

Yeryüzünü Algılayan Yeni Gözler

Lütfü DURMAZ Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Jeofizik Dairesi, Ankara.

GİRİŞ

İlk hava fotoğrafı Felix Tournachon tarafından 1856 yılında Paris'in üzerinde bir balondan çekilmiştir. İnsan yapısı ilk uydu SPUTNİK ise günümüzden sadece 25 yıl önce 4 Ekim 1957 de uzaya gönderilmiştir. O tarihten günümüze kadar yüzlerce uydu uzaya gönderilirken birçok insan da uzayın barışçı amaçlarla kullanılmasının sonuçlarını bekliyordu.

Dış uzayın yanı sıra yeryüzünün uzaydan incelenmesi ayrı bir ilgi alanı oluşturmuş, 1961 yılında MERCURY ile başlayan GEMINI, APOLLO, SKYLAB ve SPACE SHUTTLE ile günümüze kadar devam eden insanlı uçuş programlarında yeryüzünün çeşitli kameralarla değişik dalgaboyu aralıklarında yüzlerce fotoğrafı çekilmiştir. Bütün bu araştırmalar sonunda elde edilen bilgi ve deneyler şüphesiz ki uzaktan algılama algılayıcı ve platformlarının gelişmesine birçok katkılar sağlamıştır. Böylece yeryüzünün yörüngesel yüksekliklerden gözlenebilmesi uzaktan algılama yöntemlerinin yerbilimleri ile ilgili araştırmalarda da yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur.

UZAKTAN ALGILAMA NEDİR?

Uzaktan algılama, en geniş anlamı ile, cisimlerin bazı özelliklerinin o cisim ile fiziksel temasta bulunmadan saptanması ve ölçülmesidir [1]. Daha dar anlamı ile uzaktan algılama, hedef olarak seçilen nesnenin özelliklerinin ışık, ısı ve kısa dalga gibi elektromanyetik (EM) enerjinin saptandığı yöntemleri içermektedir. Jeofizikteki gravite, manyetik, elektrik gi-

Band 1 (0.45 - 0.52 μm)

Kıyı sularının haritalanmasında, toprağın bitki örtüsünden, iğne yapraklı ağaçların yayvan yapraklılardan ayırt edilmesinde

Band 2 (0.52 - 0.60 μm)

Bitki canlılığının saptanmasında

Band 3 (0.63 - 0.69 μm)

Bitkilerin ayırt edilmesinde

Band 4 (0.76 - 0.90 μm)

Canlı kütle (Biomass) içeriğinin saptanmasında, su kütlelerinin sınırlarının çizilmesinde

Band 5 (1.55 - 1.75 μm)

Toprak ve bitkilerin nem içeriğinin saptanmasında, karın bulutlardan ayırt edilmesinde

Band 6 (10.40 - 12.50 μm)

Bitki örtüsü ile ilgili stress analizlerinde, toprak neminin saptanmasında ve ısıl haritalamalarda kullanılan ısıl kızıl ötesi bandıdır.

Band 7 (2.08 - 2.35 μm)

Kaya türlerinin ayırt edilmesinde, hidrotermal alanların haritalanmasında.

Çizelge 1 — LANDSAT -4 Thematic Mapper Dalgaboyu aralıkları ve uygulama alanları.

bi kuvvet alanlarının ölçülmesi ile ilgili yöntemler bu tanımın dışında kalmaktadır.

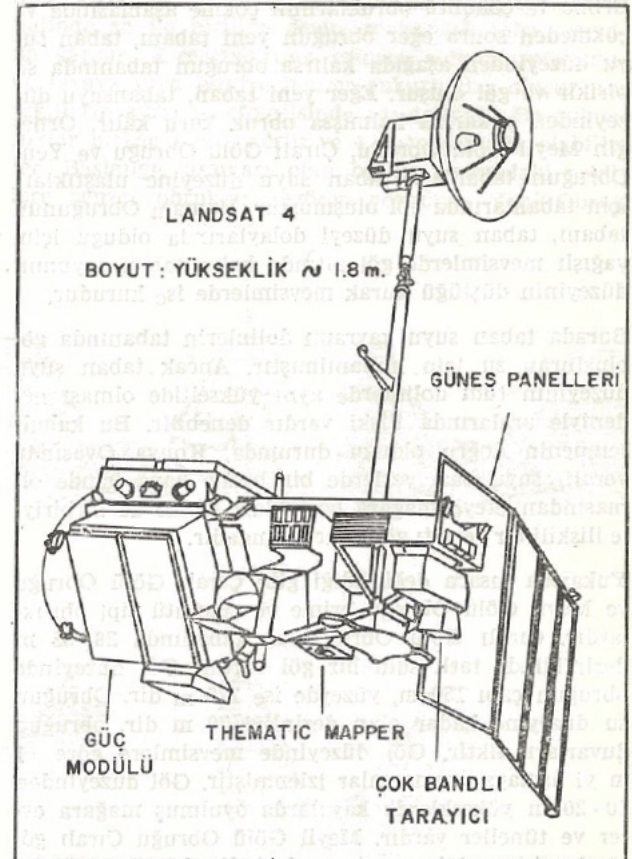
Yörüngesel uçuşlarda yerin fotoğraflarının çekilmesi ile birlikte bunların sağladığı yararlar, sonuçta LANDSAT uydularını gündeme getirmiştir. Böylece geniş alanların değişik dalgaboyu aralıklarında dönemsel gözlenmesi olanağına kavuşulmuştur. 1972 yılından sonra LANDSAT serisinden dört uydu yörüngeye oturtulmuştur (çizelge 1).

Veri işleme ve bilgi çıkartma teknikleri geliştikçe LANDSAT verilerinin jeolojik araştırmalarda ve doğal kaynakların değerlendirilmesindeki kullanımı yaygınlaşmakta ve gelişmektedir. Bugün 13 ülke toplam 16 yer istasyonundan veriyi doğrudan almakta, yüz den fazla ülkede çeşitli araştırmalarda uydu görüntülerini yoğun olarak kullanmaktadır.

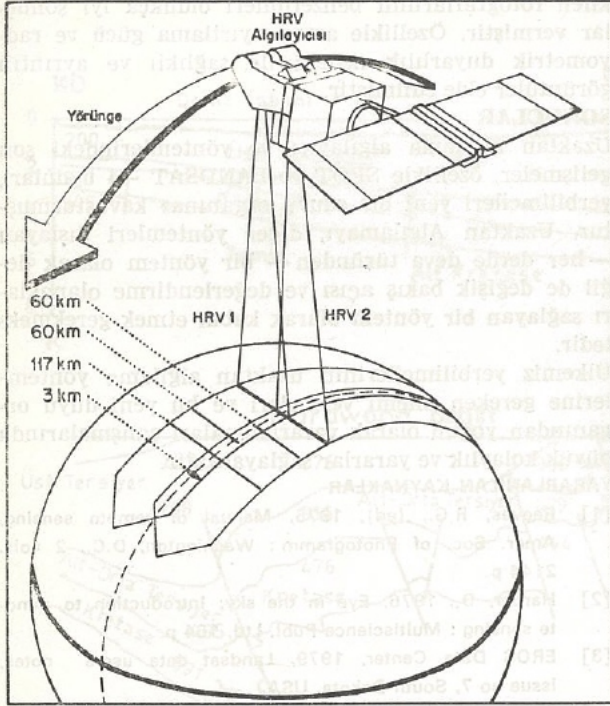
Birinci kuşak uydular ve algılayıcıları

Birinci kuşak uydular olarak da adlandırılan LANDSAT 1, 2 ve 3 uydularında iki değişik algılayıcı bulunmaktadır [2].

1. Televizyon Kamera Sistemi (RBV; Return Beam Vidicon Camera) Bu algılayıcı EM tayfın yeşil, kır-



Şekil 1 — LANDSAT -4 uydusu [3].



Şekil 2 — SPOT uydusu ve nadir gözleme özelliği [4].

mızı ve yakın kızılötesi aralıklarına denk gelen üç bandında (Band 1, Band 2, Band 3) görüntü almaktadır.

2. Çok Bandlı Tarayıcı (MSS; Multi Spectral Scanner) Döner bir ayna ve karmaşık bir algılayıcı - dedektör sisteminden oluşan bu tarayıcı yeşil (Band 4), kırmızı (Band 5) ve iki adet yakın kızılötesi (Band 6 ve 7) dalgaboyu aralıklarında görüntü kaydetmektedir.

Ayrıca ek olarak LANDSAT - 3'e, yan yana ve siyah - beyaz (panchromatic) görüntü alan iki kamera ve çok bandlı tarayıcısına da ısısal kızılötesi band da algılama yapan beşinci bir band eklenmiştir.

Yaklaşık 920 km yükseklikte yörüngesi olan bu uydular aynı alanın görüntüsünü 18 günde bir yeniden algılayabilmektedir. Her bir görüntü 185 km X 185 km lik bir alanı kaplamakta olup ayırtlama gücü (resolution power) 80 m dir.

Yeni gözler ya da ikinci nesil uydular

LANDSAT - 4 den sonra 1984 yılında uzaya gönderilmesi planlanan Fransız, Belçika ve İsveç ortak yapımı SPOT (Système Probatoire d'Observation de la Terre) uydularının jeolojik araştırmalara ve haritacılığa yeni olanaklar sağlaması beklenmektedir. Böylece yerbilimciler daha duyarlı yeni gözlerle kavuşmuş olacaklardır.

LANDSAT - 4

Bu uyduda (şekil 1) çok bandlı tarayıcının yanı sıra 1970 lerden beri süregelen çalışmaların sonunda geliştirilen ve Thematic Mapper (TM) adı verilen bir algılayıcı da bulunmaktadır. Daha fazla ayırtlama gücü olan ve radyometrik olarak daha doğru sonuçlar veren bu algılayıcının özellikleri çizelge 2 de gösterilmiştir. Otuz metrelik ayırtlama gücü olan TM çok bandlı tarayıcıdan farklı olarak iki yönde de tarama

yaparak veriyi almaktadır. Bu tarayıcının daha gelişmiş optik - dedektör sistemleri sayesinde daha duyarlı radyometrik değerler elde edilmektedir. Diğer uydu sistemleri ile haberleşebildiğinden herhangi bir yer istasyonunun menziline girmeden istenildiği an veriyi iletebilmektedir. 705 km yükseklikte yörüngesi olan uydu aynı yeri 16 günde bir algılayabilmekte olup her bir görüntü 185 km X 170 km lik bir alanı kaplamaktadır [3].

LANDSAT	Tarih	Süre
1	23 Temmuz 1972	den 6 Ocak 1978'e kadar
2	22 Ocak 1975	» 25 Şubat 1982'e kadar
3	5 Mart 1978	» — Günümüze kadar
4	16 Temmuz 1982	» — Günümüze kadar

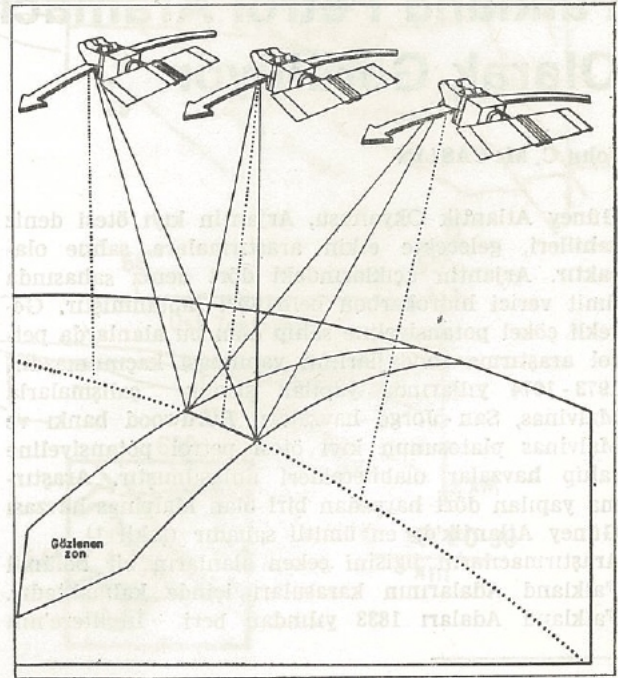
Çizelge 2 — LANDSAT uydularının etkin oldukları süreler.

SPOT

Projesi Avrupa Uzay Ajansı üyelerinden Fransa, Belçika ve İsveç tarafından ortaklaşa yürütülen SPOT uydusu 1984 yılı içinde uzaya gönderilecektir. Başlıca uygulama alanları :

1. Arazi kullanımı araştırmaları,
2. Yenilenebilir kaynakların (orman, tarım) değerlendirilmesi,
3. Maden ve petrol araştırmaları,
4. 1/100.000 ölçekli haritacılık işleri, 1/50.000 ölçekli haritaların güncelleştirilmesi, olacaktır [4].

Yaklaşık 2m X 2m X 3.5 m boyutlarında, 1750 kg ağırlığındaki uydu 832 km yükseklikte bir yörüngede dolaşacaktır. Bu uydunun en önemli özelliği iki değişik türde; siyah - beyaz (panchromatic) veya çok bandlı (multi spectral) olarak görüntü alabilen Yüksek Ayırtlama Güçlü Algılayıcı (HRV; High Resolution Visible) nin bulunmasıdır [5].



Şekil 3 — SPOT uydusunun değişik yörüngelerden algılayabilme özelliği [4].

Siyah - beyaz için 10 m, çok bantlı için 20 m gibi oldukça yüksek ayırtılma gücü olan bu algılayıcı LANDSAT uydularının mekanik tarayıcısından farklı olarak bir fırçalı süpürge'nin yeri süpürmesindeki gibi hareket ederek görüntüyü almaktadır.

Yüksek ayırtılma güçlü algılayıcılar 60 km lik yan yana iki şeridi algılayabilmekte (şekil 2), aynasının $\mp 27^\circ$ döndürülebilmesi ile nadir dışı (off-nadir) görüntü alabilmektedir. Böylece aynı bölgenin farklı yörüngelerden, dolayısı ile farklı açılardan gözlenebilmesi steryo (üç boyutlu) görebilme olanağını sağlamaktadır (şekil 3).

SPOT'un algılayıcıları sadece nadir gözlem yapsa idi bir bölgenin ikinci görüntüsü ancak 26 gün sonra elde edilecekti. Aynanın dönebilmemesi ile bu süre daha da kısaltılmıştır. Buna göre 26 günlük süre içinde 45° enlemindeki aynı bölge 11, 0° enlemindeki aynı bölge 7 kez gözlenebilmektedir.

SPOT'taki algılayıcı aynasının açısı, hangi tür (çok bantlı veya siyah - beyaz) görüntü olacağı ve verinin doğrudan mı teypten mi alınacağı yer kontrol istasyonunu tarafından bilgisayarlar ile kontrol edilecektir.

Görüntü benzetimi çalışmaları

LANDSAT - 4 ve SPOT uydularının görüntülerinin niteliğinin ne olacağına ve bu görüntülerden nelerin elde edileceğine dair benzetim (simulation) deneyleri yapılmaktadır [6].

Uçaklardan çok bantlı tarayıcılar ile elde edilen fotoğraflar bilgisayarların da yardımı ile karmaşık matematiksel işlemler sonucunda uydudan alınacak görüntülerin özelliklerine eşdeğer bir duruma getirilmektedir. SPOT ve LANDSAT - 4'ün çeşitli bölgelerde çe-

kilen fotoğraflarının benzetimleri oldukça iyi sonuçlar vermiştir. Özellikle artan ayırtılma gücü ve radyometrik duyarlılık nedeni ile sağlıklı ve ayrıntılı görüntüler elde edilmiştir.

SONUÇLAR

Uzaktan algılama algılayıcı ve yöntemlerindeki son gelişmeler, özellikle SPOT ve LANDSAT - 4 uyduları, yer bilimcileri yeni bir «duyu organına» kavuşturmuştur. Uzaktan Algılamayı, diğer yöntemleri dışlayan — her derde deva türünden — bir yöntem olarak değil de değişik bakış açısı ve değerlendirme olanakları sağlayan bir yöntem olarak kabul etmek gerekmektedir.

Ülkemiz yer bilimcilerinin uzaktan algılama yöntemlerine gereken önemi vermeleri ve bu yeni duyu organından yoğun olarak yararlanmaları çalışmalarında büyük kolaylık ve yararlar sağlayacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

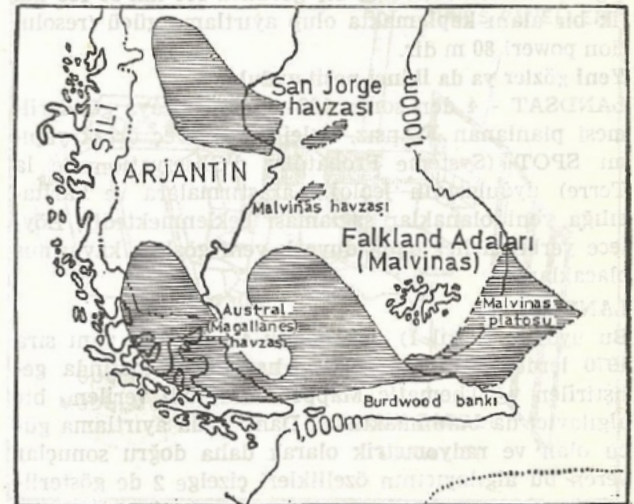
- [1] Reeves, R.G., (ed), 1975, Manual of remote sensing, Amer. Soc. of Photogramm: Washington, D.C., 2 vols, 2144 p.
- [2] Harper, D., 1976, Eye in the sky; Introduction to remote sensing: Multiscience Publ. Ltd, 164 p.
- [3] EROS Data Center, 1979, Landsat data users notes, issue no 7, South Dakota, USA.
- [4] CNES, 1982, Satellite-based remote sensing system, 15 s. France.
- [5] Chevrel, M., Courtis, M., Weill, G., 1981, Photogrammetric Eng. and Remote Sensing, v. 47, no. 8, p. 1163-1171.
- [6] Daedalus Int. Newsletter, 1981, Daedalus scanner applications, worldwide 1981, Michigan, USA, 28 s.

Falkland Petrol Aramacılığının İlginç Hedefi Olarak Görülüyor

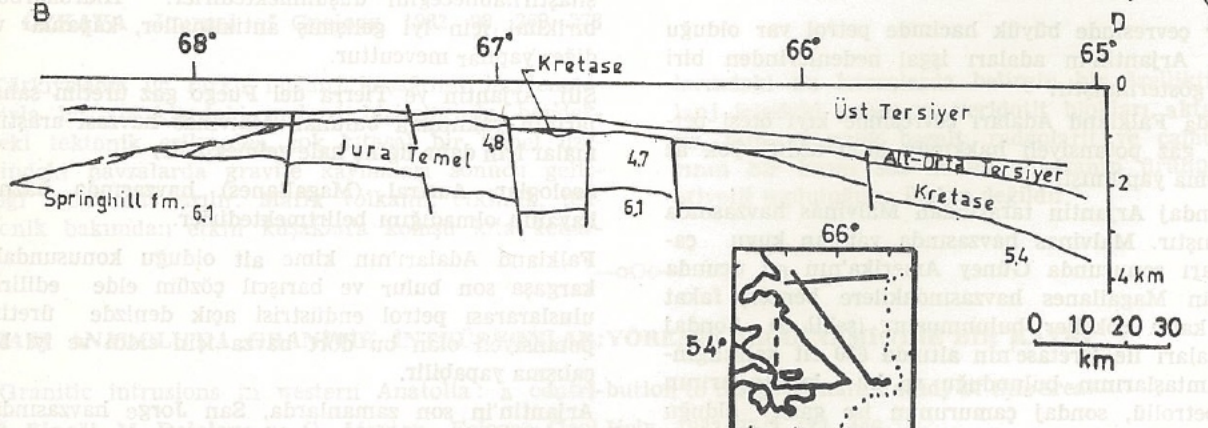
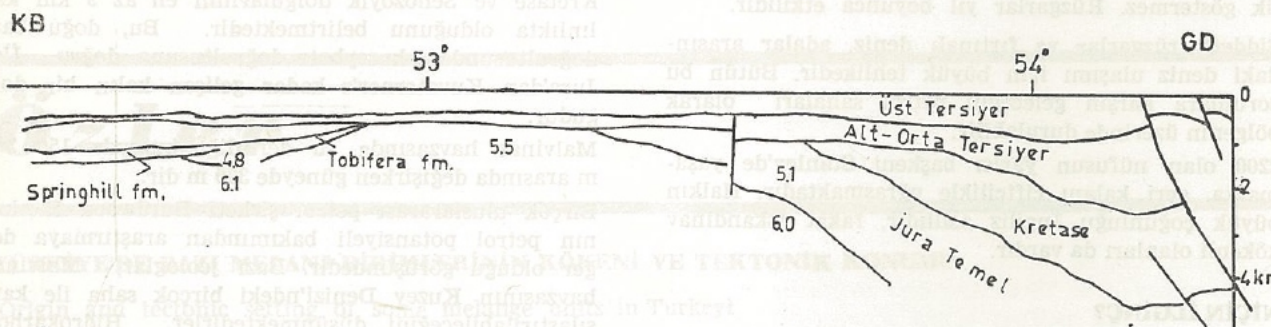
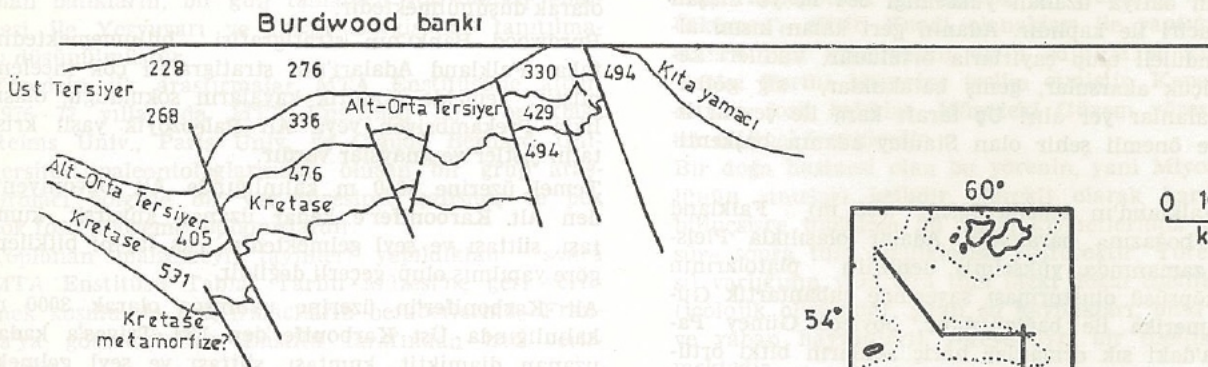
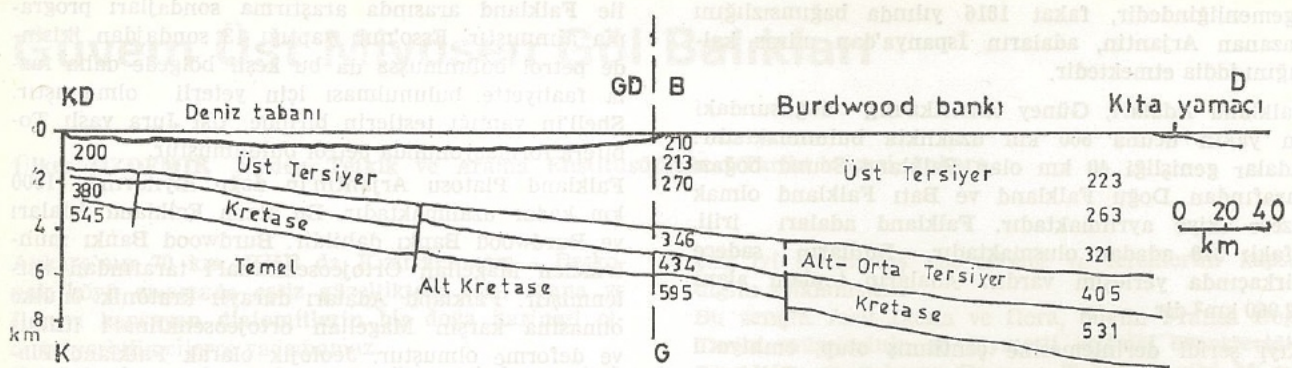
John C. Mc CASLIN

Güney Atlantik Okyanusu, Arjantin kıyı ötesi deniz sahilleri, gelecekte etkin araştırmalara sahne olacaktır. Arjantin açıklarındaki dört deniz sahasında ümit verici hidrokarbon belirtileri saptanmıştır. Gerekli çökel potansiyeline sahip olan bu alanlarda petrol araştırma sondajlarının yapılması kaçınılmazdır. 1973-1974 yıllarında yapılan sismik çalışmalarla Malvinas, San-Jorge havzaları, Burdwood bankı ve Malvinas platosunun kıyı ötesi petrol potansiyeline sahip havzalar olabilecekleri anlaşılmıştır. Araştırma yapılan dört havzadan biri olan Malvinas havzası Güney Atlantik'de en ümitli sahadır (şekil 1). Araştırmacıların ilgisini çeken alanların bir bölümü Falkland Adalarının karasuları içinde kalmaktadır. Falkland Adaları 1833 yılından beri İngiltere'nin

Oil and Gas Journal, 1982, s. 201-202'deki «Falklands seen attractive wildcat target» adlı makeden Ali İhsan Gevrek ve Mehmet Şener (MTA Enst.) tarafından çevrilmiştir.



Şekil 1 — Güney Atlantik'in Sedimenter havzaları.



Şekil 2 — Güney Malvinas ve Magallanes havzalarının enine kesitleri.

egemenliğindedir, fakat 1816 yılında bağımsızlığını kazanan Arjantin, adaların İspanya'dan miras kaldığını iddia etmektedir.

Falkland Adaları, Güney Amerika'nın doğusundaki en yakın ucuna 600 km uzaklıkta bulunmaktadır. Adalar genişliği 40 km olan Falkland Sound boğazı tarafından Doğu Falkland ve Batı Falkland olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Falkland adaları irili, ufaklı 340 adadan oluşmaktadır. Bunların sadece birkaçında yerleşim vardır. Adaların toplam alanı 12 960 km² dir.

Kıyı şeridi derinlemesine çentilmiş olup, emniyetli bir demirleme olanağına sahiptir. Doğu Falkland, doğudan batıya uzanan yüksekliği 684 m ye ulaşan dağ zinciri ile kaplıdır. Adanın geri kalan kısmı alçak, ondüleli olup çayırarla örtülüdür. Vadileri kesen küçük akarsular, geniş bataklıklar, sığ göller, taşlık alanlar yer alır. Üç tarafı kara ile çevrili liman ve önemli şehir olan Stanley adanın başkentidir.

Batı Falkland'ın tepelik kısmı (698 m) Falkland Sound boğazına paraleldir. Adalar olasılıkla Pleistosen zamanında yükselmiş denizaltı platolarının kara köprüsü oluşturması sayesinde subantarktik Güney Amerika ile bağlantılıdır, böylece Güney Patagonia'daki sık ormanlar hariç adaların bitki örtüsü ana kıtadaki bitki örtüsüne benzemektedir.

Adaların büyük bir kısmı, yakıt olarak kullanılan turbalardan oluşmuştur.

Yıllık ortalama sıcaklık 6° C olup büyük bir değişiklik göstermez. Rüzgarlar yıl boyunca etkilidir.

Şiddetli rüzgarlar ve fırtınalı deniz, adalar arasındaki deniz ulaşımı için büyük tehlikedir. Bütün bu sorunlara karşın geleceğin petrol sahaları olarak bölgenin üzerinde durulabilir.

2200 olan nüfusun yarısı başkent Stanley'de yaşamakta, geri kalanı çiftçilikle uğraşmaktadır. Halkın büyük çoğunluğu İngiliz asıllıdır, fakat İskandinav kökenli olanları da vardır.

NİÇİN İLGİNÇ?

Adalar çevresinde büyük hacimde petrol var olduğu kanısı, Arjantin'in adaları işgal nedenlerinden biri olarak gösterilmiştir.

Şu anda Falkland Adaları çevresinde kıyı ötesi petrol ve gaz potansiyeli hakkında bilgi azdır. Çok az araştırma yapılmıştır.

İlk sondaj Arjantin tarafından Malvinas havzasında yapılmıştır. Malvinas havzasında yapılan kuyu çalışmaları sonucunda Güney Amerika'nın en ucunda bulunan Magallanes havzasındakilere benzer, fakat daha kalın çökeller bulunmuştur (şekil 2). Sondaj çalışmaları ile Kretase'nin altında 650 fit kalınlığında kumtaşlarının bulunduğu ve bu kumtaşlarının ağır petrolü, sondaj çamurunun ise gazlı olduğu ortaya konmuştur. Amerikalı jeologlara göre Arjantin'in Atlantik kıyılarındaki petrol sahaları kıyı ötesi kıta düzlüklerinde de sürmektedir. Bu görüşten hareket ederek Esso, Shell ve Total tarafından kıta

ile Falkland arasında araştırma sondajları programı alınmıştır. Esso'nun yaptığı 13 sondajdan ikisinde petrol bulunmuşsa da bu keşif bölgede daha fazla faaliyette bulunulması için yeterli olmamıştır. Shell'in yaptığı testlerin birinde, Üst Jura yaşlı Tobilifera formasyonunda petrol bulunmuştur.

Falkland Platosu Arjantin'in doğu kıyılarında 1000 km kadar uzanmaktadır. Bu alana Falkland Adaları ve Burdwood Bankı dahildir. Burdwood Bankı muhtemelen Magellan Ortojeosenklinal'i tarafından üstlenmiştir. Falkland Adaları duraylı kratonik önülke olmasına karşın Magellan ortojeosenklinal'i itilmiş ve deforme olmuştur. Jeolojik olarak Falkland Platosu, Arjantin'in parçası ve bir petrol üretim alanı olarak düşünülmektedir.

Burdwood Bankı'nın stratigrafisi bilinmemektedir, fakat Falkland Adaları'nın stratigrafisi çok incelenmiştir. Temelde granitik kayaların sokulduğu, olasılıkla Prekambriyen veya Alt Paleozoyik yaşlı kristalin şistler ve gnayslar vardır.

Temel üzerine 3050 m kalınlığında Alt Devoniyen'den Alt Karbonifer'e kadar uzanan kuvarsit, kumtaşı, silttaşı ve şeyl gelmektedir. Yaş tayini bitkilere göre yapılmış olup, geçerli değildir.

Alt Karbonifer'in üzerine uyumsuz olarak 3000 m kalınlığında Üst Karbonifer'den Üst Triyas'a kadar uzanan diamiktit, kumtaşı, silttaşı ve şeyl gelmektedir. Bu formasyonların yaş tayini Glossopteris içeren bitkilerle yapılmıştır.

Malvinas havzası Falkland Adaları'nın güneybatı ve güneydoğusundadır. Sismik veriler havza ekseninde Kretase ve Senozoyik dolgularının en az 9 km kalınlıkta olduğunu belirtmektedir. Bu, doğu-batı doğrultusundan kuzeybatı doğrultusuna doğru Üst Jura'dan Kuvaterner'e kadar gelişen kalın bir dolgudur.

Malvinas havzasında su derinliği kuzeyde 150-200 m arasında değişirken güneyde 370 m dir.

Birçok uluslararası petrol şirketi Burdwood Bankı'nın petrol potansiyeli bakımından araştırmaya değer olduğu görüşündedir. Bazı jeologlar, Malvinas havzasının Kuzey Denizi'ndeki birçok saha ile karşılaştırılabileceğini düşünmektedirler. Hidrokarbon birikimi için iyi gelişmiş antiklinaller, kapanlar ve diğer yapılar mevcuttur.

Şili, Arjantin ve Tierra del Fuego gaz üretim sahalarının yakınında bulunan Malvinas havzası araştırmalar için daha ilginç hale gelmektedir.

Jeologlar, Austral (Magallanes) havzasında hazne kayanın olmadığını belirtmektedirler.

Falkland Adaları'nın kime ait olduğu konusundaki kargaşa son bulur ve barışçıl çözüm elde edilirse uluslararası petrol endüstrisi açık denizde üretim potansiyeli olan bu dört havza için ciddi ve iyi bir çalışma yapabilir.

Arjantin'in son zamanlarda, San Jorge havzasındaki başarılı çalışmaları orada daha büyük rezervlerin bulunduğu ümidini arttırmıştır. Magallanes (Austral) havzası kıyı ötesinde, daha fazla araştırma yapılacağından kuşku yoktur.