



İlk Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusunun bir krokisi.

# DÜNYA KAYNAKLARI UZAYDAN KEŞFEDİLİYOR



KATHERINE BRYN

Uzaydan dünyaya değişik spektrumlu gözlerle bakan uyduların en yenisi ERTS kara-  
dan faydalanma, ekin hastalıkları, su kirliliği gibi konuları araştırmakta ve maden ve  
enerji üretimi için yeni kaynaklar keşfetmektedir.

**P**ennsylvania'da su altında kalmış  
arazi, Afganistan'ın nüfusu, Brezil-  
ya'da Amazon nehrindeki çökelekler, muh-  
temelen mineral veya enerji alanlarının  
yerleri, dünyanın yer yüzündeki bilginle-

ri tarafından büyük bir özenle uzaydan,  
560 mil uzaklıktan gözlenmektedir.

Onların «gözleri» ERTS'in - Earth Re-  
sources Technology Satelite Number 1-  
(Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu No

1) üzerindeki sensor paketinin içindedir, bu uydu geçen Temmuzda fırlatılmıştı. Dünyadan 560 mil uzakta bir yörüngede hareket eden ERTS günde 752 fotoğraf çekmekte ve bunlar yeryüzündeki bilgilere iletilmektedir.

ERTS'in kayıt ve kontrol etme yeteneklerinden, uzayda kalacağı bir yol içinde, geniş ölçüde yer yüzünü inceleme programlarında faydalanılmaktadır. O şimdiden Güney Amerika And'larının yeni jeolojik niteliklerinin meydana çıkarılmasında kullanılmıştır, aynı zamanda Birleşik Amerika'da hastalıklı pamuk tarlaları ve buğday ekinleri, geotermal enerji gelişiminin muhtemel bir alanını meydana çıkarmış ve Koreli jeoloğlara yarım adadan oluşan ülkeleri hakkında yeni bilgiler kazandırmıştır.

Uzaktan sezinlenmenin, duymanın prensibi, uzaktan bilgi toplamaktır, diye tanımlanabilir. ERTS bu prensibi iki sensor sistemi ile gerçekleştirir. Birincisinde özel yapılmış üç televizyon kamerası, ikincisinde ise çok spektrumlu çizgi tarama aygıtı vardır.

Değişik cisimler tamamıyla değişik şekillerde görünen ve görünmeyen ışık dalgaları yansıtıttıklarından ERTS sistemi geniş bir tür ışık dalgalarından faydalanmak suretiyle, fotoğraflarında bir çok cisim ve yüzey koşullarını birbirinden ayırabilir. Örneğin dalga uzunluğu yansımaları arasındaki bu farktan faydalanarak, birçok sağlam bitkileri hastalıklı olanlarından veya, kirlenmiş suları kirlenmelerinden kolayca ayırabilir.

Üç televizyon kamerası dünyanın fotoğrafını (1) spektrumun mavi-yeşil şeridinden, (2) kırmızı şeridinde ve (3) kızıl ötesi şeridinde çekerek bu birbirinden farklı dalga uzunluklarından faydalanmış olurlar. Bu üç görüntünün dünyaya iletilmesinden sonra, her biri ya ayrı ayrı ya da tek bir renkli fotoğrafta birleştirilerek incelenir.

Bu kameralar, ki onlara Return Vidicon Sistem denilmektedir, adi televizyon kameralarına nazaran ayrıntılara karşı 8 kere daha hassastır ve film yerine her Vidicon kamerasının içindeki hassas foto yüzeylerinde gördükleri her şeyi depo ederler. Burada görüntüler her seferinde bir çizgi olmak üzere bir elektron demeti tarafından taranır ve yer yüzüne gönderilir.

Spektrumun yeşil dalında bu kameralar sudaki çökelekleri saptarlar ve bazı

hallerde denizin dibini bile görürler. Kırmızı şeritte insan yapısı binaları çok aydınlık ve bitkileri karanlık alanlar olarak ortaya koyarlar. Göze görünmeyen kızıl ötesi spektrumunda kirlenmemiş su siyah ve sağlam, hastaliksız bitkiler bir hayâlet gibi beyaz görünürler.

ERTS'in sensorundaki ikinci yük çok spektrumlu tarayıcı adını alan bir ünitedir, bu yeryüzünü devamlı olarak tarar değişik 20 dalga uzunluğunda yansıyan ve yayılan enerjisi meydana çıkarır.

ERTS aynı zamanda Birleşik Amerika, Kanada ve Orta Amerika'nın uzak bölgelerindeki 150 röle istasyonundan veri toplayan bir habercidir. Batarya gücüyle çalışan bu üniteler sürekli olarak altı ay dayanacak şekilde yapılmıştır. Nemlilik, sıcaklık, kirlilik ve dünyanın hareketi gibi yöresel koşulları her 12 saatte bir uyduya otomatik olarak bildirirler. Sonra bu verileri yeryüzündeki bilgilere iletirler, böylece onlara bu kadar kısa bir zamanda kaynaklara ve fiziksel kurallara ait başka hiç bir şekilde elde edemeyecekleri bilgileri vermiş olurlar.

Bütün bunlar ERTS kutupsal (polar) güneşle eşzaman (sinkron) bir yörünge üzerinde hareket ederken yapılır O hemen hemen doğrudan doğruya kuzey-güney yörüngede kutuplardan geçer ve yörünge ritmi o şekilde hesaplanmıştır ki, bütün fotoğraflar sabah saat 9.30 da çekilmiş olur. Bunun bu şekilde plânlanmış olmasının sebebi bütün bölgelerin fotoğraflarının ilk bahar ve yazda görülen günlük bulutlanmalardan önce çekilmesini sağlamaktır.

Başka bir sebep de, RCA Astre-elektrik bölümü genel müdür yardımcısı C.S. Constantino'ya göre, uçaklardan sürekli surette değişen güneş açılarının altında çekilen fotoğraflarda görülen çarpıklıklara mani olmak içindir. Kısacası ERTS'in çektiği fotoğraflar aynı ana ait bir harita meydana getirirler. Halen tuttuğu yörüngeye göre ERTS aynı bir noktadan her 18 saatte bir geçmektedir, böylece o bütün yer küresinin bir yıl içinde tam bir haritasını çıkaracak niteliktedir.

«Bunun önemi açıktır, diyor Constantino, üzerinde insan oturan kara parçalarının yalnız % 72 sinin ayrıntılı olarak haritasının mevcut olduğu ve elde mevcut haritaların yarısının da eskimiş bulunduğu göz önünde tutulursa...»

Aslına bakılırsa bu doymaz veri toplamasının en büyük yararı zamanın «sıkış-





Uydudaki bir veri toplama sistemi topladığı çevresel bilgileri resimde görülen yer yüzündeki kontrol merkezine gönderir.

ırılmasıdır»; O herhangi bir uçak veya yeryüzü gözleme istasyonundan çok daha çabuk bilgi toplayabilmektedir. Bir tek ERTS fotoğrafında 13.225 mil karelik bir alan vardır ki, bunu kapsayabilmek için bir uçağın 1.000 tane fotoğraf çekmesi gerekmektedir.

Uydudan gelen veriler üç esas alıcı istasyonda toplanmaktadır, bunlar Alaska'da Fairbanks, Kaliforniya'da Goldstone ve Maryland'da Greenbelt'tir. ERTS'i yapan General Elektrik firmasının genel müdür yardımcısı bu saniyede yaklaşık olarak 15 milyon «bit» bilgi demektir ki, bu her iki saniyede bir, bir «Encyclopedia Britannica» ya eşittir, demektir.

Her istasyonda bu bilgi dağıtım işlemek için bir bilgisayar, aynı zamanda her hafta 300.000 siyah-beyaz baskı ve 20.000 renkli fotoğraf çıkaracak banyo ve baskı tesisi vardır. Bu fotoğraflar kamu oyununa ve ilgililere sunulmaktadır.

43 devlet ve 36 ülkede bu resimler ve veriler, tarım, oseonoloji ormancılık, jeoloji, kartografi ve çevre ile ilgili konulardaki incelemelerde kullanılmaktadır.

**Tarım:** Amerika'da Tarımın tahminine göre böcekler hastalık ve yangın yüzünden yılda kaybedilen ekin 13-20 milyon dolar tutmaktadır. Önceden farkına varıldığı takdirde bunların kontrolü mümkün olabilir.

Amerika Tarım Bakanlığının tarımsal servisi entonoloğu William G. Hart (böcekler bilgini) kızıl ötesi ışık dalgaları kullanarak pamuk ve mısır gibi bitkilere böceklerin yaptıkları zararları incelemektedir. Hastalıklı bölgeler saptanır saptanmaz, bu sınırlı bölgelere ilaç serpilmekte, böylece bütün bir çevrenin kirlenmesinin önüne geçilmektedir.

Cornell Üniversitesi profesörlerinden Bernard E. Dethier bitkilerin yapraklarının gelişme zamanlarını değişik mevsim ve coğrafik bölgelerde incelemenin faydalı olup olmadığını etüt etmektedir. ERTS «yeşil dalgayı», ilkbaharda yaprakların büyümesinin kuzeye doğru ilerlemesini ve «kahverengi dalgayı» sonbaharda yaprakların renk değiştirmesinin güneye doğru ilerlemesini kaydetmektedir.

Profesör Dethier bu olayların tarım ve ormancılıkta bir zaman ve yönetim planı izlemeyi mümkün kılacağını söylemektedir. Bunlar dünyanın değişik bölgelerinde büyüme mevsiminin uzunluğunu belirlemeye yardım edebilirler ve bu sayede evvelce dokunulmamış yeni bölgeleri muhtemel tarımsal gelişmeler için seçmeye imkân bulunmuş olur.

**Oseonoloji:** Michigan Üniversitesi çevresel kaynaklar enstitüsünden Dr. Fabian C. Polcyn ERTS'i Ontario Gölünde, Meksika Körfezinde, Porto Rico yöresindeki sularda ve Bahama'larda gemilerin işle-



mesine zararlı olabilecek su altı özellikleri bulunup bulunmadığını saptamak için kullanılmaktadır. «Gözlemek için plânladığımız ikinci problem aynı coğrafik bölgelerde su derinliklerini ölçmektir.» Onun bunu yaptığı bir yöntem, ERTS tarafından gönderilen fotoğraflardaki mavi ince renk gölgelerinden faydalanmaktadır. Sığ bölgeler mavimsi yeşil bir tonda ve derin bölgeler de mavi görünür ve bu mavi, deniz derinleştikçe ona uygun olarak git-tikçe daha koyulaşır.

Uyduyan gelen bu fotoğrafların Okyanus'taki balık kaynaklarını da meydana çıkarıp çıkaramayacağını öğrenmek için Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi Mis-sisipi ağzındaki ringa balık stoku ile çevreye ait bu verilerin bir ilişkisi olup olmadığını araştırmaktadır. Değişik ölçüde birçok dalga uzunluklarından yararlanarak uydud, klorofil miktarı, suyun tuzlu-luğu, sıcaklığı ve içinde bulunan çökelek miktarı gibi koşulları incelemektedir. Bu verilerin yardımıyla bu idarenin bilgileri balıkların varlığını ve dağılımını saptayabilecekleri ve balık stokunun yerini bulmak için bir teknik geliştirebilecekleri kanısındadırlar ki bu balıkçılara büyük bir hizmet olacaktır.

**Jeoloji:** ERTS'den gelen fotoğraflarla bilginler yer yüzündeki madenleri de araştırmaktadırlar. Bu sayede onlar ilk olarak Ohio eyaletini bu bakımdan tamamıyla taramaktadırlar.

**Kartografi:** Uzaydan gelen bu resimler birçok haritacıları tekrar resim tahtaları başına oturtmuştur. Gooldart Uzay Merkezi araştırmacı bilginlerinden Dr. Paul Lowman, «ERTS'in bize ilk öğrettiği şey bütün haritalarımızın gerek topografi bakımından, gerek coğrafya bakımından çok eskimiş olduğudur.» Daha şimdiden Kaliforniya'nın Monterey Bay bölgesinde dünyanın kabuğunda bir seri hiç beklenmeyen hataların bulunduğu saptanmıştır. Bunlar dağlara tam dikey bir açıyla gitmektedirler, halbuki şimdide kadar esaslı olarak bilinen düzensizlikler kuzey batıdan, güney doğuya gidiyorlardı.

**Çevre:** ERTS ile yapılan bütün incelemeler çevreyle ilişkilidir, fakat bazıları küresel ekolojinin özel problemleri üzerinde yoğunlaşırlar.

• Bunlardan bir tanesi kirliliktir ve Michigan Üniversitesinden Dr. C. T. Wernak ERTS detektörlerinin yakın kı-zıl ötesi bantlarını Büyük Göller bölgesinde ve Birleşik Devletlerin batı ve doğu kıyılarındaki su kirliliğini belirlemek için kullanılmaktadır.

• Cranbrook Bilm Enstitüsünden Dr. Van Elliot Smith de insansal faaliyetin Michiganda Oakland County'deki göllerin yaşlanmasında ne gibi bir rol oynadığını araştırmaktadır, ki bunun bilimsel adı eutrophication'dur. Kirlitici maddelerin yayılması ve gelişmesini izleyerek bilginler bir gölün ölmek üzere olduğunu önceden haber verecek bir sistem bulacaklarını ummaktadırlar.

• ERTS fırlatılmasından biraz sonra değişik çeşit bir çevresel hizmetle görevlendirilmişti, Pennsylvania'da su altında kalan arazinin bir haritasının çıkarılması, ki buna orasının incelenmesi de dahildi. Bu sayede su altında kalan bütün toprakların yukarıdan tam bir görünüşü, çürümüş ekinlerle yeni çökeleklerin yerleri elde edilmişti.

• Dartmouth College tarafından yapılan geniş bir incelemede uydunun bu uzaktan görme yeteneğinden şehir plânlanmasında faydalanılmaktadır. Araştırmacılar ERTS fotoğraflarını kullanarak çok aileli ünitelerle, tek aileli ünitelerin veya her ikisinin karışımlarının bulunduğu bölgeleri ayırmayı ve örneğin Rhode Island'da 7.000 kişinin oturduğu küçük yerleri saptamayı başardılar.

Dr. Robert S. Simpson, «eğer ERTS'in bu fotoğrafları 25-30 yıl önce elimizde olsaydı şehirlerimiz arasında çok daha fazla yeşil sahalara sahip olacaktık» demektedir. «Şehirlerin etrafındaki yerleş-tirme yöntemleri tamamıyla başka olacaktı.»

İşte bunlar Birleşik Devletler'de yapılan denemelerden yalnız birkaç tanesidir. ERTS programına da 36 ülkenin katılmış olduğu unutulmamalıdır. Onlar tarafından yapılan denemelerin bazıları da şunlardır: Avustralya'da çöl kumunun hareketi, Bengalde'şte su ve tarımsal kaynakların değerlendirilmesi, Japon Adaları etrafındaki Okyanus akıntılarının analizi.

Dünya bilginlerinin ERTS verilerinden edebilecekleri yararın sonsuz olduğu görülmektedir. Fakat bir NASA sözcüsüne göre yapılacak araştırmaların çoğu «Eifel kulesinden alınan bir fotoğrafa bakarak bir karınca yuvasında neler olduğunu keşfetmeye benzemektedir.» Buna rağmen Dr. Robert N. Colwell gibi ERTS sisteminden faydalanan bilginler büyük bir coşku ile bunu, insanlığın tarihinde en önemli fotoğrafçılık hizmeti diye adlandırmaktadırlar.



NASA görevlileri değerlendirmelerinde biraz daha tutucu davranmaktadırlar. «Bizim problemlerimizin hepsini bununla çözmeye imkân yoktur», diyorlar. «Bu tekrarin bulunmasından bu yana insansal ilerlemede teknolojik başka bir aygıttır.» Bu teknolojik aygıtın üzerine aldığı görevlerin çeşitliliğine bakarak, ERTS'in

gezeğenimizin kaynaklarına dikkatli bir gözle bakan biricik ve şimdiye kadar bulunan en değerli bir aygıt olduğunu söylemek yerinde olur.

ERTS'in bu işleri nasıl yaptığını bu sayıdaki ikinci makalemizde bulacaksınız.

SCIENCE DIGEST'ten

## ERTS'i Mümkün Kılan Buluşlar

# UZAKTAN SEZİNLENME NEDİR VE NASIL ÇALIŞIR



FORREST M. MIMS

**N**ASA'nın «Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu» (ERTS) in gösterdiği başarılarla beraber Uzaktan Sezinlenme (Remote Sensing) terimi de gittikçe daha fazla işitilmektedir. Bu kelime genellikle şimdiye kadar uzaya fırlatılan en mükemmel yeryüzü uydularından biri olan ERTS'in adıyla hep beraber kullanıldığı için birçok insan bunun yakın zamanlara ait bir buluş olduğu kanısındadır. Aslında bu doğru değildir ve uzaktan sezinlenme algısal hayat başlayıladıanberi vardır.

Adından da anlaşılacağı gibi, bu bir cismin uzak bir mesafeden algılanması demektir. Algılayıcılar veya sensorlara teleskoplar, kameralar, özel spektrodioetreler'in hepsi dahildir. Hatta gözler ve kulaklar bile uzaktan sezinleyen sensordur.

Fiziksel olay, her cismin sıcaklık ve şekli bulunduğu ve ışık, radyo dalgaları ve karakteristik bir davranışla başka elektromanyetik dalgalar yansıttığı esasına dayanır. Bu spektral parmak izidir veya «imzalar» o cismin ta uzaklardan tanınmasına ve incelenmesine yardım eder.

Absolut sıfır noktasının üstünde bulunan her cisim kızıl ötesi ışımlar yayar, böylece sıcaklık önemli bir «imza» olur. Yansıma da başka bir parmak izidir, çünkü bütün insan yapısı ve doğal cisimler onlara çarpan elektromanyetik dalgaların hiç olmazsa küçük bir yüzdesini yansıtırlar.

Işığın yansımadaki değişiklikler, örneğin, birçok materyale renklerini ve

renk tonlarını verir ve bu imzaların uzaktan sezinlenmede çok büyük önemleri olabilir. Kızıl ötesi ısı sezinlenmesi tamamiyle karanlıkta bile başarılı olabilir, çünkü burada ışımaya bahis konusudur, yansıma sezinlenmesinde ise güneş ışınına ihtiyaç vardır.

En eski ve mükemmel sezinlenme tekniklerinden biri 1800 yıllarında geliştirilmiştir, bu astronomların prizma ve griller (kafes, ağ) kullanarak uzak yıldızlardan gelen ışığı bileşiklerine ayırmalarıyla olmuştur. Sıcak gazlar, ister yer yüzünde, ister bir yıldızda olsunlar, karakteristik dalga uzunluğunda ışıklar yayarlar. İşte astronomlar bu ışıkları tasnif ederek basitçe yıldızların bileşimini saptarlar. Bu araştırmaya verilen ad spektrometridir ve son yıllarda yeni bir çok sezinlenme tesislerinin bulunmasıyla çok daha mükemmel bir hal almıştır, fakat esas teknikte bir değişiklik olmamıştır. Bu sistemde sezinlenme, uydular, küremizin etrafında dönerken ve dünyayı tararken birçok elementlerin belirtilerini daha esaslı surette tespit etmesi anlamına gelmektedir.

Gözden sonra en çok kullanılan uzak sensör fotoğraf kamerasıdır. Her fotoğraf okuyucusu havadan alınan bir fotoğraftan ne kadar geniş bilgi edinileceğini pek güzel bilir. Aslında bu askeri maksatlar için kullanılmıştı, şimdi bu fotoğraflar kartograflar tarafından haritaları düzeltmek, geologlar tarafından maden rezervlerinin yerlerini saptamak, şehir plân-