildiğinde rezervler arttığından, rakamların yıllar boyunca üst üste değişmeden kalması akla yakın görünmüyor.

Rezervlerle ilgili sistemli hatalardan biri de, "rezerv" tanımının bölgeden bölgeye değişiklik göstermesi. Kimi ülkelerdeki düzenlemeler, şirketlerin yalnızca üretim yapılan bir kuyunun yakınında bulunan ve yürürlükteki petrol fiyatlarıyla ve var olan teknolojilerle kârlı bir biçimde çıkarılabileceği konusunda makul ölçülerde

OPEC Sepet Fiyatı

Petrol üretiminde önde gelen 11 ülkenin (Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Katar, Endonezya, Cezayir, Irak, İran, Libya, Nijerya, Katar, Venezuela) katılımıyla kurulan Petrol İhrac Eden Ülkeler Örgütü'nün (Organization of Petroleum Exporting Countries - OPEC) kuruluş amaçlarından en önemlisi, petrol fiyatlarının dengelenmesi. OPEC ülkeleri yedi farklı referans petrolünü göz önünde bulundurarak,

"OPEC sepet fiyatı" olarak adlandırılan ortalama bir petrol fiyatı belirlerler. Bunlar, Suudi Arabistan'ın ürettiği "Arab haff petrolü", Birleşik Arap Emirlikleri'nin ürettiği "Dubai", Nijerya'nın ürettiği "Bonny Light", Cezayir'in ürettiği "Saharan Blend", Endonezya'nın ürettiği "Minas", Venezuela'nın ürettiği "Tia Juana Light" ve OPEC üyesi olmayan Meksika'nın ürettiği "Istmus"dur.

Dünya Petrol Rezervleri (2003)



Kaynak: Oil & Gas Journal, "Worldwide Report," December 23, 2002

Dünya'nın ham petrol gereksiminin 1/3'ü, Ortadoğu ülkelerinin üretimiyle karşılanıyor. Ancak, Avrupa ve Avrasya'yla (daha çok İngiltere ve Rusya), Kuzey Amerika da büyük üreticilerden. Aradaki fark, Ortadoğu'da çıkan petrolün neredeyse tamamının ihrac edilmesi ve Avrupa ülkeleriyle ABD'nin kendi gereksinimlerini karşılamaya yetecek kadar petrol üretilmiyor olması.

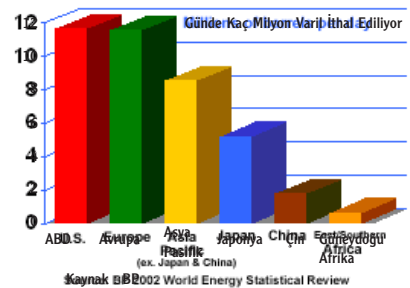
Eldeki veriler, dünya nüfusunun 40 yıllık ham petrol gereksinimini sağlamaya yetecek "kanıtlanmış" petrol rezervlerinin bulunduğunu gösteriyor. Bu arada, ne kadar büyük bir olasılık olduğu tartışılabilir, yeni petrol alanları bulunabilir; ya da bugünkü teknolojiyle çıkarılmayan petrolerden yararlanılmasını sağlayan yeni teknolojiler geliştirilebilir. Elbette, tüketimin azaltılması da bir başka seçenek.

Dünya Petrol Üretimi (2001)



Kaynak: U.S. Energy Information Administration, International Energy Annual, February 2003

Petrol İthalinde Önde Gelen Ülkeler



Kaynak: BP 2002 World Energy Statistical Review

İthaller ve Kullanım:

Batı Avrupa ve Japonya, petrol üretimleri gereksinimlerini karşılamaya yetmediğinden çok büyük oranda ithal petrole bağımlıdır. Petrolün en çok tüketildiği yer ABD; ancak, gereksinimini büyük oranda kendi üretiyor. Ortadoğu'daki petrol üreticilerinin petrol tüketimleri de çok fazla. Yoksul ülkelerin tüketimleri ise bu ülkelerin tüketimlerinin yanında çok küçük kalıyor.

Petrol Arıtımı

Rafineri, ham petrolün artırılarak çeşitli petrol ürünlerine dönüştürüldüğü ve yılın 365 günü, günde 24 saat çalışan dev bir fabrika. Burada, ham petrol arıtılıp işlenerek benzin, fuel oil (yağ-yakıt) ve dizel yakıtı gibi enerji üretiminde kullanılan yakıtlara ve plastik, poliüretan ve solventler gibi yüzlerce başka ürüne dönüştürülüyor.

Petrol arıtma işlemlerinin geçmişi, 19. yüzyıla dayanıyor. ABD ve Rusya'da kurulan ilk arıtma tesislerinde, ham petrol ayrıştırılarak benzin, gazyağı, yağyakıt ve yağlama yağı elde edilebiliyordu. 1. ve 2. Dünya Savaşlarından sonra, arıtma işlemlerinde büyük ilerlemeler gerçekleştirildi.

Ham petrol, hidrokarbon bileşiklerinin sayısız karışımından ve görece düşük oranlarda da olsa, yapısını etkileyebilecek düzeylerde azot, kükürt ve oksijenden oluşur. Kükürt, bolluğu bakımından (ağırlığının % 0,05 - 5'i kadar) ham petroldeki elementler arasında üçüncü sıradadır. Oksijen oranı, ağırlık bakımından % 2; azotsa ağırlık bakımından % 0,1 kadardır. Ham petrolde, birçoğu denizlerde de bulunan metal elementler ve az da olsa bitki ve hayvan fosillerinden kalıntılara da rastlanır. Farklı kaynaklardan elde edilen petrolerin, kimyasal bileşimlerinin yanı sıra, renk, özgül ağırlık ve ağırlık gibi fiziksel özellikleri de farklı farklıdır. Ham petrol, kaynama ve donma noktaları birbirinden çok farklı bileşiklerin bir karışımı olduğundan, tek bir kaynama ya da donma noktasından söz edilemez. Ancak, ham petrolün artırılması, da-



mitmayla başlar. Ham petrol önce ısıtılır, sonra, ortaya çıkan buharlar ve sıvılar bir kuleye gönderilir. Bu kule, damıtma kolonudur. Damıtma kolonunun tepesine doğru yükselen farklı moleküller, ağırlıklarına göre kolonun farklı yükseklikteki bölümlerinde soğumaya başlar. Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) gibi en düşük sıcaklıkta elde edilen hafif ürünler en üsttedir. Daha sonra, jet yakıtı, gazyağı, gibi orta ağırlıkta ürünler gelir. En alttaysa asfalt gibi ağır ürünler yer alır.

Kimi rafinerilerde, değerli olmayan bileşikler de, moleküler yapıları kimyasal yöntemlerle değiştirilerek değerli ürünlere dönüştürülür. Arıtma işlemiyle elde edilen bileşikler, soğurma, sıyırma, çözücüyle özütleme ve kristallendirme gibi yöntemlerle ayrıştırılır. Tüketicilere sunulacak ürünlerin hazırlanabilmesi içinse, gelişmiş donanım ve yöntemlerin kullanıldığı çok karmaşık süreçler uygulanır.

bir kesinlik bulunan rezervlerin "kanıtlanmış" rezerv olarak tanımlanmasına izin veriyor. Birçok başka ülkedeysen, şirketlerin belli bir rezerv tanımını kullanması zorunluluğu yok. Örneğin, eski Sovyetler Birliği ülkelerinde petrol rezervlerinin uzun yıllar boyunca çok iyimser rakamlarla açıklandığı sanılıyor. Rezerv analizlerini yapanlar da, sıklıkla bu rakamları "kanıtlanmış" rezerv tahminleriymiş gibi ele alabiliyorlar. Örneğin 1996 yılında World Oil dergisi, eski Sovyetler Birliği'nin petrol rezervlerini 190 milyar varil olarak açıklarken, Oil and Gas Journal dergisi rezervlerin 57 milyar varillik olduğunu yazıyordu. Aradaki fark, bu rakamların ne kadar "esnek" olabileceğini gösteriyor. Rezerv hacimlerinin tahmin edilmesinde yalnızca P90 rakamlarının kullanılması da çözüm değil. ABD'de olduğu gibi her bir alan için % 90 olası olan miktarların eklenmesi; bir ülkenin ya da yeryüzünün tümü için % 90 oranda gerçekleştirilecek miktarı vermiyor.

Petrol Üretimini Tepe Noktası

Petrolün sınırlı bir kaynak olduğu, bilinen bir gerçek. Sınırlı kaynakların tükenişini tanımlayan belli temel kurallar var: Üretim sıfırdan başlar; daha sonra bir daha asla ulaşamayacak te-

pe noktasına ulaşır; tepe noktası geçildikten sonra da kaynak tükenene kadar üretim azalarak sürer. Yeryüzündeki petrol kaynakları da içinde olmak üzere, kaynaklarla ilgili tüm sistemlere uygulanabilecek bu basit kurallar, 1950'lerde, M. King Hubbert tarafından tanımlanmış. Colin Campbell'in





bu kuralları temel alan modeli de birkaç varsayıma dayanıyor: Birincisi, gezegenimizin jeolojik yapısının iyi bilindiği ve bilinmeyen petrol alanlarının keşfedilmesinin, çok uzak bir olasılık olduğu. İkincisi, binlerce petrol kuyusunun ve bu kuyulardan yapılan üretimin dengesiz dağılımı ve gelecekteki

keşiflerin belirsizliğiyle ilişkili sorunları çözmek için, üretimin, istatistikteki "merkezi sınır teoremi"ni izlediği varsayımı. Teoreme göre, çok sayıda dengesiz değişkenin toplamı, normal bir dağılım izleme eğilimi gösteriyor ve bu dağılım grafik olarak gösterildiğinde ortaya bir çan eğrisi çıkıyor:

Üretim sıfırdan başlayarak zaman içinde, çıkarılabilir kaynakların yarısı çıkarıldığında tepe noktasına ulaşıyor. Daha sonra, üretim, geri dönülemez bir biçimde, artış hızıyla aynı hızda düşüşe geçiyor. Çan eğrisinin kapladığı alan, petrol alanının kümülatif üretimini, yani bu alandan elde edilebilecek petrolün toplamını ve ömrünü gösteriyor. Yeryüzünden elde edilebilecek petrolün toplamını ve petrol alanlarının ömrünü belirleyebilmek için, tüm dünyadaki petrol üretimi ve yeni petrol alanları keşiflerinin ve yerbilimi verilerinin göz önüne alınması gerekiyor. 1956 yılında Hubbert, bu yolla ABD'deki 48 eyaletin petrol üretimlerinin tepe noktasını kesin olarak tahmin edebilmişti.

Kimi uzmanlar, Hubbert çan eğrilerinin, dünyanın petrol üretiminin ve petrol rezervlerinin karmaşık ve dinamik yapısını betimlemekten uzak olduğunu; çünkü, teknolojiyle maliyet ve fiyat ilişkilerini dikkate almayan bir modelin ürünü olduğunu düşünüyorlar. Modelin ABD'nin petrol üretimi

Petrol Ticareti

Ticareti ister bir yerden bir yere taşınan malın miktarı (hacmi), ister değeri, ister taşıma kapasitesiyle ölçelim, petrol, uluslararası ticareti en çok yapılan mal. Dünyada petrolün çok ürettiği bölgeler, çok petrol tüketilen bölgelerle aynı değil. Bu nedenle de petrolün, sunumunun talepten daha fazla olduğu (ihracatçı) bölgelerden, talebin, sunumdan daha fazla olduğu (itha-

latçı) bölgelere taşınması gerekiyor. Dünyanın en çok petrol tüketen üç bölgesinin (Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya-Pasifik) hepsi de ithalatçı bölgeler. Ortadoğu'ysa, en fazla petrol ihraç eden bölge olma özelliğini koruyor. Genellikle ham petrol ve petrol ürünleri, sunumu yapana en fazla değeri sağlayan pazarlara akıyor. Öteki koşulların hepsi eşit olursa, petrol, en ya-

kındaki pazara en önce ulaşıyor. Bu pazar, getirilen petrolün hepsini içine çekemezse, denge en yakındaki bir başka pazara ve oradan da bir başka pazara hareket ediyor; bu, petrolün tümü yerini bulana kadar sürüyor.

Dünya petrol ticaretinde baskın olan, ham petrol. Bunun nedeniyse, çeşitli riskler göz önüne alınarak, rafinerilerin üreticilere değil, tüketicilere yakın yerlere kurulması. Böylelikle petrol ürünleri, kısa dönemli değişimlerden etkilenmeden ve her bölgenin kendi gereksinimlerine uygun olarak üretilebiliyor. Ancak, Singapur, Karayipler ve Orta Doğu gibi kimi yerlerde, belli ithal pazarlara hizmet vermek amacıyla bu kurallı bozacak biçimde kurulmuş rafineri merkezleri de var.

Aslında gerçek yaşamda, ticaretin akışı her zaman "en yakındakine en önce" düzenini izlemeyebiliyor. Rafinerilerin düzeni, farklı ürün talepleri, ürünlerin kalite özellikleri ve politikalar, sıralamaları değiştirebiliyor. Petrolün belli bir pazara iletilmesi, hükümet politikalarından da etkilenabiliyor. Bunlara ek olarak, hem alıcılar, hem de satıcılar kimi kısıtlamalar getirebiliyor. Örneğin, ABD'nin İran ve Libya'dan petrol alımını yasaklaması ve Birleşmiş Milletler'in Irak petrol rollerinin satışını kısıtlaması gibi.

Bölgelere ve ürünlere göre sunum ve talep eğilimlerinin etkileşimi, ham petrol ve petrol ürünlerinin fiyatlarını belirliyor. Çoğu kez, fiyatlardaki dalgalanmalar çok küçük ve yalnızca alıcıların ve satıcıların ilgi alanına giriyor. Ancak, bu dengelerin çok çeşitli nedenlerle kesintiye uğradığı ve petrol fiyatlarını haberlere taşıdığı da oluyor.



nin tepe noktasını tahmin etmedeki başarısızlığı, bu bölgenin özel doğasından, dünyanın en yoğun arama ve üretim yapılan bölgesi olmasından kaynaklanıyor olabilir. Dünyanın başka bölgelerindeki üretim desenlerinin bir çan eğrisiyle gösterilemeyeceğini, başka yerlerde üretimin kesintiler ve duraksamalarla dolu olduğunu belirtiyorlar. Petrol üretiminin tepe noktası, büyük bir olasılıkla bu olay gerçekleştikten sonra tam olarak belirlenebilecek.

Öte yandan, petrol üretiminin ne zaman tepe noktasına ulaşacağını hesaplanmasında, elde edilebilir rezervlerin miktarı da önemli. Bunu tahmin edebilmek için de, rezervlerin hangi hızda değiştiğinin bilinmesi gerekiyor. İşte, resmi istatistik verilerinin tehlikeli bir biçimde yanlış yönlendirici olduğu yer de burası. Bir başka sorun, keşfedilmeyi bekleyen petrol miktarları tahmin edilirken, farklı petrol tiplerinin çok esnek tanımlarla ele alınması. Ham petrol, özgül ağırlığına ve akışkanlığına göre ikiye ayrılıyor: Elde edilebilir nitelikteki petrol (bugüne kadar üretimi yapılan petrolün % 95'i bu tanımlamaya giriyor) ve "elde edilemez" nitelikte petrol (yani katranlı kumlar, petrol killi şistleri gibi bugünkü teknolojiyle çıkarılamayacak nitelikte petrol). Bu ayrım önem taşıyor; çünkü küresel ekonomi, özellikle elde edilebilir petrolden gelen ucuza pompalanabilen petrole dayanıyor. Kanada'da ya da Antarktika'da bulunmayı bekleyen elde edilemez nitelikte petrol kaynakları, bulunabilecek olsalar da bu ne bugünkü fiyatlarla, ne de bugün gerçekleşecek. Bu da, genellikle petrol şirketlerince öne sürülen, teknolojinin petrol kaynaklarımızın ömrünü uzatacağı savıyla çelişiyor: Bu henüz geliştirilmemiş teknolojilerle üretilecek petrolün maliyeti, bugünün standartlarına göre astronomik fiyatlarda olabilir. İşte bu yüzden bu kaynakları, elde edilebilir petrol kaynaklarından ayrı tutmak gerekiyor.

Öyle ya da böyle, petrolü bir fosil yakıt olarak tanımlayarak, zaten geçmişte oluşmuş olduğunu, yani ilk varili tükettiğimizden beri azalmakta olan bir kaynak olduğunu da kabul etmiş oluyoruz. Ancak, petrolün ne kadar sürede tükeneceği konusunda farklı görüşler var. Öte yandan, öyle görü-



nüyor ki, petrolle ilgili asıl sorun tükenmekte olduğu değil, ucuz petrol üretiminin sonuna varmak üzere olmamız. Kimilerine göre, petrol üretiminin tepe noktasını çoktan geride bıraktık. Birçok uzman ve kuruluşta, önümüzdeki 10 - 20 yıl içinde petrol üretiminin tepe noktasına ulaşılacağıni hesaplıyorlar. Bu noktadan sonra,

üretim maliyetleri gittikçe artarak yükselecek. Küresel enerji gereksiniminin % 40'ını ve taşımacılıkta kullanılan yakıtın % 90'ını sağlayan petrol, önümüzdeki 10 yıl içerisinde azalmaya başlayacak. Dünyanın bugünküne göre çok çok daha az petrol kullanmayı öğrenmesi gerekecek. Bunun için plan yapıp hazırlanan ülkeler, kriz

Petrol Stokları

Petrol stokları, petrolün üreticiden tüketiciye ulaştırılmasında ve hem küresel hem de bölgesel petrol pazarlarının dengesi açısından önem taşıyor. Energy Intelligence Group'un 1997 yılındaki raporuna göre, herhangi bir zamanda, tüm dünyada endüstri kuruluşlarının ve hükümetlerin stoklarında 7-8 milyar varil petrol bulunuyor. Neden bu kadar fazla? Çünkü stoklar, küresel gereksinim karşılama sisteminin çalışmasını sürdürmek için gerekli. Petrol stokları, kuyulardan tüketicilere kadar uzanan, tankerleri, boru hatlarını, motorlu araçları dolur, pazarları ve endüstrinin tüm parçalarını birbirine bağlayan dev bir boru hattı gibi düşünülebilir. Bu nedenle de petrol endüstrisinin, doğru ürünü doğru zamanda doğru yere ulaştırabilmesinde kilit noktasını oluşturur. Bu stokların yalnızca % 10'u endüstrinin istediği zaman kullanmak üzere erişilebileceği durumdadır. "İhtiyari stoklar" olarak adlandırılan bu yüzde onluk bölüm, küçük gibi görünse de endüstriyi çeşitli biçimlerde etkileyebilir; çünkü

pazarda çok az, çok fazla ya da yeterli miktarda petrol olduğunun göstergesidir. Belli bir pazarda stoklar düşerse, fiyatlar daha yüksek olur ve bu da sunumun artmasını teşvik eder ya da talebin azalmasına neden olur. Bunun tam tersi olarak, stokların yüksek olması, fiyatların da o pazarda daha düşük olmasına neden olur. Stoklar, fiyatların baş göstergesi olarak görüldüğünden, pazarın en yakından izlenen özelliğidir. Endüstrinin küresel petrol stoklarını dilediği kadar yakından izlemesinin güç olduğunu da belirtmek gerekiyor. Dünyanın stoklama kapasitesinin birçoğunun sahibi, petrolü üreten, rafine eden, ya da pazarlayan şirketler. Küçük, ancak önemli bir bölümü de, petrolü üçüncü kişilere kiralarak para kazanan bağımsız şirketlere ait. Rotterdam, Singapur, New York Limanı ve Karayipler gibi, ticari merkezlerde bulunan bu şirketler, bu merkezlerin canlılığını korumasında önemli rol oynuyor. Bağımsız stokların miktarı, ihtiyari stoklarda olup bitenlerin de bir göstergesi olabiliyor.

kendilerini vurduğunda tepki gösteren ülkelere göre daha avantajlı durumda olacaklar.

Kuyudaki Son Damlaya Kadar

Bugün artık petrol şirketleri de uzun vadede yeni petrol alanları bulacaklarına güvenmemeleri gerektiğini farkediyorlar. Artık zaman, kuyulardaki petrolü son damlasına kadar elde edecek yeni yollar bulma zamanı. Petrol alanlarında yangın çıkarmaktan petrol haznelerini yıkayacak mikroorganizmaların kullanılmasına kadar çok farklı yöntemlerden söz ediliyor. Bu yöntemlerden bazılarının tam olarak geliştirilebilmesi için onlarca yıl gerekecek. Bir haznede yangın başlatmak, bu yöntemlerden belki de en eskisi. 50 yıl kadar önce Rusya'daki petrol alanlarında kaza sonucu bulunmuş. Mühendisler, basıncı artırarak petrolü kuyudan çıkmaya zorlamak amacıyla hazneye hava pompalamışlar ve havanın petrolle tepkimeye girerek tutuşmasına neden olduğunu görmüşler. Haznenin küçük bir bölümüyle sınırlı kalan tutuşma, petrolü ısıtarak vizkozitesini azaltmış ve kuyulardan sorunsuz bir biçimde akmasını sağlamış. Bu yöntem, özellikle petrol fiyatlarının yüksek olduğu 1980'li yıllar başta olmak üzere yıllardır denenmesine karşın, kimi yerlerde işe yararken kimi yerlerde de başarısız olunmuş; hatta kimi denemelerde kuyularda patlamalar gerçekleşmiş. İngiltere'deki Bath Üniversitesi'nden araştırmacı-

Petrol Yerine

Fosil yakıtların uygarlığımız açısından önemi tartışılmaz. Bu kaynakların sınırsız olmadığını biliyoruz; üstelik, bu yakıtları kullanmanın iklim değişikliği gibi büyük bedelleri de var. Bu nedenle, fosil yakıtların ekonomik, politik ve çevresel etkileri, kamuoyunda ateşli tartışmalara konu oluyor. Petrolün bir gün bitebilecek olması ve küresel ısınma tehdidi göz önüne alınırca, alternatif enerji kaynaklarına hiçbir zaman bu kadar gereksinim duyulmamıştı. İşte bu seçeneklerden bazıları:

Hidrojen: Hem bol, hem de temiz bir enerji kaynağı olabilir; ancak, yakıt olarak kullanılabilmesi için önce işlenmesi gerekiyor. Hidrojenle çalışan yakıt pillerinde kullanılan hidrojen, doğalgazdan elde ediliyor. Benzine alternatif bir yakıt olarak kullanılabilmesi için, öncelikle sürdürülebilir kaynaklardan elde edilmeye başlanması ve depolama ve dağıtımının ekonomik altyapısının kurulması gerekiyor. Yakıt pilli otomobiller, şimdiden kullanılmaya başlandı. Londra'da yakıt piliyle çalışan otobüsler deniyor.

Rüzgâr: Dünyanın en hızlı büyüyen yenilenebilir enerji kaynağı; üstelik de sınırsız bir kaynağa dayanıyor. Ancak, rüzgâr türbinleri gürültü-



leri ve görüntüleri nedeniyle kimi yerlerde şikayetlere konu olabiliyorlar; rüzgâr türbini tarlalarının kurulmasının yüksek maliyetli olmasıyla bir başka sorun.

Su: Hem güvenli, hem de kirliliğe neden olmuyor; ancak üretim tesislerinin kurulabileceği alanlar sınırlı. Hidroelektrik santralleri için çok büyük alanlara gereksinim duyuluyor ve doğal dengeye zararlı olduğu tartışılıyor. Deniz kıyısına kurulan ve dalga enerjisiyle elektrik üreten sistemler de umut vaat ediyor; ancak şimdilik kurulumları çok pahalı.

lar, bu yöntemi yeniden ele alarak kapsamlı bir araştırmayla denemeyi planlıyorlar.

Daha hafif petroler içeren alanlardaki çıkarılmayan petroler içinse Norveç'teki Statoil şirketinin geliştirdiği yöntem, hidrokarbonlarla beslenen mikroorganizmaları kullanmak. Bu mikroorganizmalar, petrolle kirlenmiş kıyıları temizlemede de kullanılıyor. Yarı yarıya boşalmış haznelerde petrol üretimi yapılmasının güçlüğü, petrolün haznedeki kayaçlara tutunmasından kaynaklanıyor. Petrolü dışarı itmek için içine su pompalanıyor;

ancak eninde sonunda su, içeride kalan petrolün üzerinden akmaya başlayarak yararsız kalıyor. Araştırmacıların kullandığı mikroorganizmalar, kayaçların gözeneklerinde petrolle su arasında yaşıyorlar. Bu, su moleküllerinin petrolü tutarak kayaçlardan sökmeye yarıyor. Statoil, 2001'den bu yana bu yöntemle deneyler yürütüyor. Bu yöntemin, kuyulardan elde edilecek petrolü % 5 oranında artıracığı tahmin ediliyor. İngiltere'deki BP şirketi de, su, petrol ve hazne kayaçları arasındaki tepkimelerin kimyasal özelliklerini araştırıyor. Araştırmacılar, suyun tuzluluk oranını azaltmanın, petrol damlalarının gözeneklere hapsolmesini engelleyeceğini düşünüyorlar. Mikrodalga ışınımı ya da gaz üreten mikroorganizmaların kullanılmasını öneren araştırmacılar da var. Petrolün fiyatı arttıkça, bu tür araştırmaların daha fazla önem kazanacağı açık.

Aslı Zülâl

Kaynaklar

- Campbell, C. & Laherrère, J. H. "The end of cheap oil". Scientific American, Mart 1998
Giles, J. "Every last drop". Nature, 17 Haziran 2004
Hall, C. & ark. "Hydrocarbons and the evolution of human culture". Nature, 20 Kasım 2003
Maugeri, L. "Oil: Never Cry Wolf-Why the petroleum age is far from over". Science, 21 Mayıs 2004
<http://www.eia.doe.gov/>
<http://www.peakoil.net/>
<http://www.hubbertpeak.com/>

