

## MTA-JICA (TÜRKİYE-JAPONYA) JEOLJİK UZAKTAN ALGILAMA PROJESİ; PROJEDEKİ GELİŞMELER VE FAALİYETLER

Engin Ö. SÜMER\* ve B. Taner SAN\*

Jeolojik Uzaktan Algılama Projesi, MTA Genel Müdürlüğü ile Japonya Uluslararası İş Birliği Ajansı (JICA) arasında, doğal kaynak araştırmaları yoğunlukta olmak üzere, çevre ve doğal afet konularını da kapsayan ortak bir projedir. 2002 - 2006 yıllarını kapsayan proje 16 Aralık 2002 tarihinde resmi olarak başlamıştır.

Bu proje ile JICA uzun ve kısa süreli Japon uzmanların yanı sıra, MTA Uzaktan Algılama Merkezi'ne çeşitli donanım ve yazılımları kapsayan teknik imkanlar sağlamış ve farklı yöntemlerle yapılan veya yapılmakta olan jeolojik araştırmalar da daha etkili ve verimli sonuçlar alınabilmesine yardımcı olmak amaçlanmıştır.

MTA-JICA Jeolojik Uzaktan Algılama Projesi'nin en önemli amaçlarından birisi de bilgi ve teknoloji transferidir. Bu amaçla Japonya ve Türkiye arasında teknik iş birliği, eğitim, teknolojik destek ve proje uygulamalarına yönelik çalışmalar bu proje kapsamında yapılmıştır. MTA Uzaktan Algılama Merkezi bu iş birliğinden elde etmiş olduğu kazanımları başta MTA projeleri olmak üzere üniversite, kamu kurumları, özel sektör ve Üçüncü Ülke Eğitim Programları ile komşu ülkelerdeki meslektaşlarına aktarmaktadır. Bu bilgi ve tecrübe transferi sayesinde MTA Uzaktan Algılama Merkezi konusunda ileri kapasiteye sahip bir merkez haline gelmiştir.

Projenin bir diğer amacı ise, MTA Uzaktan Algılama Merkezi elemanlarının yurt içi ve yurt dışı eğitim çalışmaları ile bilgi düzeyinin yükseltilmesi, MTA Uzaktan Algılama Merkezi'nin teknolojik olarak geliştirilmesi ve maden aramacılığı, doğal afet ve çevresel etkilerin belirlenmesi ve jeolojik çalışmalara yönelik olarak ileri kapasiteye sahip uydu verilerinin kullanılmasıdır.

2002 yılından bugüne kadar 5 adet uzun dönem Japon uzman idari ve eğitim konularında MTA Uzaktan Algılama personeli ile birlikte çalışmıştır. Bununla birlikte, 4 yıllık dönem içinde 15 kısa dönem Japon uzman toplam 40 hafta değişik konularda eğitim seminerleri vermişlerdir. Bu eğitim seminerleri ASTER uydu verilerinin analiz yöntemleri ve uygulamaları ağırlıkta olmak üzere, hiperspektral analiz yöntemleri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) analiz yöntemleri, radar verilerinin analizi ve uygulama alanları, epitermal maden yatakları, skarn tip maden yatakları hakkında hem teorik hem de arazide uygulamalı eğitimler vermiştir. Bu eğitimlerle birlikte 2004 ve 2005 yıllarında 5 MTA Uzaktan Algılama personeli Japonya'da toplam 21 haftalık eğitim almışlardır. Bu eğitimler ASTER uydu verisi analizleri ile kaya türü ayırtılması, alterasyon minerallerinin haritalanması, uzaktan algılama tekniklerinin doğal afet ve çevre çalışmalarında kullanılması, Hiperspektral uydu verilerinin analizi, termal spektrometre uygulamaları, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM), ileri CBS yöntemleri ile analiz, ASTER verilerinin maden aramacılığında kullanımı gibi konuları kapsamaktadır.

ASTER uydu görüntüleri sadece jeolojik uygulamalara yönelik olmayıp, aynı zamanda çevre ve doğal afet çalışmalarında da önemli veriler sunmaktadır. Jeolojik Uzaktan Algılama Projesi süresince Türkiye'nin maden potansiyeli yüksek olan önemli alanları belirlenmeye çalışılarak pilot sahalarda analizler yapılmıştır.

Proje'nin Doğal Kaynakların Aranması başlıklı alt projesinde üç önemli çalışma alanı seçilmiştir. Bu bölgeler, Batı Anadolu, Orta Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi gibi birbirinden farklı metalojenik ve bitki örtüsüne sahip alanlardır.

Çalışma alanı 1- Türkiye'nin önemli metalojenik kuşaklarından biri olan bölge, başlıca Çanakkale, Balıkesir, Bursa, Kütahya, Manisa, İzmir illerini kapsamaktadır. Bitki örtüsü pasif uzaktan algılama çalışmalarının yapılabilmesi için kısmen elverişlidir. Çalışma Alanı 2: Doğu Karadeniz Böl-

\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

gesi'ni içine almaktadır. Bitki örtüsünün en yoğun gözlemlendiği Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize, Artvin illerini kapsayan alan özellikle Balkanlar'dan başlayarak Himalayalar'a kadar uzanan metalojenik kuşak üzerinde yer almaktadır. Bu alanda Doğu Karadeniz kıyısı boyunca ve Artvin bölgesinde volkanik masif sülfür yatakları bulunmaktadır. Çalışma Alanı 3: Akdeniz Bölgesi'nin kuzeydoğusu yönünde Doğu Anadolu'ya doğru uzanır. Bitki örtüsünün genellikle seyrek olan çalışma alanı, Niğde, Kayseri, Sivas, Malatya illerini kapsamaktadır. Alan özellikle, baz metaller bakımından önemlidir. Özellikle Sivas ve Malatya bölgeleri demir yatakları bakımından zengindir. Çalışma alanı 4: Çevre ve doğal afet çalışmaları için seçilmiş bir bölgedir. Kuzeybatı Anadolu'da İstanbul Çanakkale, Bursa, Düzce, Bolu, Manisa illerini içine almaktadır. Bu alanda su kirliliği, deprem, heyelan, kıyı çizgisi değişimi gibi çevre ve doğal afetler büyük bir potansiyele sahiptir.

Seçilen bu pilot bölgeler dahilinde toplam 90 adet ASTER uydu verisi kullanılmıştır. Yer yüzeyinde 60 x 60 km'lik alan kaplayan her bir ASTER uydu verisine 40'tan fazla farklı analiz tekniği uygulanmıştır. Bu analizler önemli alterasyon minerallerinin ayırtılması, kaya türü farklılıkları tespit edilmesi, stereo görüntüler oluşturma, farklı teknikler uygulanarak yapısal ve morfolojik unsurların tespiti, yüzey sıcaklığının dağılımının çıkarılması gibi jeolojik özelliklerin ayırtılmasına yönelik çalışmalardır. Elde edilen sonuçlar var olan jeoloji haritaları ile karşılaştırılmış ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) analizleri ile bunlar sayısal ortamda analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda çeşitli maden yataklarını temsil eden alterasyon alanları tespit edilmiş ve bu alanlar dahilinde mevcut maden yatakları, jeoloji, yapısal veriler CBS ortamında kontrol edilerek hedef alanlar belirlenmiştir. Bu hedef alanlar dahilinde yapılan çalışmaları desteklemek amacıyla arazi çalışmaları ve analizleri yapılmıştır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda 4 yıllık periyot içinde toplam 48600 km<sup>2</sup> lik alanda arazi doğrulama çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalara paralel olarak özellikle tespit edilmiş alterasyon bölgelerini temsilen 500 adet kayaç numunesi alınmıştır.

ASTER analizleri sonucunda elde edilmiş olan alterasyon alanları başta olmak üzere potansiyel alanlardan kayaç numuneleri alınmıştır. Bu numunelerin MTA Uzaktan Algılama Merkezi Laboratuvarında bulunan arazi spektrometresi ile mineralojik analizleri yapılmış ve mineral bileşimleri tespit edilmiştir. Ayrıca spektrometre sonuçları ASTER analizlerinden elde edilmiş verilerle karşılaştırılarak çalışmanın doğruluğu saptanmıştır. Buna göre bu veriler diğer çalışmalarına altlık oluşturmaktadır. Arazi çalışmaları ile alınan örnekler belirli bir formatta veri tabanına kayıt edilmektedir.

Projenin başlangıcından bugüne kadar yapılmış tüm analiz sonuçları ve yorumları 1:100 000 ölçekli harita bazında basılarak raporlanmış, ana sunucuda ve DVD ortamında yedeklenmiştir. Ayrıca, yine her bir ASTER verisinden elde edilen yapay renk haritaları, yapısal analiz sonuçları, stereoskopik 3 boyutlu görüntüler ile kapsadığı alana ait jeolojik haritalar da 1:100 000 ölçekli olarak basılarak Uzaktan Algılama Merkezi Laboratuvarında arşivlenmiştir. Böylece uzaktan algılama ve CBS analizleri ile elde edilmiş sonuçlar, arazi doğrulama raporları, spektrometre veri bankası ile birlikte zengin bir bilgi merkezi oluşturulmuştur.

Elde edilen yeni jeolojik bilgiler ve geliştirilen yeni yöntemler sonucunda uzaktan algılama çalışmalarına ilgi artmaktadır. Bu bilgiler ve tecrübe ile MTA içi projelere uzaktan algılama desteği verildiği gibi, özel sektör de mineral haritalama, jeotermel alan belirleme analizleri, maden sahalarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar, deniz suyu sıcaklığı ve kirlilik analizleri, çizgisellik ve yapısal analizler, spektrometre ölçüm ve analizleri gibi uzaktan algılama çalışmalarına da destek verilmektedir.

Proje'deki yoğun eğitim ve uygulama programları sonucunda MTA Uzaktan Algılama personelinin gerek bilgi birikimi, gerekse jeolojik uygulamalara yönelik kabiliyeti artmıştır. Buna bağlı olarak Uzaktan Algılama personeli eğitim verebilecek düzeye erişmiş ve bazı eğitim programları organize etmiştir. MTA Uzaktan Algılama per-

sonelinin katkısıyla organize edilen Üçüncü Ülke Eğitim Programı bu çalışmaya bir örnektir. Mayıs aylarında düzenlenen 4'er haftalık eğitim programları ile Türkiye'nin yakın komşuları ve Orta Asya Devletleri'ndeki meslektaşlarına bu bilgiler başarı ile aktarılmıştır.

Üçüncü Ülke Eğitim Programları MTA Genel Müdürlüğü ile JICA arasında yapılan, finansman olarak ortak bir eğitim programıdır. 2004, 2005 ve 2006 yıllarında konusu yer bilimlerinde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri olan eğitim programlarında maden aramacılığı ile Çevre ve Doğal Afet Çalışmaları'nda uzaktan algılama yöntemleri temalı dersler verilmiştir. Bu üç eğitim programı ile 15 farklı ülkeden toplam 70 katılımcıya 4'er haftalık eğitimler verilmiştir. Eğitimler teorik, bilgisayar başında uygulamalar ve bu uygulamalardan elde edilen sonuçların arazide doğrulanması ile yapılan tüm çalışmaların değerlendirilmesi şeklinde yürütülmüştür. Derslerin büyük bir bölümü MTA Uzaktan Algılama personeli tarafından verilmiş olup, her yıl farklı konuları içeren 1000 sayfaya yakın 4 adet kitapçık ve doküman hazırlanarak kursiyerlere dağıtılmıştır.

Uzaktan Algılama Merkezi'nin hazırlamış olduğu eğitim programları bununla sınırlı kalmamış, MTA Meslek İçi Eğitim programları ile uzaktan algılama ve CBS hakkında edinilen en son bilgiler ve gelişmeler teorik ve pratik eğitimlerle MTA çalışanlarına aktarılmıştır. Ayrıca, bilginin paylaştıkça çoğaldığına olan inançla, 2003-2006 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü seminer salonlarında, MTA-JICA Teknik Seminerleri ile proje çerçevesinde çalışılan pilot bölgelerdeki uygulamalar gerek MTA personeline gerekse üniversite, diğer kuruluş ve özel sektörde görev yapan meslektaşlara sunulmuştur.

Projedeki gelişmeleri ve elde edilen bilgi birikimini aktarmak amacıyla üniversite ve özel kuruluşlarda düzenlenen bazı seminerlerde tanıtım konuşmaları ve posterler sunulmuştur. Ayrıca bugüne kadar elde edilen bilimsel sonuçlar da makale ve sempozyumlarla geniş kitlelere ulaşmıştır. Bununla birlikte, projede elde edilen bazı sonuçları gösteren "ASTER Uydu Verisi Uygulamaları;

Türkiye'den Örnekler" başlıklı, tamamı renkli kitapçık uzaktan algılama personeli tarafından hazırlanarak 2006 yılı Nisan ayında satışa sunulmuştur. Büyük ilgi gören bu faaliyetlerle MTA Uzaktan Algılama Merkezi yurt içi ve yurt dışındaki birçok kurum ve kuruluş tarafından tanınır hale getirilmiştir.

Bu proje ile sağlanan gelişmelere ve başarıya paralel olarak Uzaktan Algılama Verilerinin Heyelan Afeti Konusunda Uygulanması (2004-2005, MTA-ERSDAC-Geotechnos (Japonya)), Güneydoğu Marmara Bölgesinin Heyelan Duyarlılığı (2005-2006, MTA-ERSDAC-Geotechnos (Japonya)) ve Denizaşırı Ülkelerde Uydu Görüntüsü Analizleri (Türkiye, İran) (2004, MTA-JOGMEC (Japonya)) konularında uluslararası projeler de yapılmıştır.

MTA-JICA Jeolojik Uzaktan Algılama Projesi kapsamında yalnız ASTER uydu verilerinin analiz ve uygulamalarına yönelik çalışmalar yapılmamış, bununla birlikte radar uydu verilerinin de projede aktif olarak kullanılması için eğitimler alınmıştır. Proje'nin ortalarında Çevre ve Doğal Afet çalışmaları için Japon uydusu olan PALSAR Radar verilerinin de kullanılması planlanmıştır. Ancak ALOS uydusunun teknik arızalar nedeniyle ertelenen fırlatılması Şubat 2006 da gerçekleşmiştir. Bu nedenle projenin bu bölümü 31 Mart 2007 tarihine kadar uzatılmıştır. Bu yeni uydu verisinin analiz tekniklerinin bilgi transferi amacıyla 3 Japon kısa dönem uzmanın MTA Uzaktan Algılama Merkezi'nde toplam 7 haftalık eğitim vermesi karara bağlanmıştır.

Projenin başlangıcından bu güne kadar pilot çalışma alanları kapsamında 90 adet ASTER uydu verisinin analizi ve raporlanması tamamlanmıştır. ASTER verisinin jeolojik amaca hizmet verebilecek kabiliyette olması ve gerekli bilgi birikiminin de kazanılmış olması nedeniyle bu projeye paralel çalışmaların tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde genişletilmesi uygun görülmüştür. Bu amaçla, ilk olarak Türkiye güneyini kapsayan bir alanda (İzmir ile Gaziantep arasında kalan bölge) yaklaşık 90 adet ASTER görüntüsünün aynı çalışma prensibi içinde analiz edilerek çalışılması

için ayrı bir MTA Uzaktan Algılama Projesi oluşturulmuştur. Buna bağlı olarak önümüzdeki yıllarda tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde yeni projelerin üretilmesi planlanmaktadır. Böylece tüm Türkiye'yi içine alan 300'ü aşkın ASTER uydu verisi analiz edilecek ve raporlanarak yer bilimcilerin kullanımına sunulacaktır.

MTA Dr. İsmail Seyhan Uzaktan Algılama Merkezi sürekli gelişen ve hızlı bir şekilde değişen teknolojiyi takibini ve çağa uygun çalışma yöntemlerini sürdürmeye devam edecek niteliktedir.