

UZAKTAN ALGILAMA

Dr. Kaan Kalkan [TÜBİTAK UZAY Teknolojileri Araştırma Enstitüsü

Bulduğumuz coğrafyayı tanımak ve onu haritalamak ilk insandan günümüze süregelen bir merak. Yaşadığımız coğrafyayı haritalamak ve detaylarını bilmek istiyoruz. Bunu kimi zaman yüksek bir tepeye çıkarak çizdiğimiz resimlerle, kimi zaman da uzun deniz seferleriyle yaptık.

Ama teknolojinin gelişimi ile birlikte artık yeryüzü ile ilgili bilgileri uzaktan elde etmeye başladık. Aslında uzaktan algılama teknolojisinin doğmasında ve gelişmesindeki temel amaç, bulunduğumuz yerde gördüğümüzden daha fazlasını görmek.

Uzaktan algılama, hava araçları ve uydular aracılığı ile fiziksel bir temas olmadan yeryüzü görüntüleri çekip bunları inceleyerek bilgi edinmeyi amaçlayan bir bilim dalı. Uzaktan algılamada kullanılan algılayıcılar yeryüzünden yansıyan enerjiyi kaydeder. Bu algılayıcılar aktif veya pasif olarak ikiye ayrılır. Pasif algılayıcılar, harici bir enerji kaynağından gelen, yeryüzünden yansıyan veya yayılan doğal enerjiyi kaydeder. Genellikle bu

enerjinin kaynağı yansıyan güneş ışığıdır. Aktif algılamada ise, algılayıcılar kendi enerji kaynaklarından gönderdikleri ve geri yansıyan enerjiyi kaydeder. Örneğin, lazer ışını gönderen bir uzaktan algılama sistemi, gönderdiği lazer ışınının yeryüzüne çarptığı andan algılayıcıya ulaştığı zamanı ölçer. Tanımlamalarda yeryüzü diye bahsedilse de uzaktan algılama ile sadece Dünya ile ilgili değil diğer gök cisimleri ile ilgili de bilgiler toplanır.

Uzaydan çekilen en bilinen dünya fotoğrafı NASA tarafından Mavi Bilye (Blue Marble) olarak adlandırılan fotoğraftır. Bu fotoğraf 7 Aralık 1972'de Apollo 17 uzay aracında bulunan astronotlar tarafından çekilmiştir.

NASA



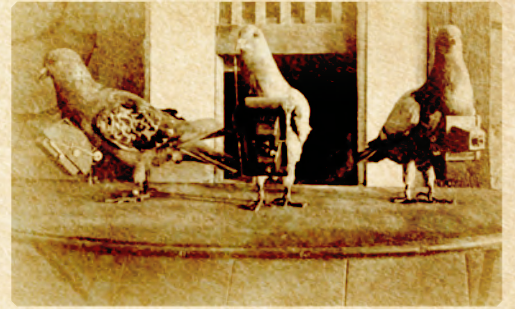
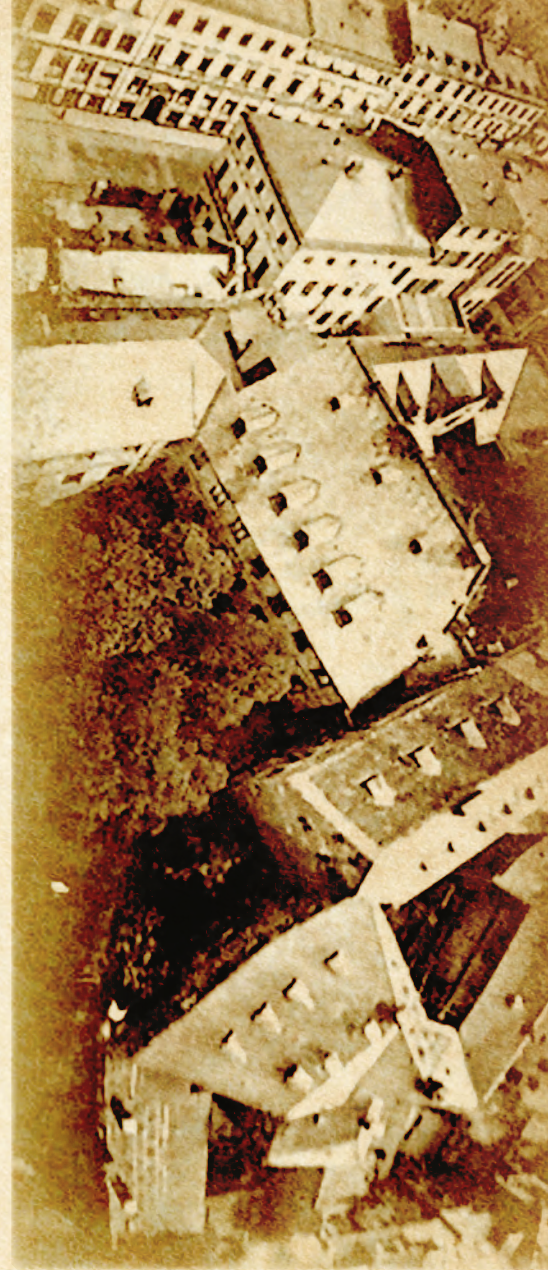
Uluslararası Uzay İstasyonu'ndan astronotlar tarafından çekilen İstanbul gece görüntüsü (9 Ağustos 2012) NASA



IMPRIMERIE BERTHAUTS, PARIS

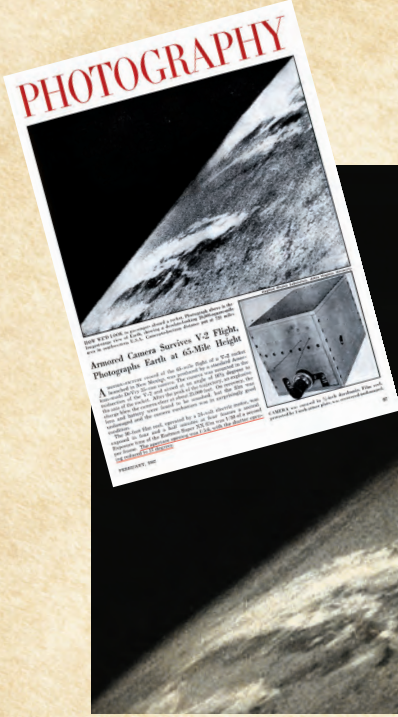
NADAR élevant la Photographie à la hauteur de l'Art

G ünümüzde birçok teknolojinin altyapısı gibi, uzaktan algılama teknolojisi de askeri amaçlarla yapılan bilimsel araştırma geliştirme faaliyetleri ile hızla gelişti. Fotoğrafın keşfinden sonra hep daha fazlasını görme merakımız güvercin ve balonları kullanarak havadan görüntüler çekmemize, daha geniş alanları görüntülememize imkân verdi. Hem kuşlar gibi uçmak hem de kuşlar gibi görmeye özendiğimizden, ilk havadan çekimler fotoğrafçı güvercinler aracılığıyla yapıldı.



Fotoğrafçı güvercinler ve Frankfurt'tan çektikleri fotoğraflar

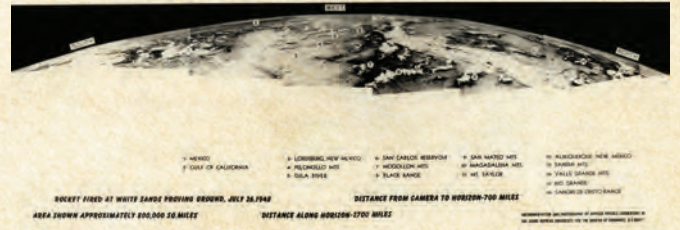




24 Ekim 1946'da New Mexico eyaletindeki White Sands Füze Test Alanı'ndan atışlanan V-2 roketi tarafından atmosfer dışından çekilmiş ilk Dünya fotoğrafı (üste)



V-2 ROCKET-EYE VIEW FROM 60 MILES UP



I. Dünya Savaşı sırasında önemi ciddi anlamda fark edilen hava fotoğrafçılığı, II. Dünya savaşında ülkeler arasındaki silahlı gücün yanı sıra istihbarat anlamında da birbirlerinin önüne geçebilecekleri bir teknoloji olarak hızla gelişti. Alçak irtifadan yüksek çözünürlükte görüntülerin çekilebilmesi ve yerden gelecek tehditlere karşı konulabilmesi için en yetenekli pilotlar hava fotoğrafçılığı uçuşlarına görevlendirildi. Aynı dönemde optik ve kamera teknolojisi üzerine çalışmalar da hızlandı. Böylece daha yüksek irtifalardan daha yüksek çözünürlükte görüntülerin çekilebilmesi amaçlandı. Görüntü çekmenin yanı sıra görüntü yorumlama ve işlemenin de önemi bu dönemde fark edildi. Hollywood uzmanları görüntü yorumlama sektöründe çalıştılar. Daha sonraları sayısal görüntülerin ve hesaplama gücünün artmasıyla, görüntü analizi uzmanlarının yerini sayısal görüntü işleme yöntemleri aldı.

Alman V-2 roketleri ile uzaydan çekilen ilk fotoğrafın ardından, uzaydan yer gözlem amaçlı görüntü çekilebileceği fikri hızla gelişti. Rusya ve ABD öncülüğünde, günümüze kadar birçok ülke tarafından yer gözleme amaçlı yüzlerce uydu fırlatıldı.

İngiliz Hava Kuvvetlerine ait keşif görüntüleme uçağı (1916)

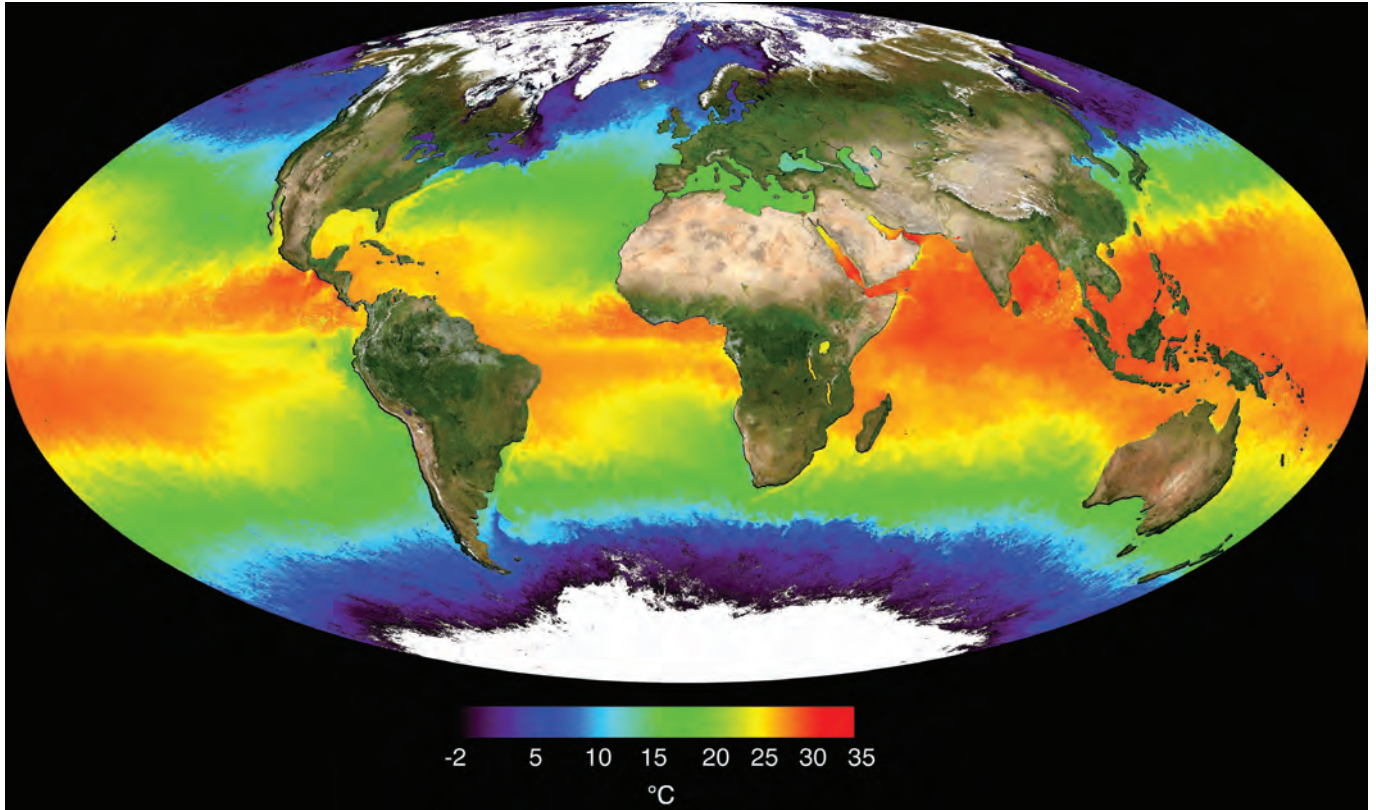


Alçak yörüngede (LEO) bulunan ve aynı zamanda yer gözleme amaçlı fırlatılan casus uyduların (spy satellites) yanı sıra yer sabit yörüngede bulunan meteoroloji uydularına da yer gözlemi ve meteorolojik araştırmalar için kameralar yerleştirilir. Yer gözlem uydularının ilk fırlatıldığı dönemlerde çekilen görüntülerde, görüntünün yeryüzünde kapsadığı bir pikselin boyutu (mekansal-uzamsal çözünürlük) 100 metrenin üstündeyken, günümüzde ticari yer gözlem uyduları 50 cm'nin altındaki çözünürlüklere ulaşmıştır. Burada bahsi geçen çözünürlük kavramı, görüntüdeki bir pikselin yeryüzünde 50x50 cm'lik bir alanın renk bilgisini ifade etmesidir. Bu değerleri 2x5 metrelik bir araç üzerinden örneklersek, bu araç 50x50 cm çözünürlüklü bir görüntüde 4x10 yani 40 piksellik bir yer kaplar. Bu çözünürlük bu aracın uydudan görülebilmesi için yeterlidir. Casus faaliyetler amacıyla fırlatılan uydular ise daha alçak yörüngede konumlandırıldığından daha yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilebiliyor. Uzaydaki casus uydular aracılığıyla okuduğumuz gazetelerin bile görülebileceğine dair söylentiler gün

geçtikçe daha da artacak ve yakın gelecekte uydu kameralarının çözünürlüğü ciddi anlamda yükselecektir. Yine de uydu kameraları söz konusu olduğunda atmosferik etkileri ve optik kurallarını unutmamak gerekir.

Uzaktan algılamanın birçok uygulama alanı bulunuyor. Coğrafya, haritalama, ormancılık, tarımsal faaliyetlerin izlenmesi, hidroloji, ekoloji, meteoroloji, oşinografi, jeoloji, buzul bilimi, askeri amaçlar, şehir planlama, afet yönetimi, tabii kaynakların yönetimi bunlardan yalnızca bazılarıdır. Görünür bölgede, yani insan gözünün algıladığı ışık tayfında, çekilen görüntülerin yanı sıra kızılötesi, RADAR, mikrodalga ve termal gibi insan gözünün algılayamadığı dalga boylarında çekilen görüntüler ile de birçok farklı araştırma yapılabiliyor. Gelişen algılayıcılar, insan gözünün ayırt edemeyeceği özelliklerin gelişmiş kamera sistemleri ile algılanabilmesini ve işlenebilmesini sağladı. Bu tip algılayıcılar sayesinde, uydu görüntüleri ile jeolojik araştırmalar, bitki stresinin belirlenmesi vb. detaylı araştırmaların yapılmasının önü açıldı.

Okyanus ve Denizlerin Yüze Sıcaklığı (MODIS Uydusu) NASA

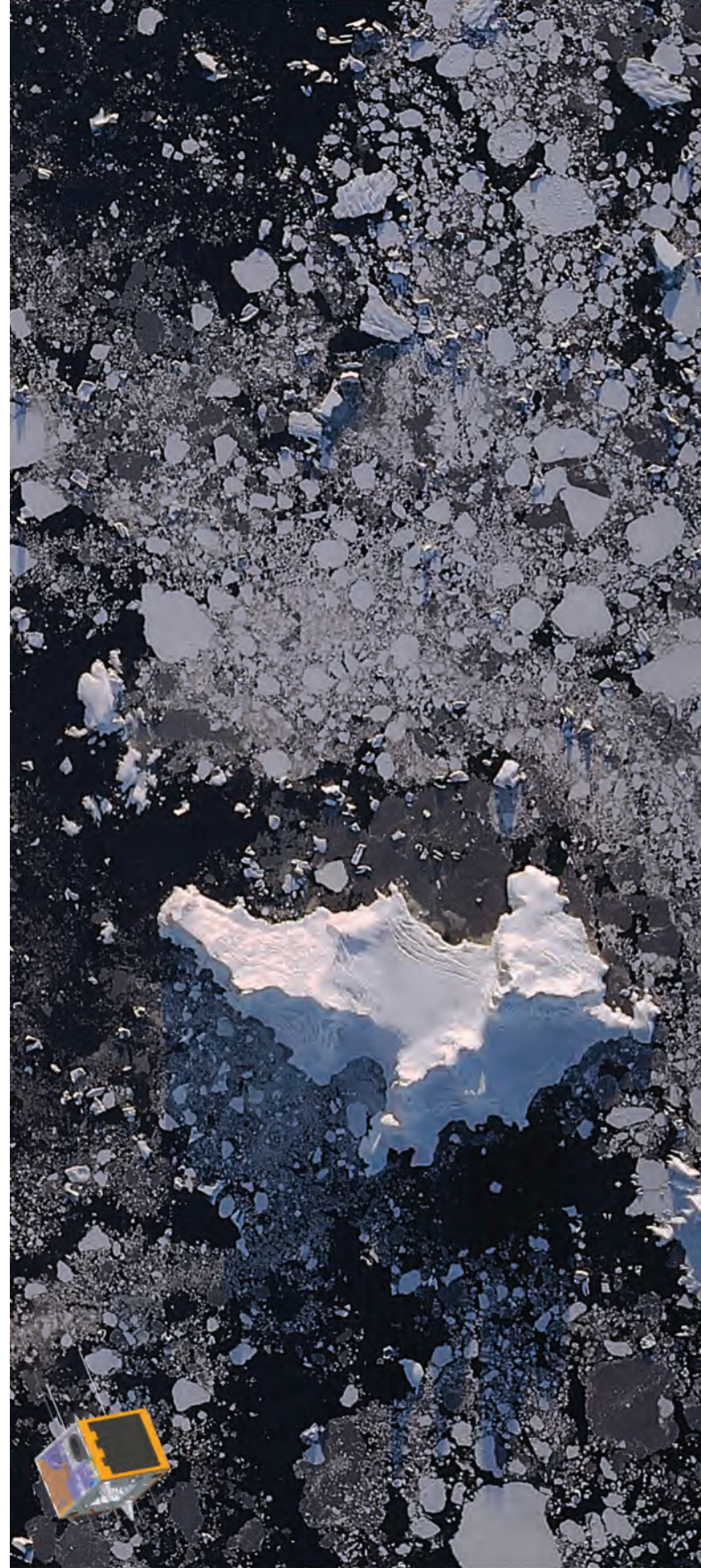


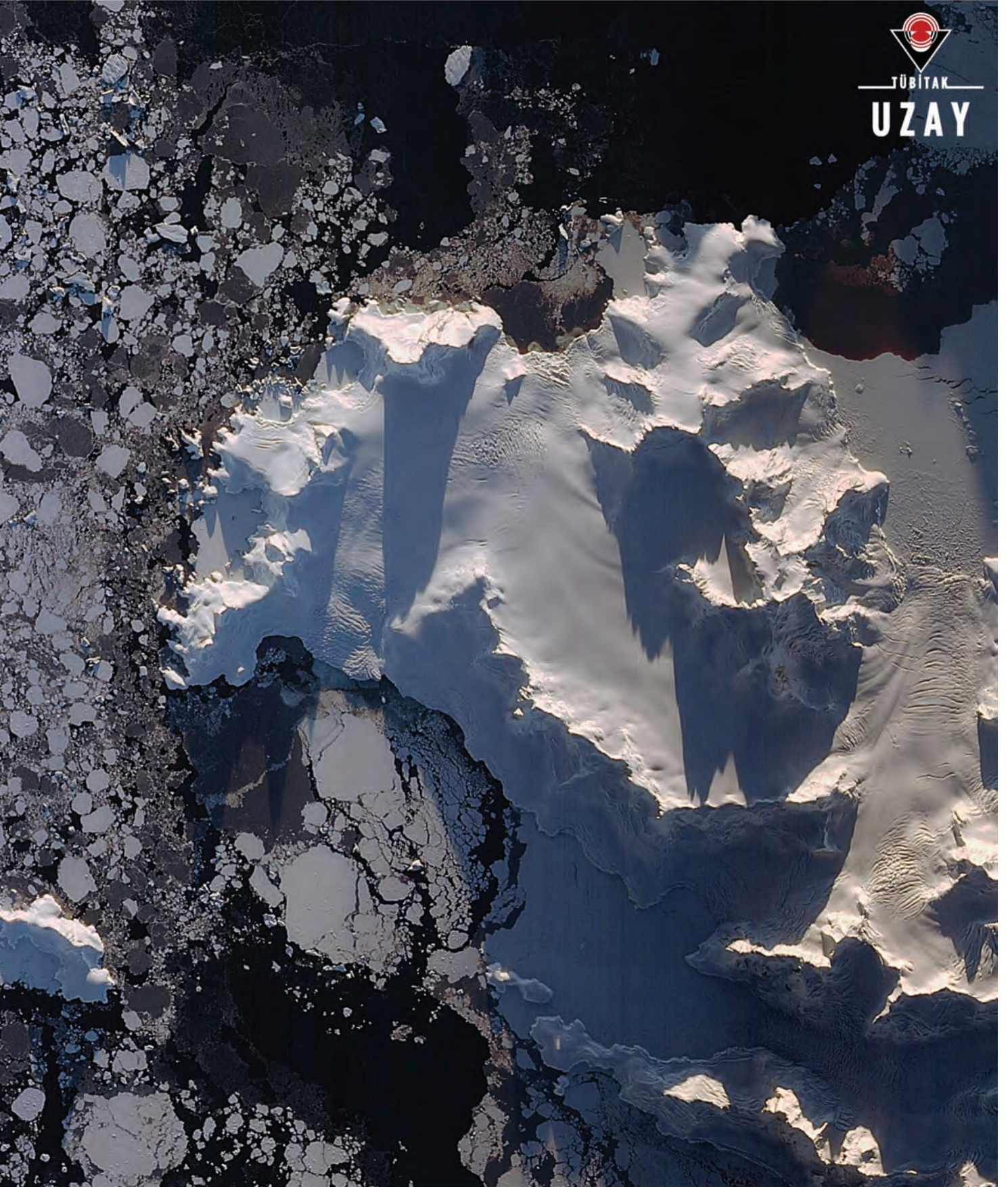
Örneğin, uydulara yerleştirilen termal kameralar ile okyanus sıcaklıklarındaki değişiklikler ve şehirlerde oluşan ısı adaları belirlenebiliyor. Su altı araştırmalarında kullanılan uzaktan algılama yöntemi olan SONAR (Sound Navigation and Ranging) sistemlerde okyanusun derinlerine inmeden okyanus tabanı ile ilgili haritaların üretilmesi mümkün.

Görüntüleme sıklığı, uzaktan algılama açısından önemli bir etmendir. Örneğin; bir havzadaki kaçak yapılaşmanın izlenmesi için uydu görüntülerinden faydalanılması gerekiyorsa, hem bu yapılaşmanın uydu görüntülerinde belirecek büyüklükte olması hem de yapılaşma öncesi ve sonrası çekilmiş görüntülere ihtiyaç duyulur. Bu noktada, aynı bölge için ne kadar sıklıkta görüntü elde edilebildiği önem taşır. Hava fotoğraflarında uçuş sıklığı ile çözülebilecek bu sorun, uydu görüntülerindeyse takım uydular ile çözülür. Takım uydular sayesinde aynı bölgeden gününbirlik görüntü alınması bile mümkün. Aynı örnek orman yangınından etkilenen alanların belirlenmesine uyarlandığında, orman yangınından önce ve sonra çekilmiş görüntüler aracılığıyla ne kadarlık alanın yandığı hızlıca tespit edilebilir.

Uydu görüntülemesinin en büyük avantajı aynı anda geniş alanlara ait görüntülerinin elde edilebilmesi ve dünyanın her yerinden görüntü alınabilmesidir. Bu özellik, uyduları hem istihbarat açısından önemli bir yere konumlandırmakta, hem de geniş alanların gözetlenmesinde başlangıç maliyeti yüksek olsa da uzun dönemde ekonomik bir çözüm olarak sunmaktadır. Uydu görüntüleri dünya üzerinden birçok devlet tarafından, orman alanlarının değişimi, sulak alanların takibi, tarımsal faaliyetlerin izlenmesi, açık maden sahalarının gözlenmesi gibi birçok alanda aktif olarak kullanılıyor. Yer gözlem uyduları ve hava fotoğrafı elde etme amaçlı uçuş yapan uçaklardan çekilen bu görüntüler sayısal görüntü işleme yöntemleriyle işleniyor ve böylece yeryüzü hakkında farklı analizler üretiliyor.

RASAT uydumuz tarafından
6 Mayıs 2016'da çekilen Antarktika görüntüsü

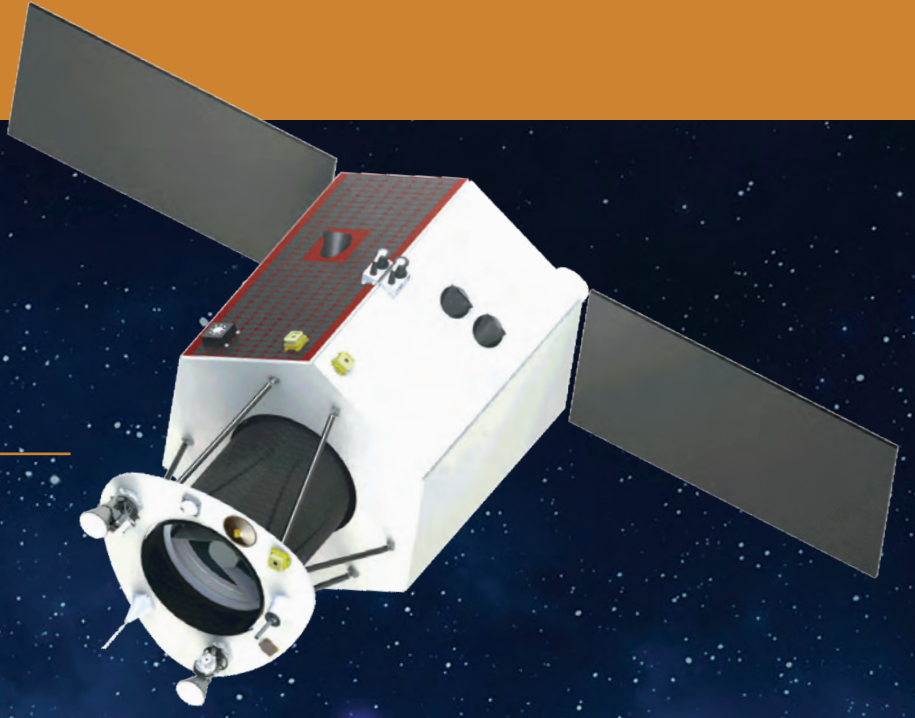




UYDULARIMIZ

İMECE

Yörünge	: 680 km dairesel
Hizmet Ömrü	: 5 yıl
Görüntü Alanı (1 kare)	: 13,9 km x 16,2 km
Ağırlık	: 800 kg
Çözünürlük	: PAN 1 m - RGB*3,5 m
Fırlatma Tarihi	:



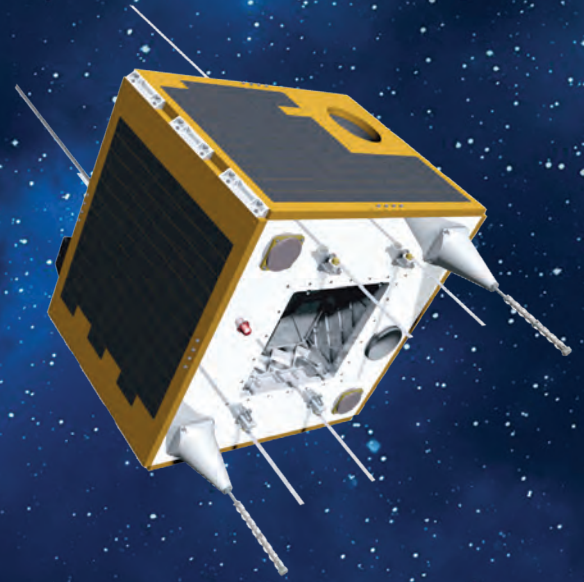
GÖKTÜRK-2

Yörünge	: 686 km dairesel
Hizmet Ömrü	: 5 yıl
Görüntü Alanı (1 kare)	: 20 km x 20 km
Ağırlık	: 409 kg
Çözünürlük	: PAN 2,5 m - MSI 5 m
Fırlatma Tarihi	: 18 Aralık 2012



BİLSAT

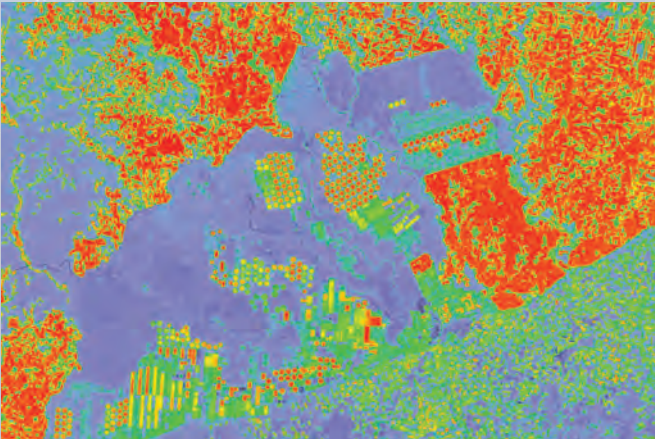
Yörünge	: 686 km dairesel
Hizmet Ömrü	: 3 yıl
Görüntü Alanı (1 kare)	: 55 km x 55 km
Ağırlık	: 129 kg
Çözünürlük	: PAN 12 m - RGB 26,7 m
Fırlatma Tarihi	: 27 Eylül 2003



RASAT

Yörünge	: 689 km dairesel
Hizmet Ömrü	: 3+ yıl
Görüntü Alanı (1 kare)	: 30 km x 30 km
Ağırlık	: 93 kg
Çözünürlük	: PAN 15 m - MSI 7,5 m
Fırlatma Tarihi	: 17 Ağustos 2011

Uzaktan algılama, birçok bilim dalı ve yöntem bilim ile iç içe geçmiş durumda. Örneğin, uzaktan algılama ve yer gözlem teknolojileri ile elde edilen analizler ve görüntüler Coğrafi Bilgi Sistemleri ile analiz edilip görselleştiriliyor. Ayrıca, çekilen görüntü sayısı gün geçtikçe arttığından, büyük veri hesaplama, derin öğrenme gibi yapay zekâ yöntemleriyle bu görüntüler anlamlandırılmaya çalışılıyor.



Landsat 8 Gerçek Renkli Görüntü - Ceylanpınar Tarım Alanları
Çekim Tarihi: 21.08.2018 / Kaynak: USGS

Türkiye'nin bugüne kadar yer gözleme faaliyetlerinde kullandığı kendisine ait uydular vardır. 2003 yılında fırlatılan ve bir teknoloji transferi uydusu olan BİLSAT bu anlamda Türkiye'nin ilk yer gözlem uydusudur. Bu uydudan kazanılan birikim ile TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK-UZAY) tarafından 2011 yılında yapımı tamamlanan ve yörüngeye fırlatılan RASAT uydusu, tasarımı ve üretimi Türkiye'de gerçekleştirilen ilk yer gözlem uydusudur. Aynı birikim TÜBİTAK-UZAY ve TAI işbirliği ile geliştirilen Göktürk-2 uydusuyla devam etmiştir. 2012 yılında fırlatılan ve 2,5 metre uzamsal çözünürlüğe sahip Göktürk-2 uydusu operasyonel olarak görüntü çekmeye devam ediyor.

Türkiye'de yürütülen uzay çalışmaları yolunda, metre altı çözünürlükte yer gözleme kabiliyetine sahip olan Göktürk-1 uydusu yurt dışı alım ile temin edildi ve 0,5 metre çözünürlükte çektiği görüntülerle 2016 yılının Aralık ayından bu yana ülkemize hizmet etmeye devam ediyor. BİLSAT, RASAT ve Göktürk-2 tecrübesiyle metre altı uydularda kullanılacak uydu alt sistemlerinin Türkiye'de geliştirilmesi için gereken altyapının oluşturulması hedefiyle başlatılan İMECE Uydu projesinin TÜBİTAK-UZAY tarafından 2021 yılında tamamlanması hedefleniyor. Proje sonunda üretilen uydu uzaya fırlatılacak. İMECE uydusu sayesinde Türkiye kendi elektro-optik kamerası ile metre altı çözünürlükte görüntüler elde edebilecek. Aynı zamanda, bu proje kapsamında yerli ve milli imkânlarla geliştirilen uydu alt sistemleri gelecekte üretilecek diğer yer gözlem uydularımız için de altyapı oluşturacak. ■

Kaynaklar

- http://www.bbc.co.uk/history/worldwars/wwtwo/aerial_recon_gallery_08.shtml
- <http://blog.gezgin.govtr/?p=1791>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Aerial_reconnaissance_in_World_War_I
- https://en.wikipedia.org/wiki/Pigeon_photography
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- <https://www.nasa.gov/image-feature/apollo-17-blue-marble>
- https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss032e017547.html
- <https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=55878>