

	Basınç azaltımı	Yeniden basınçlama
Gaz kurtarımı ( scf )	32 milyar	175 milyar
Sıvı kurtarımı ( bbl )	5,3 milyon	33 milyon
Gaz rezervinin yüzdesi	11	61
Sahanın ömrü	< 10 yıl	80 yıla kadar

min edilen özellikler

Tablo 6 — Knox Bromide Sahasında iki üretim metoduyla tah-rasyonu ile ancak yerinde gazın % 11'i kurtarılabilcek ve de sahanın ömrü 10 yıldan az olacaktır. (Tablo-6). Buna rağmen, üretilerek içindeki sıvıları (fluids) alınmış gaz ile yapılan yeniden basınç ya-ratma (repressuring) operasyonu, sahanın basıncını ölü noktanın (dew point) üzerinde muhafaza edebilir. Ekonomik olduğu anlaşılan böyle bir prog-ram 1962'de başlatılmıştır. Böylece, nihai kurtarı-mın, mevcut gaz rezervinin % 61'i ile 33 milyon bbl sıvı (fluid) olacağı ümit edilmektedir.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- ALLEN, J.R.L., 1965 : «A review of the origin and cha-racteristics of recent alluvial sediments», sedi-mentology, V. 5 pp. 89-191.
- HARMS, J.C., 1966 : «Stratigraphic traps in a valley fill, Western Nebraska.» Bull., Amer. Assoc. of Pet., Geol. October, 1966.

- HARMS, And others, 1963 : «Stratification in modern Sands of the Red River, Louisiana» Jour. Geol., V. 71, pp. 566-80.
- HEWIT, T. C.H., 1963 : Analytical techniques for recognising Water - Sensitive reservoir rocks». Jour. Pet. Technology V. 15, pp. 813-18.
- HEWIT, T. C.H., and MONGAN, J.T., 1965: «The Fry in situ combustion test-reservoir characteristic». Jour. Pet. Technology V. 17, pp. 337-42.
- HOYT, J.H. and WEIMER, R.S., 1965 : «The origin and significance of Ophiomorpha (Halemenites) in the Western Interior». 19 th Field Conference, Wyoming Geological Assoc. Guide-Book, pp. 203-8.
- HUTCHISON, C.A., et al, 1961 : «Identification, Classifi-cation and prediction of reservoir non unifor-mities affecting production operations», Jour. Pet. Technology, V. 13, pp. 223-30.
- KASTROP, J.E., 1962 : «Deep gas fields recovery to mul-tiply». Pet. Engineer, No. 7, V. 34, pp. 56-9,
- SMIRNOVA, N.V., 1959 : «Types of matrix and their in-fluence on the permeability of arenaceous rocks». Geol. Nefti i Gaze, V. 3, pp. 33-9 (Translated from Russian by Associated Technical Services, Inc., RJ-2332).
- WHITE, E.J., et al, 1960 : «Susceptibility of petroleum reservoir sands to water damage, Powder Ri-ver Basin, Wyoming» Preprint 1514-G, 35 th Annual Meeting, S.P.E., Denver, colo.
- ZEITO, George A., 1965 : «Interbedding of shale breaks and reservoir heterogenities». Jour. Pet. Technology, V. 17, pp. 1213-18.

## Halkalar ve Buz : Gezgin-2 Satürn'de

Lisa A. Rossbacher

Çeviren : Remzi İNAL, M.T.A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Ankara.

Gezgin-2 uzay aracı (Voyager-2), 25 Ağustos 1981'de Satürn ve onun bir kısım uydusu ve halkalarına, o güne kadarki en yakın uçuşu gerçekleştirmiştir. Daha önce, Kasım 1980'de Gezgin-1 aynı uzay bölgesinden geçmiş olmasına karşın, Gezgin-2 halkaları gezegene 23.000 km. daha yaklaşmış ve yeryü-züne gönderdiği görüntülerde % 50 daha iyi sonuç elde edilmiştir. A.B.D., İngiltere, Fransa ve Federal Almanya'daki üniversite, araştırma laboratuvarları ve hükümetleri temsil eden bilim adamları, NASA adına Gezgin Projesinin yürütüldüğü A.B.D.'nin Kaliforniya kentindeki Pasadena JP (Jet Propulsion) laboratuvarlarında bu proje için bir araya gelmişlerdir.

Gezgin-1 karşılaşmasının sonuçları sistemin

halka oluşumu ve devinimi, atmosferik aktivitesi ve uydularına ilişkin birçok soruyu ortaya çıkardığından Gezgin-2 uçuşu sistemin bazı kısımlarının daha ayrıntılı izlenmesini sağlayacak şekilde, geniş kapsamlı olarak yeniden programlanmıştır.

#### İç içe halkalar

Gezgin-2 projesinin ana ilgi noktası gezegenin halka sistemi idi. Bilim adamları Gezgin-1 uçuşundan önce halkaların en fazla 5 yada 6 kuşağa bölündüğüne inanıyorlardı. Gezgin-1'in görüntüleri Satürn'ün etrafında dönen 1000 kadar halka olabi-

Episode dergisinin 1981 yılı 3 no.lu sayısının 9-12 nci sayfa larındaki «Rings and ice : Voyager 2 at Saturn» adlı makale-den türkçeleştirilmiştir.



leceğini düşündürmüştü. Gezgin-2'nin sonuçlarından sonra tahminler bir kez daha değişmiştir. Kesin sayısal sonuç Gezgin-2'de gerçekleştirilen Yıldız Gizleme Deneyi (Stellar Occultation Experiment) verilerinin analiz edilmesiyle anlaşılabilirse de birçok kişi elde edilen görüntülere dayanarak (Şekil 1), halka ve halkacıkların (ringlets) binlerle ifade edilen bir sayıda olduğuna inanmaktadır. Uzay aracının halkalardan geçmesi sırasında gerçekleştirilen yıldız ışığı-şiddetinin ölçülmesi deneyi, yıldızla dedektör arasındaki maddenin yoğunluğunu vermektedir. Elde edilen ilk sonuçlar halkaların yaklaşık 200 metre kalınlıkta olabileceğini göstermektedir.

Gezegenin arkasından ortaya çıktıkça halkalar da gözlenen çubuksu (Spoke-like) şekiller için bir dizi fotoğraf derlenmiş bulunmaktadır. Bu fotoğraflardan oluşturulan hızlandırılmış bir devinim filminin (time lapse movie) bu şekillerin kökeni ve oluşumuna ilişkin yorumlamalarda yardımcı olacağı beklenmektedir. Aynı şekilde uzay aracının hal-



**Şekil 1** — Satürn'ün B halkasının aydınlık yüzeyinin bu görüntüsü 25 Ağustos'ta, 743.000 km. uzaktan çekilmiştir. Yaklaşık 6000 km. lik bir alanı kaplayan bu görüntü halka yapısının kendi içerisinde on kadar halkacığa daha bölündüğünü göstermektedir. Resimdeki en dar şekiller yaklaşık 15 km. genişliğindedir. Zerre sayısı yoğunluğu ve ışık yayılım özelliklerindeki farklılıkların bir sonucu olarak halkalar farklı parlaklıklarda görünmektedir. B halkası, Satürn'ün halkaları içerisinde en şeffaf olanıdır.

ka düzlem seviyesini aşması sırasında çektiği fotoğrafların da halkaların devinimine ilişkin bazı sorunların çözümlenmesine yardımcı olacağı umulmaktadır.

Halkaların, halkacıklara bölünme mekanizması hâlâ bir sır olarak durmaktadır. Gezgin-2 fotoğraflarının çoğu halkacıklar arası dar geçitlerdeki maddeleri «süpürüp temizleyen» yeni uyduların aranmasına ayarlanmıştır. Bu yeni uyduların araştırılmasında henüz bir sonuç alınamamıştır. «Gezgin» uçuşunun görüntülerini yorumlayan ekip son çalışmalarında, halkaların tek merkezli çemberler olmayıp sarmal olduğunu ortaya çıkarmıştır.

#### Rüzgarlar ve Hava Durumu

Gezgin-2'nin görüntülerinden Satürn meteorolojisinin, önceki yorumlamalardan daha karmaşık olduğu anlaşılmıştır. Kamera görüntüsünün daha iyi olduğu bu ikinci karşılaşma sırasında gezegenin kalın atmosferi çok daha hareketliydi (Şekil 2). Ekvatora yakın bölgelerde hızı saniyede 500 metreye ulaşan rüzgar ölçülürken, kuzey 40.58 ve 68 enlemlerinde doğuya doğru yüksek hızla esen rüzgar şeritleri saptanmıştır. Gezgin-2'nin görüntülediği böyle bir diğer atmosferik olay da, doğuya doğ-



**Şekil 2** — Gezgin-2'nin 23 Ağustos'ta 25 milyon km'lik bir mesafeden görüntülediği bu fotoğrafta Satürn atmosferindeki şerit görünümü (Ribbon-like) bulut yapıları kolaylıkla izlenebilmektedir. Bazı bilim adamları bu şeritleri, geniş ölçekli bir atmosferik dalga hareketi olarak yorumlamışlardır. Bulut şeridine bitişik girdaplar, Satürn atmosferinde bu tür yapılarla güçlü jet akıntıları arasındaki ilişkinin anlaşılmasında bilim adamlarına yardımcı olacaktır. Bu resimde izlenebilen en küçük şekil 50 km genişliğindedir.



ru esen rüzgarların bölünmesiyle oluşan girdaplar-  
dır. Bir ölçüde yeryüzündeki kasırgaların bir ben-  
zeri olan bu döneli fırtına sistemlerinin gelişimi bir  
dizi fotoğrafla kaydedilmiş bulunmaktadır. Bu ara-  
da, gezegeni çevreleyen koyu ve açık renkli bantlar-  
la rüzgar kuşakları arasında bir ilişki olmadığı; ku-  
zey yarımküredeki hızlı akıntılarının (Jetstreams)  
yeryüzündeki Jet akıntılara benzediği anlaşılmış bu-  
lunmaktadır.

#### Buzlu Uydular

Gezgin-2 Satürn sistemine ilişkin bazı yeni bil-  
gileri sunarken, sistemdeki su dağılımının Jüpiter'in-  
kinden farklı olduğu da ortaya çıkmıştır. Satürn'e  
yakın uyduların çoğunun esas olarak su-buz olduğu  
görünmektedir. Jüpiter'e yakın uydular ise su içe-  
remeyecek kadar çok sıcaktır. Bu yüzden buz içe-  
ren uydular Jüpiter'den daha uzakta olanlardır.

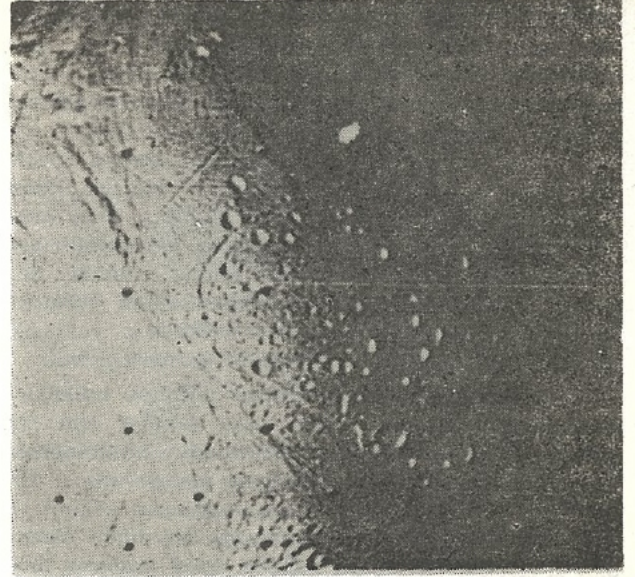
Gezgin-1 Saturn sistemine yaptığı gezisi sıra-  
sında, Titan, Mimas, Dione ve Rhea uydularının  
çok yakından geçmişti. Asıl hedefi gezegenin hal-  
ka sistemi olan Gezgin-2, Enceladus, Tethys, Hype-  
rion, Iapetus gibi diğer uyduları da yakından in-  
celeme olanağı bulmuştur. Gezgin-2 Satürn'ün en  
büyük uydusu Titan'a Gezgin-1 kadar yaklaşmama-  
sına rağmen, Titan atmosferindeki tane dağılımının  
ürünü olan renkleri (örneğin, portakal renginin bu-  
lutları; mavinin sis tabakasını) açıkça gösteren ve  
renkli filtrelerle çekilmiş üç ayrı görüntünün bir-  
leştirilmesiyle oluşturulan fotoğrafları görüntüleye-  
bilmiştir.

480 km çapındaki Enceladus (Şekil 3) uydusu  
Gezgin-1'e diğer gezegenlerden daha parlak ve da-  
ha düz görünmüştü. Bu düz görünüş tamamen buz-  
lu, serin bir yüzeyi göstermektedir. Enceladus Sa-  
türn'ün diğer uyduları içerisinde en az kratere sa-  
hip olanıdır. Bu da onun son birkaç milyar yıldan  
beri sürekli jeolojik hareketlere ve yeniden yüzey  
oluşumuna (resurfacing) maruz kaldığını göster-  
mektedir. Enceladus'un yüzeyi Jüpiter'in Ganyme-  
de uydusuna benzemektedir. Bilim adamları Ence-  
ladus'un Dione (Gezgin-1 tarafından çalışılmıştır)  
uydusuyla, gelgit hareketlere neden olan gelgit et-  
kili, kenetlenmiş olabileceğinden şüphelenmektedir-  
ler.

Buzlu Enceladus geçmişte birçok kez erimiş ve  
yeniden donmuş olabilir. Yüzeydeki çatlak sistem-  
leri uydunun katı ve plastik levha hareketleriyle  
yaygın bir tektonik aktiviteye sahip olabileceğini  
desteklemektedir. Görüntüleri yorumlama ekibinin  
jeologları bu uydunun evrimine ilişkin sorunları çöz-  
meye devam ediyorlar.

1050 km çapındaki Tethys uydusu da birkaç il-  
ginç özelliğe sahiptir. İlk kez Gezgin-1 tarafından  
görülen kanyonun gezegen yüzeyinin yaklaşık %  
70'ini katettiği, Gezgin-2 tarafından ortaya konmuş-  
tur (Şekil 4). Öte yandan bu uydu Mimas uydu-

(\* (Ç.N.) Jetstreams: Hızı saatte 250 mili aşan,  
genellikle batıdan ve troposfer'e yakın esen,  
dar ve uzun kuşaklar boyunca kavisler yapan  
yüksek hızdaki rüzgar akıntıları.



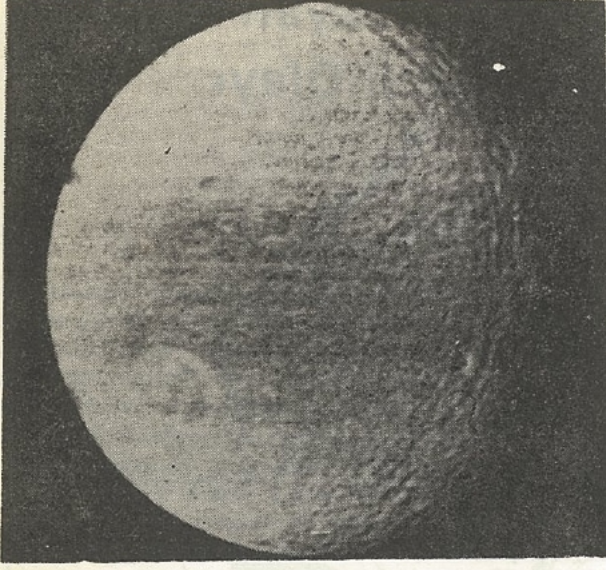
Şekil 3 — Enceladus'un Gezgin-2 tarafından, 112000 km  
uzaklıktan elde ettiği bir yakın plan görüntüsü.  
Altta, sağ tarafa doğru Enceladus'un kuzey kutbu  
izlenmektedir. Az çok kraterli alanlar, daha genç  
oluklu dar arazi parçalarıyla kesilmektedir. Krater-  
leşmenin az olması bunun görece daha genç ola-  
bileceğini göstermektedir. Resmin orta alt kısmın-  
da görüldüğü gibi, daha sonra oluşmuş olan bu  
arazi kraterleri kısım kısım yok etmektedir. Bu da  
yaklaşık 490 km çapında olmasına karşın Ence-  
ladus'un bir iç erimeye maruz kaldığını göster-  
mektedir. Oluklar ve çizgisel şekiller uydunun bu  
iç erime sonucu kabuk deformasyonuna uğradığını  
göstermektedir. Resimde görülen en geniş krater  
genişliği yaklaşık 35 km kadardır.

sunun çapından daha büyük, 400 km genişliğinde  
dev bir kratere sahiptir. Tethys'te kraterleşme ka-  
raterleri da (cratering records) çok iyi korunmuştur.  
Bazı düz araziler yaşlı kraterleri iki parçaya böl-  
mektedir. Arazi tiplerindeki değişiklikler ve zahiri  
yaşlar Tethys'e, uzaydaki bazı gezegenlere yüzeysel  
olarak benzer bir görünüş vermektedir. Yeniden  
yüzey oluşumu ve tektonik, iç hareketliliğin birer  
kanıtıdır, fakat sürecin konvektif bir hareketi mi yok-  
sa soğuma nedeniyle bir genişlemeyi mi gösterdiği  
hâlâ tartışılmaktadır.

Hyperion uydusunun fotoğrafları da görüntü yo-  
rumlama ekibini oldukça şaşırtmıştır. Görüntüler-  
de izlenen % 30 albedo (beyazlık) donmuş bir ta-  
baka olarak su-buz'un varlığını belirtmektedir. Dü-  
zensiz bir şekle sahiptir (hamburger, patates, yer-  
fıstığı gibi çeşitli şekillerde tanımlanmıştır). Ayrıca,  
Satürn etrafındaki yörüngesinde ilginç bir yönlen-  
mesi vardır. Uzun eksenin yörünge düzleminde ol-  
ması gerekirken yörüngesine yaklaşık 45 derecelik  
açı yapmaktadır. Eksendeki sapmanın nedeni ola-  
rak uyduya hızla çarpan bir meteoritin onu yeni  
bir yörüngeye sokmuş olabileceği düşünülmektedir.

Gezgin-2 verileri, Iapetus'un yaklaşık 1.1'lik bir  
yoğunluğa sahip olduğunu, bunun da % 20 den az



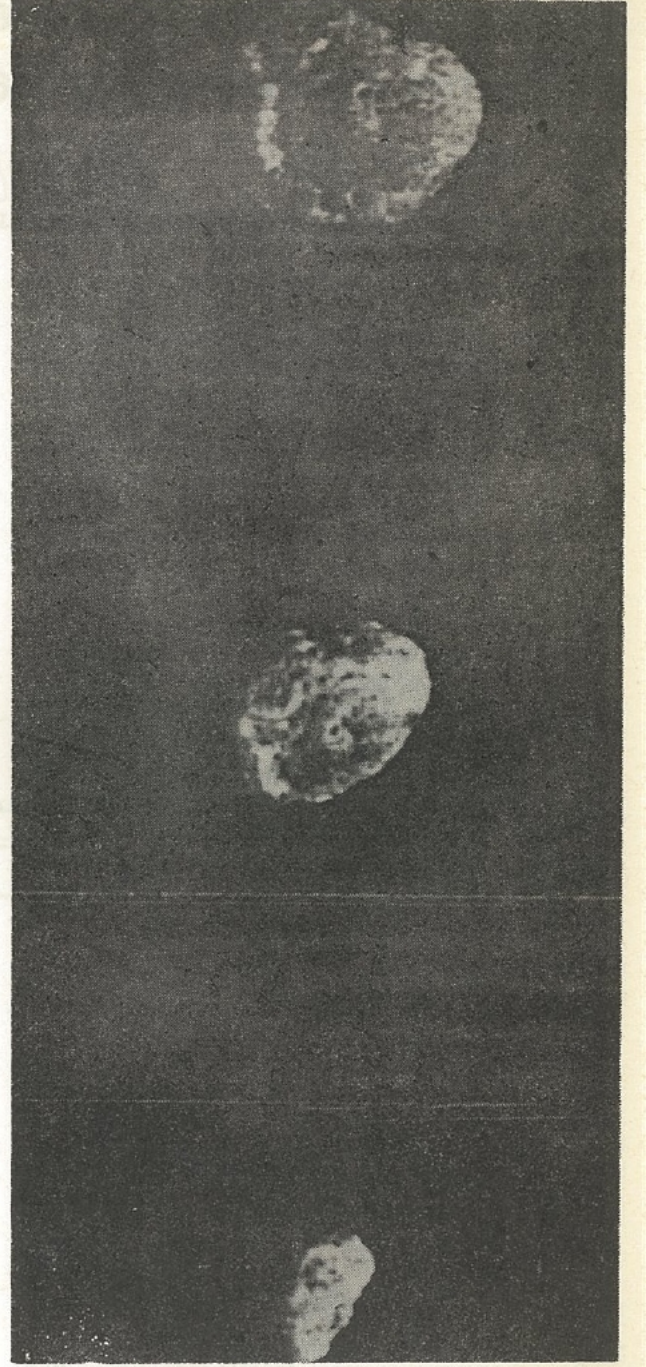


Şekil 4 — Gezgin-2'nin dar açılı kameralarıyla ve mor, saydam, yeşil renkli filtrelerle çekilmiş görüntülerin bir derlemesi olan bu resim Tethys'in 594000 km uzağından elde edilmiştir. Tethys; biri parlak ve yoğun kraterli, diğeri görelî daha koyu ancak az kraterli bölgeler olmak üzere iki farklı arazi tipi göstermektedir. Yoğun kraterli kısmın uydunun yaşlı kabuğuna ait olduğuna inanılmaktadır; seyrek kraterli alanların ise iç süreçlerle daha sonra oluştuğu düşünülmektedir. Resimde sağda uydunun gündüz-gece sınırına (terminator) paralel bir çukurluk uzanmaktadır. Bu Tethys'in çevresinin 2/3 nü kapsayan büyük bir kanyon sisteminin uzantısıdır.

kayaç içeren bir buz topuna karşılık geldiğini ortaya koymuştur. Yüzeyinin bir kısmı karbonatlı olduğu sanılan koyu kırmızı renkli bir malzemeyle kaplıdır.

Gezgin-2'nin Satürn gezegenine en çok yaklaştığı andan bir saat sonra, kameraların monte edildiği ve 11 bilimsel deneyden 4'ünün gerçekleşeceği platformda bir sorun ortaya çıkmıştır. Platformu her iki yönde çevirebilen mekanizma bozulmuş ve kameralar uzayın derinliklerini resimlemeye başlamıştır. Bu yüzden, uçuşun bilimsel hedeflerinin çoğu tamamlanmış olmasına karşın, buluşma sonrası yapılması planlanmış deneyler gerçekleşmemiştir. Yine de bu aksaklığın bir veya iki saat önce meydana gelmemiş olması, olayın sevindirici yönüdür.

Sonuç olarak, bir kısım verilerin beklenmedik arızalar nedeniyle kaybedilmiş olmasına karşın, halkalı gezegene ilişkin 16000'in üzerinde, iyi kalitede görüntü elde edilmiştir. Bugün, Gezgin-2'nin 24 Ocak 1986'daki Uranüs'le olan randevusuna zamanında ulaşacağı beklenmektedir. Uzay aracının  $1.5 \times 10^9$  km. lik Satürn yolculuğunda programlanan hedefte sadece 3 saniyelik bir gecikme ve 50 km. lik bir sapmanın olmuş olması, geride kalan  $2.84 \times 10^9$  km. lik Uranus yolunun kolay geçeceğini göstermektedir.



Şekil 5 — Hyperion uydusunun üç ayrı görüntüsü sırasıyla (yukarıdan aşağıya doğru) 23 Ağustos sabahı 1.2 milyon km, 24 Ağustos sabahı 700000 km, ve aynı günün öğle vakti 500000 km uzaklıklardan elde edilmiştir. Uzay aracı daha yakına geldikçe uydunun görünüşündeki değişimler kolaylıkla izlenebilmektedir. Kabaca 360 km x 210 km genişliğinde olan bu uydü büyük bir olasılıkla gravitasyonel olarak sabit bir konumda değildir. Yüzeide birçok meteorit çarpma kraterleri vardır. Bu çarpmalardan biri Hyperion'u yörüngesinden dışarıya doğru itmiş ve geriye doğru dönmesine neden olmuş olabilir.