

## Uzaktan Algılama

# Yerbilimlerinde uzaktan algılama ve

**Bugün uzaktan algılama sistemleriyle, depremlere neden olan fay zonlarının ortaya çıkarılması; maden yataklarının belirlenebilmesine yardımcı olan hidrotermal alterasyon bölgelerinin saptanması, deprem, heyelan, çökme gibi olaylar sonrasında meydana gelen deformasyonun mm düzeyinde saptanması -interferometri- ve iki farklı zaman aralığında meydana gelen çevresel, kültürel ve doğal değişimin ortaya çıkarılması gibi olayları ilk akla gelenler olarak sıralamak mümkündür.**

Uzaktan algılamayı (remote sensing), elektromanyetik radyasyonun (EMR) insan gözünün görebildiği görünür bölge dışındaki bölgelerinden de yararlanarak, yeryüzündeki cisimler hakkında onlara dokunmaksızın uzaydan ve havadan bilgi toplama yöntem veya bilimi olarak tanımlamak mümkündür (Şekil 1). Bu bilgileri sağlayan sistemler, dünya çevresine yerleştirilen pasif ve aktif özellikteki yer gözlem uydularıdır. Pasif uzaktan algılama uyduları (Landsat, SPOT, ASTER), güneş ışığının yeryüzünden yansımaları sonucunda elde edilen büyük alanların görüntüsünü tek bir seferde, düzenli aralıklarla sayısal olarak kaydedip yer istasyonlarına iletirler.

Halbuki aktif uzaktan algılama uyduları (Radarsat, ERS) ise yeryüzüne EMR'nin mikrodalga ışınlarını kendileri gönderip yansımalarını ölçen bir sistemle çalışırlar. Yerbilimlerini jeoloji, jeofizik, jeokimya, coğrafya ve çevre gibi değişik disiplinlerin bir araya geldiği çok önemli bir doğa bilimi olarak tanımlamak mümkündür. Uzaktan algılama yöntemi sadece jeoloji'de değil ormancılık, şehir planlama, su ve atmosferle ilgili uygulamalarda da oldukça önem taşımakta olup aynı zamanda yer ve uzay bilimlerini bir araya getiren önemli bir bilim dalıdır (Kavak, 1998).

### 30 YILA YAKIN

Uzaktan algılama çalışmaları, 1972'de A.B.D.'nin uzaya gönderdiği, doğal kaynakların ortaya çıkarılmasını amaçlayan Earth Resources Technology Satellite (ERTS) yer gözlem uydusunun yörüngeye yerleştirilmesinin ardından günümüze kadar geçen sürede büyük mesafeler almıştır.

Bugün uzaktan algılama sistemleriyle elde edilen sayısal görüntüler yardımıyla, yerbilimleriyle ilgili birçok konuda yararlı uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir. Bunlardan bazılarını depremlere neden olan fay zonlarının ortaya çıkarılması; maden yataklarının belirlenebilmesine yardımcı olan hidrotermal alterasyon bölgelerinin saptanması, deprem, heyelan, çökme gibi olaylar sonrasında meydana gelen deformasyonun mm düzeyinde saptanması -interferometri- ve iki farklı zaman aralığında meydana gelen çevresel, kültürel ve doğal değişimin ortaya çıkarılması -change detection- (Şekil 2) gibi olayları ilk akla gelenler olarak sıralamak mümkündür.

Geçen şubat ayı başında, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nde düzenlenen ve kamuoyuna depremlerin izlenmesinde erken uyarı amaçlı olarak uydula-

rın kullanılabileceğine yönelik olarak yapılan çalışmalar da halen belleklerde yer almaktadır.

### BÜYÜK KATKILAR SAĞLIYOR

Uzaktan algılama ile elde edilmiş görüntülerin çok büyük alanları kapsamaları (Landsat ETM+ sistemi için 185x185 km), farklı EMR bant aralıklarını kullanabilme özelliği, bölgesel ölçekte yapılan çalışmaları desteklemiş ve bitki örtüsü, kaya birimleri, su ve kültürel eserlerin ortaya çıkarılması gibi yeryüzü cisimlerinin yansımaları özelliklerinin tanınmasına ve daha iyi anlaşılmasına büyük ölçüde katkıda bulunmuştur.

Bu arada, son yıllarda yaygınlaşan ve birbirine komşu çok sayıda EMR bant sayısına ancak dar bant aralığına sahip hiperspektral uzaktan algılama sistemlerinin (AVIRIS, HYPERION) ortaya çıkmasıyla birlikte, yeryüzündeki kayaçları oluşturan mineraller düzeyinde ayırılma yapabilen uzaktan algılama verileri oldukça önemli bir konuma gelmiştir. Halen bilgisayar teknolojisinde meydana gelen ilerlemelerle de yerbilimlerinin ihtiyacı olan sayısal verilerin üretilip, depolanıp, sorgu ve sunumu kolaylaşmıştır.

Uzaktan algılama verilerinin bazılarına (Global Land Cover Facility/University of Maryland; Shuttle Radar Topography Mission-SRTM) ücretsiz olarak İnternet'ten erişilebilmekte ve bu sayısal veriler kişisel bilgisayarlara kolaylıkla indirilebilmektedir. Ancak bu verileri amaca uygun olarak birleştirmek, işlemek ve değerlendirmek Sayısal Görüntü İşleme (Digital Image Processing) kavramı içerisine girmektedir (Kavak, 2000). Bu yöntemle uydudan alınan görün-

tüler, birtakım işlemlerden geçirilerek daha fazla bilgi ortaya çıkarılabilmektedir.

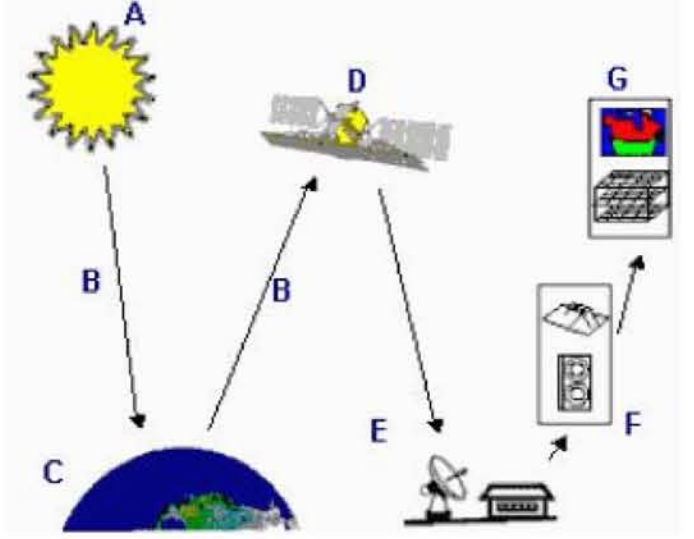
### İLK CİDDİ ÇALIŞMA

Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information Systems) yardımıyla uzaktan algılama görüntülerinin altlık olarak kullanılması, arazi ve laboratuvarlarda üretilen sonuçların vektörel olarak bu görüntüler üzerine işlenmesiyle yerbilimlerinde sorgulama, depolama ve sunum özellikleri zenginleşmiştir.

Ancak şunu da unutmamak gerekir ki; uzaktan algılama çalışmalarını konusu olduğu doğal laboratuvarlarda yani arazide, şehirlerde, ormanlık alanlarda yapılan ve yer doğrulaması (ground truthing) olarak da bilinen çalışmalarla desteklemek gerekmektedir.

Türkiye'de uzaktan algılama verilerini üretebilecek ilk ciddi çalışma, TÜBİTAK-Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü (BİLTEN) tarafından bir İngiliz şirketiyle birlikte gerçekleştirilmiş olan ve BİLSAT adı verilen uydunun 2003 yılında fırlatılarak ilk görüntülerini göndermesiyle başlamıştır (Şekil 3). BİLSAT uydusu GEZGİN ve ÇOBAN adı verilen iki algılayıcıyı taşımaktadır.

Türkiye, Cezayir, Çin ve Nijerya'nın oluşturduğu DMC (Disaster Monitoring Constellation - Afet İzleme Takımı) sistemi içinde yer alan BİLSAT uydusunun uygulama alanları arasında afet yönetimi,



**Şekil 1: Uzaktan algılama sisteminin oluşturulan temel bileşenleri. A. Güneş B. Yansıma C. Yerküre D. Uydusu E. Yer istasyonu F-G. Kulanicılar.**

jeoloji, şehir planlama, çevre ve haritacılık sayılabilir. Ancak görüntülerin henüz radyometrik ayarlarının tamamlanmaması nedeniyle üniversite, araştırma kurumları ve diğer alanlarda kullanımı henüz gerçekleştirilememiştir.

### AVRUPA UZAY AJANSI

Son yıllarda diğer gezegenlerde yapılan araştırmalarda kullanılan uzaktan algılama görüntüleri de uzay çalışmalarının çok önemli bir kesimini oluşturuyor. İnsan gönderilemeyen gezegenlerden uzaktan algılama yöntemiyle alınan uydusu görüntüleri, bu gezegenlerde yaşamın izleri olarak kabul edilebilecek su ve derin vadilerin aranması ve ortaya çıkarılması amacıyla değerlendirilebilmekte. Örneğin, NASA'nın Mars Global Surveyor (MGS) ve Mars Orbiter Camera (MOC) uzaktan algılama verileriyle Mars'ta su bulunduğuna dair veriler delilleriyle ortaya konmuştur (Şekil 4).

Bu çalışmalara ek olarak Türkiye TÜBİTAK aracılığıyla bazı projelerde Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) aktif sistemde çalışan uzaktan algılama uydusu olan ERS radar uydusu verilerini kullanmaktadır. 15 Avrupa Birliği ülkesinin kurduğu ve üye olduğu ESA, NASA'dan sonra TÜBİTAK'ın teknik destek aldığı en önemli uzay ajanslarından birisidir. Yunanistan ve Lüksemburg gibi ülkelerin bu yıl içerisinde tam üye olarak katılacağı ajansa son BTYK kararlarında değinildiği gibi 2004 yılında yapılan bir anlaşma ile Türkiye de üye olarak katılım aşamasındadır.

Bu sayede son yıllarda, TÜBİTAK ve Genelkurmay'ın çalışmalarında öncelikli hedef olarak belirlediği uzay çalışmalarına güçlü bir adım atılabilecektir. Uzay alanındaki çalışmalar, ESA'nın kıta Avrupa'sındaki



**Şekil 2: 2.300 kişinin öldüğü 6.8 büyüklüğüne sahip 21 Mayıs 2003 Boumerdes/Cezayir depremi önce ve sonrasında meydana gelen hasar.**



## Uzaktan Algılama

# Türkiye'de durum



**Şekil 3: İstanbul Boğazı, Karadeniz ve Marmara Deniz'ini gösteren 01 Mart 2004 tarihli BİLSAT görüntüsü (<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/gallery/album2004.asp>).**

üye ve aday ülkelere çağrıda bulunduğu 7. Bilimsel Çerçeve programıyla birlikte, A.B.D.'ye karşı gerçekleştirilen bilimsel alanlarda yürüttüğü önemli ataklardan birisini oluşturur. Ajans, uzay çalışmalarına olan ilgiyi çocukların seviyesine indirerek gerçekleştirdiği misyonları çizgi romanlarla tanıtmaya ve ileride potansiyel araştırmacılar olarak onları bu konularda özendirilmeye çalışan projelere de imza atmaktadır (<http://www.esa.int/esaKIDSen>).

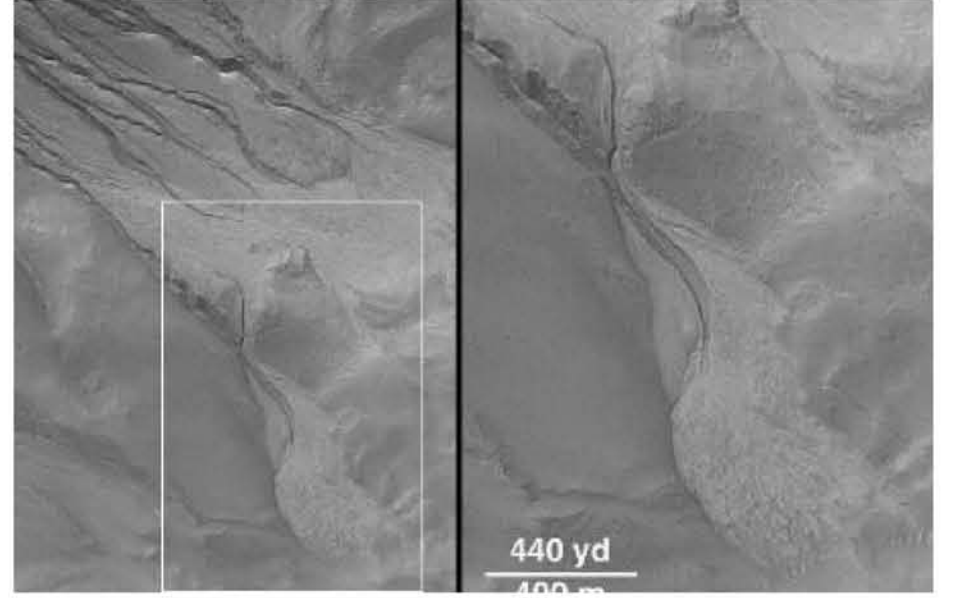
Öte yandan Türkiye Bilimler Akademisi'nin (TÜBA) bir süre önce kamuoyuna açıkladığı Türkiye için öncelikli üç tema alanından ikisini bildiği gibi çevre ve enerji alanları oluşturmaktadır. Buna ek olarak, Avrupa Birliği'nin çağrıda bulundu-

ğu 7. Çerçeve Programı'nda öncelik verilen dokuz ana temadan üçünde uzaktan algılama çalışmalarının uygulanabilirliği ön plana çıkmaktadır.

Enerji, çevre ve iklim değişikliği, uzay ve güvenlik alanlarında yararlı uygulamalar gerçekleştirebilecek bu yöntem-bilimle, Türkiye için yaşamsal önem taşıyan felaketlerin boyutlarının araştırılması, maden yatakları, gaz ve petrol aramaları ve çevresel açıdan oldukça önemli olan kıyı erozyonu, kirlilik ve değişimin izlenmesi çalışmalarında uzaktan algılama teknolojisi verimli olarak kullanılabilir.

### OLAYIN EĞİTİM YÖNÜ

Tüm bu çalışmalara ek olarak, konu-



**Şekil 4: Mars'ta su bulunduğu dair varsayımları kuvvetlendiren görüntü. Soldaki görüntünün üst kesiminde görülen çizgiler eski su yollarını göstermektedir ([http://www.msss.com/mars\\_images/moc/june2000/eg\\_crater/eg\\_crater\\_fig\\_50.jpg](http://www.msss.com/mars_images/moc/june2000/eg_crater/eg_crater_fig_50.jpg)).**

nun eğitsel yanı düşünülürken; yüksek öğretim sistemimiz içerisinde yer alan üniversitelerimizin ilgili bölümlerinde yürütülen lisans ders içeriklerinin de yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Halen Jeoloji Mühendisliği gibi bazı yerbilimi bölümlerinde, hava fotoğraflarının jeolojik yorumunu içeren Fotojeoloji derslerinin güncellenerek daha fazla içerikte uzaktan algılama bilgileriyle desteklenmesi ve lisans/yüksek lisans programlarında uzaktan algılama, sayısal görüntü işleme ve coğrafi bilgi sistemleri gibi derslerin öğrencilere ayrı olarak okutulması göz önüne alınması gereken önemli bir diğer konudur.

Gelişen bilgisayar teknolojisi ile birlikte, uzaktan algılama yöntemi ve ilişkili olduğu yerbilimlerinin üniversitelerde, araştırma kurumlarında ve özel sektörde daha ayrıntılı olarak öğretilmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu sayede, halen örnekleri az sayıda görülen

ve yerbilimleri bölümlerinde (jeoloji, jeofizik, jeodezi ve fotogrametri ve çevre mühendislikleri) öğrenim gören öğrencilerin kendi işlerini kurabilme olanaklarına ek olarak devlet kurumlarında ve özel sektörde çalışabilme olanaklarının daha da artacağını ifade etmek yanlış olmaz.

Yrd. Doç. Dr. Kaan Şevki Kavak  
Cumhuriyet Üniversitesi  
Jeoloji Müh. Böl. Sivas  
e-posta:kaank@cumhuriyet.edu.tr

### Kaynaklar:

Kavak, K.S., 1998, Uzaktan Algılamanın Temel Kavramları ve Jeoloji'deki Uygulama Alanları, Jeoloji Mühendisliği, Mayıs 1998, Sayı 52, 63-75.

Kavak, K.S., 2000, Sayısal Görüntü İşlemleri'nin Temel Kavramları ve Jeolojik Uygulamadaki Önemi, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, No: 393, 90-92.

İnternet kaynakları  
<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat>  
<http://www.msss.com>

## DörtKöşe

Piref H. Ökkeş

### Kediler, köpekler ve Armutlar-1

Alınma gücenme yok! Bir süreliğine "kedili-köpekli" yazılar yazacağım. Lakin kediden ve köpekten önce "armut" mevzusuna giriş yapmakta fayda var. Gerçi yıllar önce armut konusunu işlemiştim ama herhalde bu hikayeyi hep gündemde tutmak gerekiyor çünkü bir türlü ders alınmıyor.

Armut çok önemli bir meyvedir. Her ne kadar, armutun iyisini kimin yediği bazılarınca önemli olsa da benim için armutun yeri başkadır. Hele Fransız çizer Charles Philipon (1800-1862) armutu bambaşkadır. O çizer, o armut ile ilk politik karikatürü başlatmıştır.

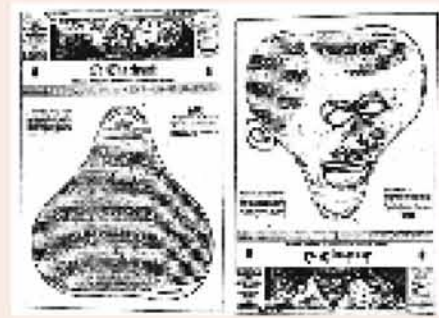
Charles Philipon ortalama bir çizerdir. Lakin çok atak ve girişimcidir. Dünya'daki ilk mizah dergisi sayılan La Caricature'yi, 1830 tarihinde, haftalık yayımlar. Dergi başarılı olunca adını Le Charivari olarak değiştirip günlük yayına dönmüştür. O sırada, Napolyon'dan sonra yönetimi eline geçiren Kral Louis Philippe, Fransa'ya hükmetmektedir. Ortam gergindir. Cumhuriyetçilerle Kraliyetçiler çatışmaktadırlar. Kralın



**Şekil 1**

Charles Philipon, efsanevi Daumier gibi yetenekli sanatçıları çevresine toplamış yönetim ve yöneticilerle dalga geçmektedir. Çizimlerden birinde Kral Louis Philippe'yi armut kafalı çizer. İşin kötüsü Kral armuta benzemektedir. Ayrıca armut bizdeki "hiyar" deyişi gibi hakaret de içermektedir. Çoluk çocuk pek sever bu çizimi. Kralı armut, armutu kralmışçasına çizmeye başlar herkes. Kral bu durur mu, derhal içeri attırır çizeri.

baskısı artmaktadır ama basın da baskı teknikleri gelişmektedir. Örneğin litrografi ile basılan yayınlar artar. Kral o sırada hayatının en büyük hatasını yapar, basına "özgürlük" verir(!)



**Şekil 2**

benzediğini yargıçlara kabul ettirir çizer (Bakınız: Resim 1). Lakin 6000 Frank tutarındaki para cezasından kurtaramaz. Çizerin bir daha armut çizmesi de yasaklanmıştır.

Charles Philipon tutar, mahkeme kararını armut şeklindeki dizip baş sayfada basar. İntikamı da acı olur: Bugün Kral Louis Philippe'yi kimse anımsamasa bile "Armut Kral"ı herkes bilir. Kral tarihe, hem de mahkeme kararıyla, armut olarak geçince politik karikatür "resmen" bir gol atmış olur.

Ve daha çoook gol atacaktır...

zeri. Hakaret davası açtırır.

Savunmasında, Louis Philippe'nin doğal ve kaçınılmaz bir gerçeklikle armuta