



Denizlerin Yalnız Devleri... Petrol Platformları

Benzin, fuel oil (yağyakıt), gazyağı, asfalt... Bunlar üretimin, ulaşımın, kısacası uygarlığımızın can damarı petrol ürünleri. Bu ürünlerin kullanım alanı önceleri oldukça sınırlıydı. Sözelimi, bundan yüz elli yıl kadar önce, petrolün en önemli kullanım alanlarından biri lambalarda yakılacak gazyağı elde edilmesine yönelikti. Mum yapımında kullanılan parafin ve yollara dökülen asfalt dışında, örneğin benzin, insanlara gereksiz görünüyordu. İlk otomobillerde benzin kullanılmaya başlanması'nın nedenlerinden biri de, benzinin çok ucuz olmasıydı. Petrolün önemli bir enerji kaynağı durumuna gelmesi 1850'li yıllarda oldu.

İlk petrol kuyuları, petrolün yeryüzüne kendiliğinden sızdığı bölgelerde kurulmuştu. O zamandan günümüze, araştırma teknikleri büyük ölçüde ilerledi. Öyle ki, günümüzde, çöllerden okyanus tabanlarına kadar dünyanın pek çok bölgesinde binlerce alanda petrol çıkarılıyor. Ve, bu yıl dünyanın dört bir köşesinde ortalama olarak günde 75 milyon varil petrol üretiliyor.

Petrol endüstrisinin gelişmeye başladığı ilk yıllarda arama teknikleri yalnızca büyük petrol alanlarının bulunması için yeterliydi. Bu nedenle de keşif çalışmalarının ilk aşamalarında yalnızca büyük petrol alanları bulunabildi.

Zaman ilerledikçe, daha küçük, daha karmaşık rezervlerin yerlerini saptamaya yarayan yöntemler geliştirildi. Günümüzde, en güçlü endüstrilerden biri durumundaki petrol endüstrisi, bilgisayar teknolojisinin de en çok kullanıldığı alanlardan biri. Üç boyutlu (3D) sismik araştırma tekniğiyle karmaşık yapıdaki petrol rezervleri görüntüleniyor. Bilgisayar tomografisiyle alınan vücut görüntülerine çok benzeyen 3D görüntüler, izleme çalışmalarına veri sağlamak amacıyla aynı alanda belli aralıklarla sürdürülüyor. Bu yöntem, petrol mühendislerinin petrolün en küçük bir hareketini bile izleyebilmesini sağlıyor. Bu yönetime de 4D adı veriliyor.

Petrol çıkarma işinin en zor ve maliyetinin en yüksek olduğu yerler de-

nizlerdeki petrol platformlarıdır. Buna karşın denizlerdeki petrol rezervleri her zaman çok çekici olmuş. 1997 yılı, denizlerden petrol ve gaz çıkarılmaya başlanması'nın 50. yılıydı. Bugün, Dünya denizlerinde 7000'den fazla petrol ve doğalgaz çıkaran platform bulunuyor. 2005 yılında gelindiğinde, petrol ihtiyacının 1/5'inin derin sularda yapılan petrol çıkarma çalışmalarıyla sağlanacağı tahmin ediliyor.

Denizde petrol çıkarma işi, genellikle çok ağır koşullar altında gerçekleşir. Bunun nedenleri, çevre koşullarının değişkenliğinin yanında, kolay erişilecek petrol rezervlerine az rastlanır olmasıdır. Buna bir de, eskiden teknolojik olanaksızlıklar nedeniyle ulaşılamamış yerlerin de artık kazılıyor olma-



sını ekleyebiliriz. 1947'de ABD'nin Luisiana kıyılarına kurulmuş olan ilk platform, yalnızca 6 metre derinlikten petrol çıkarmak için tasarlanmıştı. Bugünse birçok yerde petrol çıkarma çalışmaları, deniz yüzeyinin yüzlerce metre altında yapılıyor.

İlk başlarda petrol platformları, daha çok kullanılacağı alana büyük mavnalarla taşınan ve yerlerine vinçle yerleştirilen yapılar olarak tasarlanıyordu. Bugünse pek çok farklı platform tasarımına raslanabilir. 1960'lı yıllarda bir vincin birkaç yüz tonu kaldırması başarı olarak görülüyordu. 1974 yılında bir vinç gemisi, 2000 tonluk modülleri kaldırabiliyordu. 1981 yılında bu rekor 3000 tonun üzerine çıktı. Ve 1987 yılında en büyük vincin kaldırma kapasitesi 9000 tona çıkmıştı. Böylece, ilk zamanlarda platformun üst bölümü her biri 1000 ton ağırlıkta olan on ya da daha fazla sayıda modül halinde tasarlanmak zorundayken, artık platformlar bir bütün olarak tasarlanabiliyor.

Platformda Yaşam

Petrol platformlarını, okyanuslardaki insan yapısı adalar diye tanımlıyabiliriz. Buralardaki yaşam, 24 saat boyunca çalışmanın durmadığı, farklı disiplinlerden, hatta farklı uluslardan insanların çalıştığı apayrı bir dünyadır. Platformda yaklaşık 200 kişi yaşar. Petrol platformu aynı zamanda, petrol kuyuları, delme donanımları, petrolü ayırma ve işleme donanımları, destek gemileri ve helikopterlerden oluşan, tüm bunların uyum içinde işlemesi gereken dev bir makinedir de. Her platformda petrol, kimya ve inşaat mühendisleri, denizbilimciler (oşinograflar), havabilimciler (meteorologlar), denizciler ve başka uzmanlar birlikte çalışır. Bunların hepsine de platformda önemli görevler düşer, bu nedenle de hangisinin işinin daha öncelikli olduğunu söylemek güçtür. Platformun kendine özgü yaşamını sağlamak için çalışan gaz türbinleri, küçük bir kasabaya yetecek kadar elektrik üretir.

Dünyadaki tüm petrol platformlarının üçte ikisi, çalışma koşulları öteki bölgelere göre daha olumlu olan Meksika Körfezi'nde bulunuyor. Burada petrol ve doğal gaz çıkarma çalışmaları çok derin sularda sürdürülürken, üst üste derinlik rekorları da kırılıyor. Örneğin, 1997 Mayıs'ında Meksika Körfezi'nde bulunan Ram-Powel platformunda 980 metre derinlikten petrol çıkarılmaya başlanmış. Aynı yılın Haziran ayından bu yana da, buradaki Mensaa platformu suyun 1615 metre altındaki bir rezervden gaz çıkarıyor. Bundan birkaç hafta sonra Brezilya hükümetine ait Petrobras, Rio de Janeiro yakınlarında, 1700 metre derinlikten petrol çıkarmaya başladı.



Deniz tabanına kendi ağırlığıyla oturan beton ağırlık platformu. Bu yapıların hem boyutları, hem de taşıdığı yükler çok büyüktür. Çoğu zaman rafineri olarak da kullanılmak üzere tasarlanırlar.

neğin, 1997 Mayıs'ında Meksika Körfezi'nde bulunan Ram-Powel platformunda 980 metre derinlikten petrol çıkarılmaya başlanmış. Aynı yılın Haziran ayından bu yana da, buradaki Mensaa platformu suyun 1615 metre altındaki bir rezervden gaz çıkarıyor. Bundan birkaç hafta sonra Brezilya hükümetine ait Petrobras, Rio de Janeiro yakınlarında, 1700 metre derinlikten petrol çıkarmaya başladı.

Yapı Türleri

Petrolün geliştirmesinin tamamı üç aşamadan oluşur; keşif, delme ve üretim. Keşif sondajları, hidrokarbonlar içermeye potansiyeli bulunan jeolojik yapının belirlenmesi için jeolojik, jeofiziksel ve sismik testlerin yapılmasını kapsar. Daha sonra, rezervuar kayalarının gerçekten hidrokarbon içerip içermediğinin ölçülmesi için bir keşif kuyusu açılır. Bu üç aşamada da, kazı gemileri ve yüzen platformlar -rüzgâra, dalgalara ve derin sulara karşı- kullanılıyor. Belki de en önemli teknik gelişme, keşif aşamasında yaşanmış. Keşif, petrol şirketleri için önemli olduğundan, daha isabetli ve karmaşık tekniklere ihtiyaç duyulmuş.

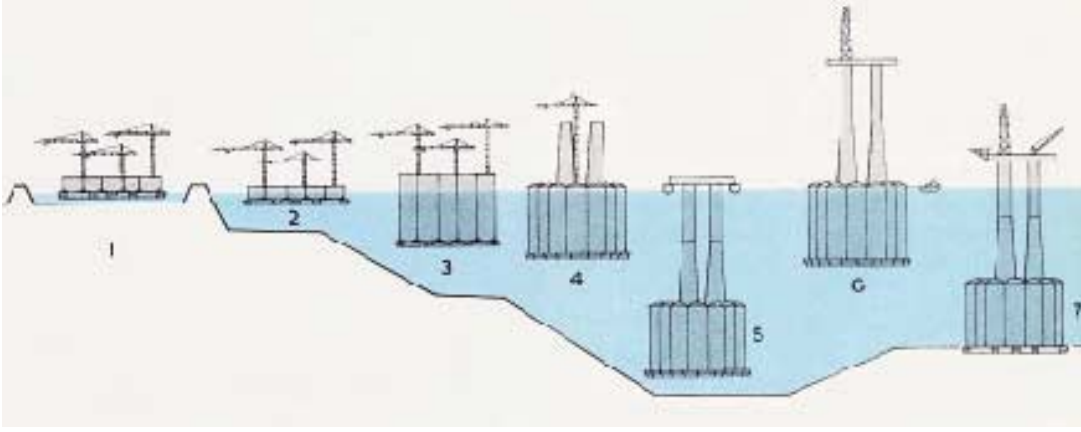
Bir bölgeye en uygun platform biçimi, suyun derinliğinden tutun, su

üstünde kalan bölümün gereksinimleri ve çevresel koşullara değin pek çok etkene bağlıdır. Uzmanlar, eldeki seçenekleri inceleyerek o bölge için en ekonomik ve güvenli tasarımı seçerler. Denizlerdeki petrol platformlarını, deniz tabanına yaslanan sabit platformlar ve yüzen platformlar olarak kabaca ikiye ayırabiliriz. Yüzen platformların geliştirilmesi, petrol ve gaz endüstrisinin çok derin sulardaki rezervlerden petrol çıkarmasına olanak sağlamıştır.

Çok derin yerlerde platformların deniz yatağına varan çelik ya da beton ayaklar üzerinde durması olanaksızdır. Çünkü platform, dalgalar, rüzgâr ve fırtına karşısında çok geniş bir yüzey alanı oluşturur. Buna getirilen çözümse, yüzen sistemler olmuş. Derinlik rekorları kıran yapıların hepsi de bu türe giren platformlardır. Bu yapılarda platform, yapı dengede duracak biçimde, deniz tabanına tespit edilmiş demirlerle bağlı çelik halatlarla gerilerek aşağı doğru çekilir. Çıkarılan petrol, platformun üzerindeki işleme yerlerine esnek borularla iletilir; böylece platformun rüzgâra ve dalgalara bağlı hareketleri de zararsız hale getirilmiş olur.

Yüzer üretim sistemiye, depolama için büyük bir tanker ve ham petrolü kıyıya taşımak için küçük mekik tankerlerden oluşuyor. Petrol tarlasının boyutları ne kadar küçük olursa, üretimin verimi ve ticari başarısı da o ölçüde azalır. Bu nedenle de, hareketli ve yeniden kullanılabilir üretim sistemlerine ihtiyaç duyuluyor. Yeni bir petrol kuyusu bulunduğu, bir tanker, esnek borular yardımıyla kuyuya bağlandıktan sonra depolanması için ham petrolü yukarı pompalamaya başlıyor.

Sabit platformların kullanıldığı derinliklerse, daha çok ekonomik nedenlerle, 300 metreyle sınırlıdır. Bunların geliştirilmesi daha çok Kuzey Buz Denizi petrollerinin geliştirilmesi nedeniyle gerçekleşti. Bu yapıların taşımak ya da karşı koymak zorunda olduğu yükler çok büyüktür. Bu nedenle cüsseleri de büyüktür. Örneğin, buradaki çelik bir platformun ayaklarının her biri, çift katlı bir otobüsü içine alabilecek genişliktedir. Sabit platformların başka bir örneği de, beton ağırlık platformudur. Bunlar, deniz tabanına kendi ağırlıklarıyla oturan beton yapılarıdır. Beton bir platformun ayağının içine bir ev bile sığabilir. 600 000 tona eş-



1. Kuzey Buz Denizi'nde kullanılacak olan bu platformun yapımı, havuzda başlıyor. 2. ve 3. Tanklar yapıldıktan sonra inşaat denizde, sığ sularda sürüyor. 4. Platformu taşıyacak kuleler yapılıyor. 5. Mavnalara bağlamak üzere platform batırılıyor. 6. Mavnalar tarafından yerine çekiliyor. 7. Sonunda, petrol çıkarmak ve depolamak üzere dibe oturtuluyor.

değer bir ağırlıkta (6000 Meganewton) olan; 30 metre yükseklikte bir dalganın 60 000 ton yüküne karşı koyabilen bir yapı düşünün. Bununla birlikte saatte 160 km hızla esen rüzgâr altındayken, platformun üst bölümü, rüzgârın 2000 tonluk yüküne karşı ayakta durmak zorunda kalabilir. Kuyuların kazılması ve günde 180 000 varil petrol üretilmesine yetecek tüm ekipmanlar da, güverte adı verilen çelik yapının üzerinde bulunur.

10 metreden daha sığ sularda, dalgıç (submersible) denen platform türleri kullanılır. Bunlar, yüzen platformlardır. Dengenin sağlanması için yanlarında büyük tanklar vardır. Platform, kazı bölgesine yüzdürülerek götürülür; daha sonra bu tanklara su basılarak deniz tabanına oturtulur ve sabit bir platform haline gelir.

Kuzey Buz Denizi

Bundan 30 yıl kadar önce Kuzey Buz Denizi petrollerinin keşfi, petrol endüstrisi için dönüm noktalarından biri olmuştu. Yeni tekniklerin Kuzey Denizi petrollerinin gelişiminde, Bu petrolerin bulunması da yeni tekniklerin geliştirilmesinde büyük rol oynadı. Kuzey Denizi'nde koşulların çok çetin olmasına rağmen, deniz mühendisliği pek çok pratik sorunu çözdü.

Örneğin, 1981 yılında tamamlandığı zaman dünyanın en büyük insan yapısı olan Statfjord B platformunu ele alalım. Statfjord B'nin güvertesi 40 000 ton ağırlığındadır ve buna 204 çalışanının yaşadığı bir otel ve çatıdaki helikopter pisti de dahildir. Bu tür platformlar, aynı zamanda hem üretim kuyusu, rafineri, otel ve hem de havalanı olarak kullanılır. Statfjord B'nin altında, 24 hücreden oluşan beton bir

taban bulunur. Bunlardan da yine betonndan 4 içi boş ayak çıkar. Platformu bu ayaklar taşır. Taban ve platform ayrı ayrı inşa edildikten sonra denizde birleştirilir.

Statfjord B'nin makinelerin ve platformdaki tüm araç-gereçlerin çalıştırılması için 10 000 konuta yetecek kadar elektrik enerjisine gereksinim vardır. Platformun iki ayağında 32 petrol kuyusu bulunuyor. Diğer bir bacağındaysa asansörlerle birbirine bağlanan 13 katlı bir yapıda pompalar ve borular bulunuyor. Kuzey Denizi'nde petrol üreten platformlar uygarlıktan ayrı yerlerde bulunduğundan, pek çok kişinin bunlardan haberi yoktur. Örneğin, Keops Piramidi'nin neredeyse iki katı yükseklikte olan Statfjord B gibi bir yapı denizde değil de karada olsaydı, kuşkusuz insanların ilgisini çekerd. Ancak, günde 150 000 varil ham petrolün üretildiği bu dev yapı, Kuzey

Buz Denizi'nde neredeyse unutulmuş gibidir. Böyle bir yapının varlığından kimse haberli değildir.

Aslında, Kuzey Buz Denizindeki petrol çıkarma yapıları, geliştirilmesi en zor ve en pahalı yapı türleridir. Ancak, sülfür içeriği düşük, yüksek kaliteli petrol ve üretim maliyetinin petrolün pazar fiyatından çok daha düşük olması, buraları petrol şirketleri için çekici kılıyor. Kuzey Buz Denizi ham petrolü, sülfür içeriği az, hafif molekülleri fazla olan yüksek kaliteli bir petrol. Ham petrolde ne kadar az sülfür bulunursa, bunun rafine edilmesi de o kadar ucuza gelir. Buna karşılık Ortadoğu petrolü, endüstride ve gemilerde kullanılmaya uygun olan ağır moleküllerden oluşan bir petroldür. Bu ham petrol, sülfür gibi istenmeyen bir kirletici içerir ve rafine işlemi daha pahalıdır.

Platformda, çıkarılan ham petrolün önce gazdan ve sudan ayrılması gere-



Hazar Denizi'ndeki Chirag Azeri platformu. Burada, 1997 yılından bu yana günde 16 000 varil petrol üretiliyor. Birçoklarına göre, Hazar Denizi petroleri, İran ve Suudi Arabistan petrollerini geride bırakabilir.

kir. Gaz, ayrı bir yerde depolanır ya da, kendi boru hattıyla platformdan gönderilir. Bazı kuyularda kuyunun basıncını arttırmak için kuyuya geri pompalandığı, hatta küçük miktarlarda çıktığında yakıldığı görülür. Çünkü, depolama maliyetleri yüksektir. Kuyudan çıkarılan petrol de bazen boru hatlarıyla, bazen de gemiler ve tankerlerle rafineriye taşınır. Burada tanklarda depolanır. Kimi platformlar, aynı zamanda rafineri işlevi de görür.

Kuyudan gelen petrole "ham petrol" adı verilir; çünkü bu aslında, benzin, kerosen, parafin, asfalt gibi farklı ağırlıkta hidrokarbonların karışımıdır. Kullanılacak duruma getirmek için ham petrol rafineriye getirilir. Ham petrolün rafine edilmesi, bunun farklı hidrokarbonlarının birbirinden ayrılması demektir. Bunu gerçekleştirmenin en kolay yolu, ham petrolü ısıtmaktır. Kaynayınca, gazlar ve buharlar bir kuleye gönderilir. Kulenin tepesine doğru yükseldikçe bunlar soğumaya başlar ve buhar molekülleri soğuyarak sıvıya dönüşür. Önce ağır moleküller sıvıya dönüşür, bunlar kulenin dibine yakın bir yerde toplanır. Hafif olanlar yükselmeyi sürdürür. Böylece farklı ağırlıkta moleküller sıralanmış olur.

Günümüzde benzine o kadar çok ihtiyaç duyuluyor ki, bu ihtiyacın hepsini, ham petrolün içinde hazır bulunan benzinden sağlamak olanaksız. Bu nedenle, petrol rafinerilerinde ağır petrol, parçalanarak benzine çevrili-

yor. Kabaca anlatmaya çalışırsak; örneğin, 20 karbon atomuna sahip ağır bir petrol molekülü, 10'ar karbon atomlu 2 benzin molekülüne çevrilebiliyor.

Üretimin Bedeli

Sondaj sırasında çıkarılan su ve çamur, petrol ve gazdan arındırıldıktan sonra, birçok platformda bu üretim suyu sonunda denize verilir ve bu suyla birlikte kaçınılmaz olarak bir miktar petrol de denize karışır. Bu yolla da 1000 litre suda yaklaşık 40 gram petrolün denize boşaldığı bulunmuş. Ayrıca, bazıları can kayıplarıyla sonuçlanan kazalarda da denize petrol sızmaları oluyor. Uluslararası bağımsız uzmanların ve Oslo ve Paris komisyonlarının raporlarına göre 1995 yılında Kuzey Buz Denizi'ndeki petrol platformlarından denize yaklaşık 12 000 ton petrol bırakılmış. Bu konuda yeni rakamlar bulunmuyor. Petrolle birlikte çıkarılan suyun, rezervlere geri pompalandığı platformlar da var.

Başka bir kirlilik kaynağıysa soğutma ve temizleme sırasında denize dökülen suların cıva gibi ağır metalleri içermesi. Bunlar da platformdan dökülen sularla birlikte denize karışıyor. Petrol boru hattı kazaları ve platformlarda meydana gelen kazaların yanı sıra platformun günlük çalışmaları sırasında ortaya çıkan atıklar, son yıllarda çevre örgütlerinin eleştirilerine ve protestolarına konu oldu.



1998 yılının başından beri, denizlerdeki tüm petrol platformları, işlevleri sona erdiğinde bulundukları yerden taşınabilecek biçimde yapılmak zorunda. Bu nedenle de gelecek, yüzen yapılara ait olacak gibi görünüyor. Bu yapılar sabit platformlara göre daha kolay yapılıyor olmasının yanı sıra, görevi tamamlandığında da başka bir yere taşınarak tekrar kullanılabilir. Buna karşılık, bugüne değin altı beton olan hiçbir platform, sökülerek yerinden kaldırılmış değil. Birçoklarına göre bunun nedeni, kalın duvarlı beton yapıyı kontrollü bir biçimde parçalayarak ayırmaya yarayan bir tekniğin bulunmaması. Başka bir gelişme de, deniz tabanında insansız olarak çalışan "petrol fabrikaları"nın geliştiriliyor olması.

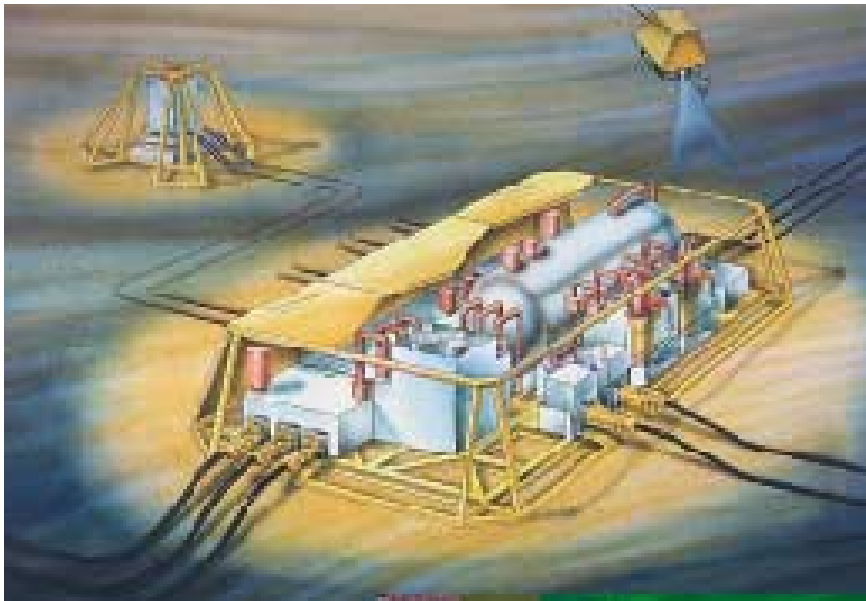
Terk edilmiş platformların kaderinin değiştiği de oluyor. Örneğin, "Ocean Odyssey" adlı emekli bir platform, geçtiğimiz yıl iletişim uydularını yörüngeye taşıyan roketlerin fırlatılmasında kullanılmış.

ABD Savunma Bakanlığı'nda, ömrünü tamamlamış platformların bir kısmının denizde birbirine kenetlenmesiyle denizde askeri bir üs kurulup kurulamayacağı konusunda ilgileniyor.

Aslı Zülâl

Konu Danışmanı: Ali Suat Bağcı
Prof.Dr. ODTÜ Mühendislik Fakültesi
Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar
Breithaupt, H. "Die Fabrik am Meeresgrund" Bild der Wissenschaft, Eylül 1999.
Frick, F. "Turmbau im Eismeer" Bild der Wissenschaft, Mayıs 1998.
Hamblly, E. C. "The North Sea Challenge" Great Engineers, 1987, Academy Editions.
Hawkes N., "Massive Seabed Structure" Structures: Man-made Wonders of the World. 1991
Rist, C. "Why we never run out of oil?", Discover, Haziran 1999.
Stix, G. "Floating Giants", Scientific American, Haziran 1997.
<http://www.general.uwa.edu.au/oil-gas/platforms.html>



Deniz tabanındaki petrol fabrikası. Norveçli bir firmanın projesi olan Subsis adlı bu yapının petrol platformlarından hiçbir farkı yok, fakat suyun altında olduğu için görünmüyor.