

# ENVISAT Uydu Verisi Desteği Kazanmış iki MAM Projesinin Tanıtımı

Erhan Alparslan  
TUBITAK-Marmara Araştırma Merkezi  
Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü  
Hacı Halil Mahallesi, Anibal Caddesi, 41470 Gebze-Kocaeli  
Erhan.Alparslan@posta.mam.gov.tr

**Özet:** Günümüzün en büyük ve en gelişmiş yeryüzü gözlem uydusu olarak Mart 2002'de, ARIANE 5 fırlatıcısı tarafından Fransız Gine'sindeki Avrupa Uzay Limanından fırlatılan ENVISAT uydusu tanıtılmaktadır. Daha sonra, Avrupa Uzay Ajansının, ENVISAT uydusunun ASAR ileri yapay açıklıklı radar (Advanced Synthetic Aperture Radar) ve MERIS orta çözünürlüklü görüntüleme spektrometresi (MEdium Resolution Imaging Spectrometer) verileriyle desteklediği iki farklı konulu MAM projesi tanıtılmaktadır. Bu projeler ismen, Dalaman Havzası Erozyon Haritalama ve Orta Anadolu'da Arkeolojik Yapıların Uydu Teknolojisiyle İzlenmesi projeleridir.

## 1.Giriş

Bu bildiriye önce ENVISAT uydusu [1] hakkında genel bilgi verilmekte, daha sonra bu uydunun ASAR ve MERIS algılayıcıları tanıtılmakta, en son olarak da bu uydu verileriyle desteklenen iki MAM projesi birer birer tanıtılmaktadır.

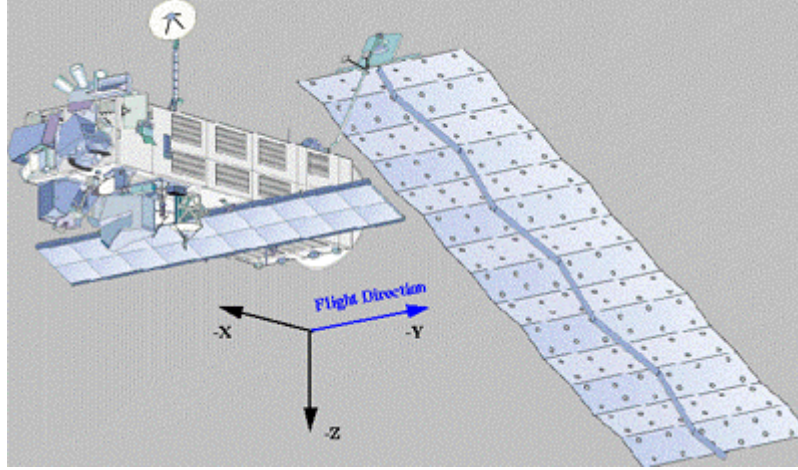
## 2. ENVISAT Uydusu

800 km yüksekliğindeki yeryüzü kutupsal bir yörüngede dönecek olan ENVISAT, Avrupa Uzay Ajansının ERS1 ve 2 uydularının yapmış oldukları gözlemleri sürdüreceğ ve zenginleştirecektir. ERS1 ve 2 uyduları on yılı aşkın bir süredir önemli çevresel bilgilerin sürekli olarak akışını sağlamıştır. İnsan faaliyetlerinin çevreye etkileri, yeni baştan kavranmış ve ozon tabakasının yok olması ve küresel kirlilik gibi konular medyanın gündemine girmiştir. ENVISAT uydusu otomatik uzay gözlem evi şeklinde olup on adet yüksek teknoloji cihazıyla yeryüzünü gözlemektedir. ENVISAT uydusu, karalar, okyanuslar, kıyı bölgeleri ve buzul bölgeleri yanı sıra atmosferin farklı tabakalarını da gözleyerek, yerbilimleri araştırmaları, rehber uygulama projeleri, kamu hizmeti ve ticari amaçlı kullanıcılar için veri ürünleri göndermektedir(Şekil 1). Yörüngesinde 5 yıllık bir işletim süresi amaçlı olarak tasarlanmış olan ENVISAT uydusu, Avrupa'nın başlattığı, Çevre ve Güvenliğin Küresel Gözlenmesi programını destekleyen önde gelen uydudur.



Şekil 1a. ENVISAT uydusu gözlemde Şekil 1b. Uydu fırlatılma öncesi

ENVISAT aynı görüntüleme geometrisi ile herhangi bir bölgeyi 35 günlük tekrar yörüngesi ile görüntüler. Bölgenin bulunduğu yere bağlı olarak gözlem süresi daha sıklaşabilir. Uyduda bulunan MERIS ve ASAR algılayıcıları birbirlerinden bağımsız çalıştıkları için, her iki algılayıcı da aynı anda veri algılayabilir. Şekil 2’de görülen ENVISAT uydusu uçuş esnasında uydunun boylamsal eksenini ( $X_s$  eksenini) yörünge düzlemine dikey,  $Y_s$  eksenini hız vektörüne yakından hizalanmış ve  $Z_s$  eksenini ise Dünya yönündedir. Bu kurulum kavramıyla, uyduda taşınan cihazların kurulduğu geniş modüller yüzeyin dünyayla yüz yüze gelmesi sağlandığı gibi ışımsal soğutucular için de güneş karşıtı bir yüz oluşturulur ve uydu alt sistem cihazlarının algılanan görüntüleri engellememesi sağlanır.



Şekil 2. ENVISAT uydusu uçuş esnasında

### 3. ASAR Algılayıcısı

ASAR, uyumlu aktif fazlı SAR düzeni (dağıtılmış sinyal verici ve alıcı elemanlar) Şekil 2’de görülen uydunun uçuş yönüyle hizalanmış antenin uzun  $y$  eksenine kurulmuştur. İki boyutlu demet biçimiyle SAR anteni, uçuş yolunun sağ tarafındaki bir yer şeridini görüntüleyecek olup hareket (azimut) yönünde potansiyel olarak sınırsız içerik toplanabilecek fakat dikey (erim) yönünde anten yüksekliği demet genişliğiyle sınırlanmıştır.



Şekil 3. ASAR anten yapısının modeli

Şekil 3’te anten yapı modeli görülen SAR sisteminin amacı yeryüzünden yansıyan ışınlarla, yüksek çözünürlükte, erim ve azimut yönlerinde tanımlanan eksenlerdeki iki boyutlu sinyalini, yani görüntüsünü oluşturmaktır. Darbeli radar sisteminin erim çözünürlüğü temel olarak gönderilen sinyalin bant genişliğiyle sınırlıdır. Kısa süreli darbeye geniş bant genişliği elde edilebilir. Ancak, darbe kısıldıkça, gönderilen enerji düşmekte, sinyal gürültü oranı dolayısıyla radyometrik çözünürlük kötüleşmektedir. Radyometrik çözünürlüğü korumak için, ASAR ‘la geliştirilen teknik doğrusal frekans modülasyonlu uzun bir darbe üretmektir. Darbe uzunluğu sinyal gürültü oranı gereksinimiyle kararlı olarak tanımlanmıştır. Bant genişliği erim çözünürlüğü ile tanımlanmıştır. Alınan sinyal sıkıştırıldıktan sonra erim çözünürlüğü radyometrik çözünürlük kaybı olmadan iyileştirilmektedir. Gerçek açıklıklı radar sisteminin azimut çözünürlüğü anten uzunluğunun bir fonksiyonu olup anten büyüdükçe, azimut çözünürlüğü iyileşmektedir. Uzaya konuşlandırılmış gerçek açıklıklı bir radarın dünya yüzeyindeki noktalar için kullanışlı azimut çözünürlüğü verebilmesi için pratik olmayan genişlikte bir antene

gereksinim duyulmaktadır. Açıklık sentezi bu bakımdan azimut çözünürlüğünü büyük ölçüde iyileştiren bir yöntemdir. Bant genişliği C bandında çalışan İleri Yapay Açıklıklı Radardır. Geniş taramada 400 km' ye 150 m ayırım

#### 4. MERIS Algılayıcısı

ENVISAT uydusunun görüntü algılayan cihazlarından birisi olan MERIS (Şekil 4), Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi olup küresel misyonu yeryüzünün açık okyanus ve kıyı bölge sularını, yersel misyonu ise kara yüzeylerini örtmektir. MERIS' in en önemli özelliği spektral bantlarının genişliğinin ve merkezinin programlanabilir olmasıdır. Su rengi gözlemleri ile MERIS' in küresel misyonu, okyanus ve okyanus üretkenliğinin iklim sisteminde aldığı rolü araştıran bilimsel projelere katkıda bulunmak ve modellerle değişiklik tahmini yapma kabiliyetini genişletmektir. MERIS misyonunun diğer amaçları kara yüzeyi parametreleri ve özellikle bitkilenme süreçlerinin araştırılması yanı sıra bulutlar, su buharı ve aerosollerle ilgili atmosferik parametrelerin araştırılmasına yönelmiştir. MERIS algılayıcısı 390-1040 NM eriminde 15 spektral bant tasarlanmış olup, bu bantlar sarı madde ve türev pigmentleri, klorofil emilmesini, klorofil ve diğer pigmentleri, askı tortuları, klorofil ışınmasını, bitki, oksijen emilmesi, su buharına hassastır. İlk Avrupa yapımı cihaz olan MERIS algılayıcısı, 300m çözünürlükle 1150 km' lik bir alanı tarayabilmektedir.



Şekil 4. MERIS algılayıcısı

#### 5. Dalaman Projesi

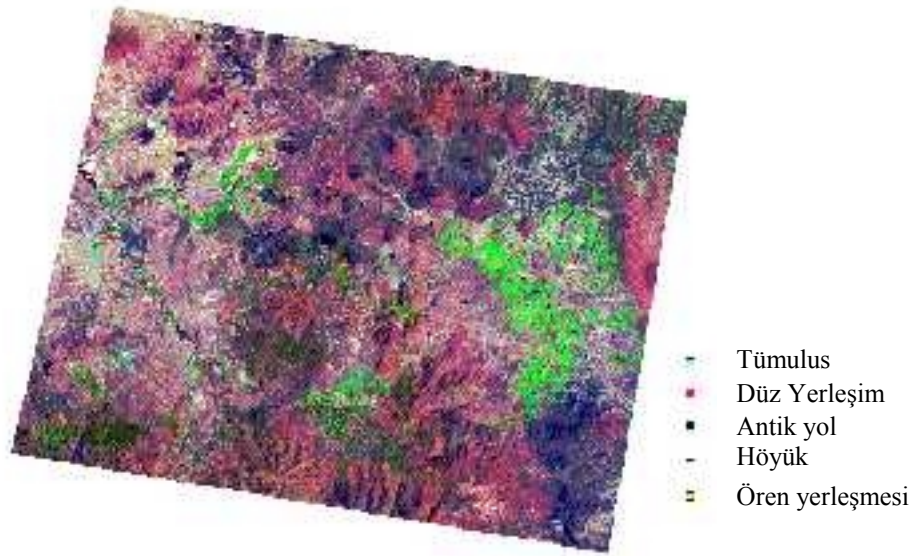
ENVISAT uydu verisi desteği kazanmış projelerden birisi Dalaman Havzasında ASAR ve MERIS verileri kullanarak erozyon durumunun takibini üstlenecektir. Şekil 5'te Landsat TM uydu görüntüsü gözüyle görülen havzada pilot bir çalışma 1994-1996 yıllarında TEMA, Türkiye Erozyonla Mücadele Doğal Kaynakları Koruma ve Ağaçlandırma Vakfının mali desteği ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün Ankara Araştırma Enstitüsünün proje ortağı olarak katkıları ile bir TÜBİTAK-MAM projesi olarak yapılmıştır. Proje esnasında havzanın bir coğrafi bilgi sistemi veri tabanı oluşturularak bu bilgi sisteminde Landsat TM uydu verileri, bu verilerden türetilen arazi kullanım haritaları, sayısal yükseklik verileri, toprak verileri ve meteorolojik veriler yer almıştır[2]. Nispeten güncel bir veri tabanı olan Dalaman Havzası Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılarak güncel ENVISAT verileriyle erozyon durum takibi yapılması hedeflenmektedir.



Şekil 5. Dalaman Havzası Mayıs 1993 Landsat TM Uydu Görüntüsü (Bant 5 4 3)

## 6. Arkeoloji Projesi

ENVISAT uydu verisi desteği kazanmış diğer bir projemiz ise Orta Anadolu'da Arkeolojik Yapıların Uydu Teknolojisiyle İzlenmesidir. Bu konuda, öncü bir çalışma ODTÜ Arkeometri Bölümü ve İstanbul Üniversitesinin girişimiyle, 1995 yılında TUBİTAK-MAM' da başlamış ve bir ODTÜ tez öğrencisinin bu konuda yüksek lisans tezi hazırlaması [3] TUBİTAK yüksek lisans tezi destekleme programıyla desteklenmiştir. Çalışma alanının Şekil 6'da Ağustos 1984'de yöreden çekilmiş ve 5 4 3 bantlarının renk bileşenleri olarak kullanılarak yapay renklendirilmiş görüntüsü verilmektedir. Bu görüntü üzerine, arkeolojik kalıntılardan, tümulus, antik yol, höyük, ören yerleşmesi ve düz yerleşim alanları işaretlenmiş ve arazinin yapısı sayısal görüntü işleme teknikleriyle analiz edilmiştir. Özellikle görüntü zenginleştirme, kenar zenginleştirme, görüntü hatlarının belirginleştirilmesi ve ana bileşenler analizi gibi teknikler kullanılarak, bilinen arkeolojik yapı bulunan yerlerle benzerlik gösteren diğer alanlar belirlenmiştir. Çalışmanın amacı potansiyel kazı alanlarını, uydu teknolojileri kullanarak en aza indirmek ve kazılarda isabet sağlamaktır. Yeni ENVISAT verileriyle bu araştırma konusunun takibi hedeflenmekte, çalışma alanının hem ASAR radar verileriyle toprağın derinliğine bakılması, hem de MERIS verileriyle orta çözünürlüklü görüntü bazında çalışmalar yapılması hedeflenmektedir.



Şekil 6. Arkeolojik çalışmaların yapıldığı Aksaray-Niğde-Nevşehir yöresi

## 7. Sonuçlar

Avrupa Uzay Ajansı ESA' nın ENVISAT uydu verisi desteği sağlamış olduğu Dalaman Havzası Erozyon Haritalama projesi, 1996'da yaratılmış bulunan veri tabanının güncel ENVISAT ASAR ve MERIS verileriyle güncellenmesini sağlayacak, erozyon durumu CORINE metodolojisine göre değerlendirilerek durum araştırması yapılabilecektir. Bir diğer proje olan Orta Anadolu'daki arkeolojik yapıların uzay teknolojileri ile izlenmesi ise 1997 yılında yüksek lisans tezi olarak sunulmuş projeye güncel verilerle canlılık kazandıracak ve bir beş yıllık süre boyunca bu yörelerin çalışılması için uydu verisi girdisi sağlamış olacaktır.

## Kaynaklar

[1] <http://envisat.esa.int/>

[2] Özel M.E. ve arkadaşları, Erosion Mapping of the Dalaman Watershed (Turkey): A Pilot Study for the creation of a nation-wide database on erosion, Second Turkish-German Joint Geodetic Days, Berlin, 1997

[3] Erdoğan N.J., Application of Remote Sensing in Archaeology, Yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Arkeometri Bölümü, Ankara, 1997