

TÜRKİYEDE RADYO ASTRONOMİ ÇALIŞMALARININ TARİHÇESİ

Mehmet Emin Özel

ÇOMÜ Fizik Böl ve Astrofizik Araştırma Merkezi, Çanakkale

Özet

Yazıda kısaca, Türkiye'deki radyo astronomi çalışmalarının MAM dönemi çalışmalarına ağırlık veren, kişisel bakış ağırlıklı bir tarihçesi verilecek ve gelecek için öneriler sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: *radyo astronomi, Türkiye'de radyo astronomi çalışmaları, MAM Uzay Teknolojileri Bölümü, UBITEK.*

Abstract

A short and rather personal account of radio astronomical studies in Turkey, with emphasis on the 1990-2001 Marmara Research Center era is given.

Key words: *radio astronomy, radio astronomi studies in Turkey, Marmara Research Center Space Technologies dept., UBITEK.*

1. Giriş

Burada radyo astronominin genel tarihine ve teknik çalışma ilke ve detaylarına girilmeyecektir. İlgilenenler varolan teknik kaynaklara bakabilirler (Rohfls ve Wilson, 1996). Bu konuda yetkin ve kısa bir Türkçe metin, Dr Bülent Uyaniker'in hazırladığı Radyo Astronomi kitapçığı (Uyaniker, 2003) yararlı olabilir. Burada verilecek olan, oldukça kişisel değerlendirmeler de içeren ve yazarın TUBITAK Marmara Araştırma Merkezi'nde görev yaptığı 1991-2001

yılları ve sonrasını kapsayacak, belki de ‘tarafalı’ sayılabilecek bir ‘tarihçe’ taslağı olacaktır. Bazen da sadece ana başlıklar verilecektir.

2. 1990 ve öncesi çalışmalar

Bu dönem çalışmaları için, benim bilebildiğim çalışmalar için ara başlıklar şunlar olabilir:

- Bir TUBITAK projesi olarak alınan 5m’lik plastik (karbon fiber) çanak (1980’ler),
- Kandilli Rasathanesinde bu amaçla yapılan çalışmalar (1980’lerin 2. yarısı)
- Prof. Yavuz Nutku’nun bu teleskopu ayağa kaldırmak için yaptığı ek girişimler (1990 civarı).

Özetle, sistematik bir çalışmanın yapılmadığı ve elde yeterli kayıtların olmadığı etkinlikler sözkonusudur.

3. 1990 -1998 arası UBITEK ve MAM Çalışmaları

Bu dönemin önemli tarihleri arasında şunlar sayılabilir:

(i) UBITEK’in kuruluş hazırlıkları ve kuruluşu (1990)

DPT önerisi ile, TUBITAK Başkanlığı altında Ankara’da çalışacak bir Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Komitesi (UBITEK) kurulmuş ve koordinatörlüğüne Prof Nejat İnce getirilmiştir (1990).

(ii) UBITEK’in MAM’a taşınması (1991)

Prof İnce’nin MAM Başkanlığına atanması nedeniyle, UBITEK birimleri Gebze’deki Marmara Araştırma Merkezine taşınmıştır. UBITEK’in işlevlerini takip ve sekreteryaya görevini üstlenmek üzere bir Uzay Bilimleri Bölümü kurularak Başkanlığına, aynı zamanda UBITEK Sekreteryası görevini yürütmekte olan Prof Dr Mehmet Emin Özel atanmıştır.

(iii) UBITEK’in Çalışma Grupları (1991-1997)

UBITEK Başkanlığına bilimsel ve idari danışmanlık yapmak üzere, şu çalışma gruplarının kurulması kararlaştırılmış ve yanlarında gösterilen öğretim üyeleri Çalışma Grubu liderliklerine atanmışlardır:

(A)Uzay Bilimleri Çalışma Grubu (Prof. Dr. Zeki Aslan)

(B)Uzaktan Algılama Çalışma Grubu (Dr. Hulya Yıldırım)

(C)Uzay Elektronik Çalışma Grubu (Prof Dr Hamit Serbest)

(iv) UBITEK'in Projeleri ve Diğer Çalışmaları:

Çalışma gruplarını etkinliği dışında UBITEK Sekreteryası ve Uzay Bilimleri Böl. Başkanlığınca şu projeler hazırlanmış ve uygulamaya geçirilmiştir:

(a) 'Uzay Bilim ve Teknolojilerinde TUBITAK'a yardım' adlı BM-UNDP/UNIDO projesi; 400K\$)

(b) Türkiye'de Radyo Astronomi Çalışmalarına Destek (Max Planck Society'nin Çukurova Üniversitesi Uzay Bilimleri Araştırma Merkezi için sağladığı olanaklar, MAM Radyo astronomi çalışmaları ile koordinasyon halinde kullanılarak olanakların daha etkin değerlendirmesi düşünülmüştür. Proje tutarı 100K DM)

(c) Türkiye'nin uluslar arası Platformlarda Temsili ve danışmanlık görevleri yapılması

(i) Avrupa Bilim Vakfı Radyo Astronomi Frekansları (CRAF) Komitesi çalışmaları (1994-2001). [CRAF'ın amacı radyo frekans tahsisi ile ilgili teknik konulara çözümler getirmek ve radyo astronomiye tahsis edilen frekansları korumaktır. 2001'den sonra temsilcilik görevi Erciyes Astronomi Böl. Bşk. Dr İ.Küçük'e devredilmiştir.]

(ii) Birleşmiş Milletler Uzayın Barışçı Amaçlarla Kullanılması Komitesi (UN-COPUOS) çalışmalarında Viyana BM Büyükelçiliğimize danışmanlık yapılması ve Dışişleri Bakanlığımız isteğiyle, 1993 BM Uzayın Barışçı Amaçlarla Kullanılması Konferansı UNISPACE-III'de Türkiye'yi temsil çalışmaları,

(iii) 'Batı Avrupa Birliği' adlı Avrupa komisyanunda, Genel Kurmay AR-GE Dairesi ile birlikte projelere ve toplantılara katılarak teknik temsillerin gerçekleştirilmesi.

3.1 UBITEK Çalışma Gruplarınca Yürütülen Etkinlikler

UBITEK Sekreteryasınca hazırlanan projeler dışında, onlara paralel olarak veya koordinasyon halinde, başlangıçta kurulan çalışma

grupları da ayrıca çeşitli çalışmalar yürütmüşlerdir. Bunlara kısaca göz atalım.

3.1.1 Uzay Bilimleri (Radyo Astronomi) Çalışma Grubu

Bu grubun çalışmaları şöyle özetlenebilir:

(1) Optik Teleskop çalışmaları [Bu çalışmalar, ayrı bir TUBITAK projesi olarak ayrıldı ve UBITEK bünyesinden çıktı; bundan sonra Grup liderliği Prof. Dr. Mehmet Emin Özel tarafından üstlenildi (1992) ve çalışmalar bütünüyle radyo astronomiye odaklandı.]

(2) Radyo Teleskop kurulması çalışmaları (rapor hazırlanması, yer seçimi hazırlıkları, alet seçimi çalışmaları - 15m'lik çok amaçlı ve 120 GHz'e kadar duyarlı bir radyo teleskop için ihale hazırlıkları, yer seçimi ve destek projesi hazırlıkları..., yürütüldü (İnce, 1991, Özel 1991)].

(3) Prof N.İnce'nin görevden alınması, Dr. Fuat İnce'nin UBITEK Başkanlığına getirilmesi; 15m'lik çok amaçlı terminal projesinin ve ihalesinin iptali (1993); daha ekonomik ve küçük boy, 2. Radyo Teleskop projesi (2m'lik milimetrik MAM Radyo Teleskopu / MRT-2).

(4)Yer Seçimi çalışması (Natarajan ve Özel, 1994; yoğun lojistik destek gereği nedeni ile Gebze-MAM yer olarak seçilmiştir.)

(5)Uzman değerlendirmesi ve raporu (Dickel,1993); satın alım (Ukrayna Radyo Astronomi Enstitüsü'den 25 000\$'a mm dalga boyları için 'survey' türü çalışmalar yürütme kabiliyetinde bir radyo-teleskopun alımı kararı (eğitim, kalibrasyon ve bakım -1 yıl- dahil)

(6)Kuruluş, Kalibrasyon ve İlk Gözlemler (1995) [MTR-2'nin fiziksel ve radyo-teknik özellikleri Şekil 1'de verilmektedir.] ve ilgili rapor ve yayınlar(Özel ve ark., 1996, 1999a,1999b; Yusifov ve ark., 1997)

(7) Bilimsel Toplantılar; Uluslararası Kongreler

-1.Uluslararası Uzay Bilim ve Teknolojileri Kongresi:(Çoğu Orta Asya Türk cumhuriyetlerinden ve

Rusya'dan geniş bir uluslararası katılımı ile MAM'da gerçekleştirildi ve tüm sunumlar TUBITAK Turkish Journal of Physics'de 8 sayı halinde yayınlandı)

(8) Eğitim çalışmaları, yayınlar ve kurslar

-Uluslararası katılımlı ulusal Radyo Astronomi kursu (Gebze, 1996) düzenlenmesi [ders veren katılımcılar arasında Prof John Dickel (Univ. of Illinois,USA), Prof L.Litvinenko (Ukrayna Astronomi Enst. Direktörü), Prof A.Shulga (Kharkov Üniv., Ukrayna), Dr Jaap Baars (Max Planck Radyo Astronomi Enstitüsü, Almanya sayılabilir.)]

-MAM Yayınları olarak ve bilimsel dergilerde yayınlar ('Referanslar' listesinden kısmen takip edilebilir.)

(9) Öğrenci yetiştirme çalışmaları:

(a) Yurt dışına gönderme (Max Planck Radyo Astronomi Enstitüsüne gönderilen öğrenciler: Bülent Uyaniker (ODTÜ/Çuk.Üniv.) ve Gözde Bayer (Ank.Ü).

(b) TUBITAK Destekli Lisansüstü Tezler

Tülay Adıgüzel, ODTÜ Fizik Böl., (Adıgüzel, 1997); Banu Demirel, Ankara Üniv. Astronomi Böl., (Demirel, 1998);Gözde Bayer, Ankara Üniv. Astronomi Böl.,(Bayer, 1998).

(c)-Max Planck Society ve Alman DFG destekli

Doktora Tezleri:

Bülent Uyaniker Bonn Univ. Physics Dept, (Uyaniker, 1997); Gözde Bayer (Ank Ü'den BSc ve MSc). [Prof. Peter Biermann'la DFG burslusu olarak Bonn Üniv.'de doktora çalışmalarına başlayan G.Bayer, 3 yıllık süresi içinde, astronomi lisans mezunu olduğu için, Bonn Üniv.'den aldığı fizik bölümü fark derslerini ve doktora derslerini tamamlamış, ancak süresinin dolması nedeniyle tez çalışmalarına başlayamadan yurda dönmüştür.]

(10) MRT-2'nin radyo algılayıcısının bozulması ve MAM'daki radyo astronomi çalışmalarının sonu

[MRT-2 radyo alıcısı ve spektrometresinin bozulması ve temel bilimlere MAM'da yer olmaması gerektiğine karar

veren MAM Yönetiminin tamir için gerekli masraftan (yaklaşık 8K\$) kaçınması ve böylece tamir olanağı bulunamaması üzerine, MAM'dak radyo astronomi birikiminin, tümüyle, çalışmalarını radyo astronomiye yoğunlaştıracağını bildiren Erciyer Univ. Astronomi ve Uzay Bil. Böl.'ne devri (Küçük ve ark. 2002) sağlanmıştır.]

3.1.2 Uzaktan Algılama Çalışma Grubu

Bu grubumuzun çalışmaları kısaca şöyle özetlenebilir:

[Radyo astronomi ile ilgisi çok az olduğundan burada sadece çok kısa bir özetle yetinilecektir. Bu grup çalışmalarının çoğunun özetlendiği bir kaynak için, Özel ve Yıldırım, (2003)'e ve bu arada, RAST 2003 ve RAST-2005 konferans tebliğleri kitaplarına bakılabilir.]

- (1) Uzaktan Algılama Laboratuvarının kuruluşu (1991-1993)
- (2) Uzaktan Algılama eğitimleri: kamu kurumlarına verilen eğitim ve uzaktan algılama kursları açılması
- (3) Düşük çözünümlü (1 km) Uydu Yer İstasyonu kurulması çalışmaları (NOAA İstasyonu, 1997)
- (4) Uygulama projeleri planlanması ve gerçekleştirilmesi: Projeler arasında şunlar sayılabilir: (i). Türkiye Buğday Üretim Tahmini (DPT destekli 1991-1993); (ii). Uydularla Erozyon Haritalama (TEMA destekli, 1993-1995); (iii). Yeşilirmak İlleri CBS Altyapısı Çalışmaları (Yeşilirmak İller Birliği, 1995-1997); (iv). Kocaeli ili Uydularla Deprem Hasarı Belirleme (Kocaeli Valiliği, 1999); (v). Kocaelinde Deprem Sonrasında Yerleşime Uygun Alanların Belirlenmesi (Kocaeli Valiliği, 1999); (vi). Bolu İli CBS Altyapısı Projesi (Bolu Valiliği, 2001-2002); (viii). Kocaeli Y. Adasında ve Gebze'de Bitki Örtüsünün uzun zamanlı değişiminin uydularla takibi (1996-1998, Göttingen Üniv./DFG - MAM/TUBITAK destekli ortak proje)

3.1.3 Uzay Elektroniği Çalışma Grubu

Bir yönü ile radyo astronomi çalışmaları ile ilgisi olan bu grubun çalışmaları da çok kısa olarak verilecektir. Çalışma başlıkları arasında şunlar sayılabilir:

- (1) Türkiye Uzay Elektroniği çalışanları envanteri (1996)
- (2) Radyo-fizik ve Anten Laboratuvarı'nın kuruluşu ve elemanları için eğitim olanakları [Alman Uzay Ajansı DFG uzmanı David Hounam'a hazırlatılan uzman raporu (Hounam, 1996)]
- (3) Türk-Ukrayna Ortak Laboratuvarı kurulması projesi (1996)
- (4) Türk-Ukrayna-ABD Uzaktan Algılama (Karadeniz) Uydusu projesi [Algılama sistemlerinin ve eğitim çalışmalarının Utah State Univ. tarafından, bir kısım donanım –yer istasyonu- ve fırlatmanın Ukrayna, bazı donanımın ve uygun koşullarda bir finansmanın Türkiye (MAM) tarafından sağlanacağı bu proje, aynı anda Ankara'da konuşlu TUBITAK-BILTEN'in de benzeri bir uydu projesine girişmesi üzerine doğan 'rekabet', TUBITAK ve MAM başkanlığının MAM projesini tümüyle durdurması ile ilerleyemedi].

3.1.4 MAM Dönemi UTB Çalışmaları: Toplu Değerlendirme

Ankara TUBITAK-BILTEN (Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü) ile olan uydu konusundaki ODTÜ-Gebze rekabeti, uyduyu tümüyle İngiltere'deki Surrey Univ.'ne yaptırma düşüncesindeki BILTEN'in galibiyeti ile sonuçlandı ve Ankara'da UBITEK'in toptan kapatılması kararı verildi. MAM'daki Uzay Teknolojileri Bölümü altındaki birikim dağıtılarak bir bütün olarak çalışmaları durduruldu ve benzeri veya yakın çalışmalar yapan TUBITAK birimlerine aktarılması kararlaştırıldı.

- (1) Bu cümleden olmak üzere, proje deneyimli personeli, iyi donanımlı Uzaktan Algılama laboratuvarı olanakları ve 10 personeli yeni kurulan Yer Bilimleri Enstitüsüne devredildi (2001). Uzaktan algılama amaçlı oldukça pahalı ve iyi öğrenilmiş yazılımların yerinde kullanılması yerine, onları kullanan bilgisayarlara tamah edildi. Aslında

bilgisayarların üzerindeki yazılımlar, donanımlardan çok daha değerli bir birikimdi. Kısa sürede bu birikim ve deneyim (bunu kanıtı olan proje isimleri yukarda verilmektedir) kullanılamaz, işe yaramaz hale geldi.

- (2) Türk Ukrayna Ortak Laboratuvarı ayrı bir birim halinde MAM Başkanlığına bağlandı ve Radyo-fizik ve Anten Laboratuvarı donanım, yazılım, personel ve birikimi bu gruba aktarıldı. Bu grup aslında araştırma ve projeler gerçekleştirme çalışmalarını halen başarı ile sürdürmektedir.
- (3) Radyo astronomi çalışmaları tamamen kapatıldı ve donanım, tümüyle heder olmadan, (benim gayretlerimle) Erciyes Üniv. Astronomi ve Uzay Böl.'ne devredildi.

1991-2001 arasındaki 10 yıllık dönemde MAM Uzay Bilimleri Bölümü ve daha sonra Uzay Teknolojileri Bölümü (UTB) altındaki ulusal ve uluslararası projeler ve uzmanların katkıları ile oluşmuş olan eğitimli personel, yazılım ve donanım birikimi, başka programları olan ve eldeki birikimi değerlendirmeye yeterince önem vermeyen yöneticilerin ve yaratıcı ve tamamlayıcı rekabeti bilmeyen veya kabul etmeyen (bazen da rakibi yok etmeyi başarı sayan) grupların rekabeti altında dağıldı. Bu sonuçta, Uzay Teknolojileri Bölümü (daha sonra Grubu) yöneticilerinin (bu arada benim) de, yürüttükleri projelere fazla gömülüp içe dönük çalışmak ve dışa dönük tanıtım ve mücadeleyi sadece MAM üst yönetimine bırakmak gibi hatalar yapmış olduğunu düşünüyorum. Bu grup dağıtılmamış olsaydı, bugün Türkiye olarak uzay konusunda çok daha iyi bir birikime sahip olacağımız kanısındayım.

4. 1998 sonrası Erciyes Üniv. Çalışmaları

Bu dönemdeki çalışmalar Doç Dr İbrahim Küçük tarafından ayrı bir sunumda anlatılacağı için burada üzerine durulmayacaktır (Küçük ve ark., 2008, bu toplantı tebliğleri). Ayrıca bknz: (Küçük ve ark., 2002). MAM'daki radyo astronomi birikimine, tümüyle kaybedilmeden kısmen de olsa sahip çıkmış ve başka projelerle konuyu geliştirmek için samimi gayretle içinde olan bu bölüm, radyo

astronominin ülkemizde yeşermesi için değerli çalışmalar yürütmektedirler.

5. Dr Bülent Uyaniker'in TUBITAK'ça daveti ve interferometrik sistem önerisi

Anlaşıldığı kadarı ile, 2007 yılı içinde, o zaman Kanada'daki Dominion Radyo Astronomi Gözleminde araştırmacı olarak çalışmaktayken [öğrenci yetiştirme çabalarımızın en olumlu sonucu olarak, Bonn Üniv.'de Max Planck Radyo Astronomi Enstitüsü olanakları ile doktorasını tamamlamış olan ve aynı enstitüde 3 yıl süre ile doktora-sonrası araştırmacı (post-doc) olarak görev yapan] Dr Bülent Uyaniker, TUBITAK Başkan V. Prof Nüket Yetiş tarafından radyo astronomi konusunda TUBITAK'ça yapılabilecek projeler konusunda davet edildi. Bu konuda Dr Uyaniker, önce dar katılımlı (TUBITAK Başk.V. ve yakın danışmanları ile yeniden şekillenerek TUBITAK-Uzay adını alan eski BILTEN'in yeni yönetimine), daha sonra da ODTÜ'deki TUBITAK-Uzay Enstitüsü salonunda, Türk astronomlarına geniş katılımlı 2. bir sunum yaptı.

Takip edebildiğim kadarı ile, Dr Uyaniker, TUBITAK'tan aldığı davetler sırasında, iki farklı radyo teleskop önerisinde bulundu. Bunların ilki, 50m civarında çapa sahip bir **tek çanak** üzerine kurulu, Türkiye'nin Avrupa ulusları-arası Uzun Erimli Girişim Ağı EVN'e katılma potansiyelli bir radyo teleskop önerisi idi. Bu öneri internet üzerinden Türk astronomlarının incelemesine sunuldu. Diğer ise, 2. ve geniş katılımlı sunumunda önerdiği şekli ile, küçük antenler dizgesinden oluşan **girişim temelli bir radyo teleskop** sistemi idi. Bu sistem, halen güney yarıkürede uluslararası bir konsorsiyumca kurulması çalışmaları sürmekte olan ve binlerce 5m'lik çanaktan oluşacak, milyar dolarları aşan maliyetli, Kilometrekarelik Dizge (SquareKilometer Array, SKA) projesinden esinlenmiş, onun minyatür SKA, yani onu minik bir kuzey-yarıküre eşleniği olarak düşünülmüştü. 5m çaplı 20-30 kadar antenden oluşacak bu radyo girişim sisteminin ülkemize bir veya birkaç 10 milyon \$ mertebesinde maliyeti olacağı öngörülmekteydi. Bu sistem, güneydeki dünyanın en gelişkin ve '**radyo astronominin amiral gemisi**' görevi üstlenecek olan uluslararası bir sistemin kuzey yarıküredeki (belki de tek) partneri olabilecek ve böylelikle, geniş bir uluslararası ilgi, katılım ve yardımın odağını oluşturacaktı. Kullanılacak küçük boy çanakların

çok yeni teknolojiler içermemesi ve SKA için yoğun şekilde zaten üretilecek oluşu gibi diğer ek avantajlar da söz konusu idi. Bu yıllar ise, böyle bir girişim için ideal bir dönemdi.

Bu önerini tanıtımını dinledikten sonra, bundan çok etkilendim ve TÜBİTAK Yönetimine, bu projenin desteklenmesinin, Türkiye'yi kısa sürede bu alanda uluslararası oyuncular arasına çıkarabileceğini, Dr Uyaniker'in radyo astronomiye yaptığı önemli katkılar nedeniyle, (Dr. Uyaniker, radyo polarizasyonu bilgisini kullanarak, Samanyolu kollarının derinlemesine haritalanmasını, bir bakıma 'tomografisinin alınmasını' gerçekleştiren bir teknik buluş ve çalışmayı gerçekleştirmiş ve elde ettiği sonuçlarla uluslararası camiadan büyük ilgi görmüş bir astrofizikçimiz konumundadır) radyo astronomi camiasında çok iyi tanındığını yazdım. Buna, düşünülen uluslararası katılım ve desteğin büyük ölçüde gerçekleşeceğine inandığımı, TÜBİTAK-Uzay Enstitüsü'nün anten ve radyo algılayıcı çalışmaları ile programda teknik/idari liderlik ve/veya koordinatörlük görevini üstlenecek birikimde görüldüğünü, Dr Uyaniker'in bu Enstitü'ye eleman veya bu projede danışmanlık yapmak üzere davet edilmesinin yerinde olacağını, var olan TÜBİTAK programları ve Erciyes Üniv. ile yapılacak işbölümü ile, halen var olan eksiklerimizin ve eleman açığımızın kısa sürede giderilmesinin, mümkün olacağını, böyle heyecanlı bir proje sayesinde oluşacak çalışma ve şevk ortamının daha da verimli olacağını, bu nedenlerle mutlaka desteklenmesi gerektiğini ekledim. (Bütün bu öneriler, TÜBİTAK Bşk.'lığına bir elektronik mesaj olarak Dr Uyaniker'in geri dönüşü sonrasında yazılmıştır.)

Ancak, ne yazık ki, ayrıntıları bizlerce bilinmeyen çeşitli nedenlerle projenin TÜBİTAK'ça desteklenmesi kararı çıkmadı. Böylelikle, MAM Uzay Bölümünün alelacele kapatılmasından sonra, uzay çalışmalarında 2. bir 'treni kaçırma' olayı ile karşı karşıya kaldığımız kanısındayım.

6. Gelecek için değerlendirmeler

Çeşitli kurum ve kuruluşlarımızca yapılan çeşitli girişimlere karşın, Türkiye'nin uzay çalışmalarının uygun bir sivil koordinasyon altında toparlanıp harekete geçirilememesinin nedenleri arasında bu türden, var olan birikim ve olanakları kullanamama, bazen da, tahrip edici ve bilinçsiz rekabet ve az da olsa, bilerek ve kıskançlıkla yok etme/ heder etme yatıyor olabilir..

Özel olarak radyo astronomi çalışmalarına dönersek, Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümünün, en önemli ve tek önemli işi olarak radyo astronomi çalışmalarını gören bir bölüm olarak varlığı, yaşadığımız handikapları, bir süre sonra aşacağımız düşüncesinde bizleri birleştirmektedir. Bu konuda çalışan yönetici ve gençlerde gördüğüm heyecan, bu yolda hala umutlu olmamız gerektiğini hatırlatan en önemli etkidir.

Referanslar:

Adıgüzel, T., *'Radio Observations of the Sun with millimetric radio telescope MRT-2'*, Master of Science Thesis, Middle east Technical Univ. Physics Dept., (ix+82 s.), Sept. 1997.

Adıgüzel T., Özel M.E., Yusifov I.M., Demircan O., Bayer G., Demirel B., Kırbıyık H., Summary of Radio Observations by Marmara Radio Telescope MRT-2, XXVI General Assembly URSI, 13-21 August, University of Toronto, Canada, (Poster), 1999.

Bayer, G., *'Observations of Atmospheric Ozone by Millimetric MRT-2'*, Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Yüksek Lisans Tezi,. Fen Bil. Enst., Danışmanlar: O.Demircan, M.E.Özel, İ.Yusifov, (108 s.), 1998.

Demirel, B., 1998, *'Ay ve Gezegenlerden Gözlenen Radyo Işınımı'*, Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Danışmanlar: O.Demircan, M.E.Özel, İ.Yusifov, (ix + 165 s.)

Dickel, J., *'Establishment of a Radio Astronomy Program at TUBITAK's Marmara Research Center, Gebze-Turkey'*, MRC Technical Report MRC/SSD-TR 14, (22 s.), Oct. 1993.

İnce, N., *'Technical Specifications for a Multipurpose Terminal'*, (15m radiotelescope technical specifications document for bidders), Marmara Research Center, July 1991 (56 s.)

Hounam, D., *'Establishment of a Microwave Remote Sensing Program at TUBITAK Marmara Research Center'*, Technical Report 96/10, MRC Space Technologies Dept, Aug 1996.

Küçük, İ., Yusifov, İ., Özel, M.E., Mete, M., *'Erciyes Üniv. ERT-5 Radyo Teleskopu Çalışmaları'*, URSI Türkiye Birinci Ulusal Kongresi, İTÜ, İstanbul, 2002, Kongre Tebliğleri, s. 415 (2002).

MRT-2 Millimetric Radio Telescope: Operating and Maintenance Instructions, Marmara Research Center Space Technologies Dept., January 1995. (ii+60 s.)

Marmara Research Center, Space Technologies Dept, Radophysics and Antenna Lab., A User's Manual, (20 s.), 1996.

Natarajan, K., Özel, M.E., *'Radio Refractivity Fosters Optimum Approach to Radio Telescope Site Evaluation'*, t.Jour. of Physics, 18, 857-862, 1994.

Özel, M.E., *'A 15m Class Radio Telescope for Turkey: Problems and Proespects'*, Technical Report 4, Marmara Research Center, (Dec 1991).

Özel, M.E., *'Forschungkooperation in Europe: TUR 4704: Institute partnership in radio astronomy'*, Alexander v. Humboldt Stiftung Project final report, (67 s.), Dec. 1998.

Özel M.E., Yusifov İ.M., Karelin Y., Demircan O., Gözel İ., Adıgüzel T., Bayer G., ve Demirel B., *'Calibration of 2-m Size Marmara Radio Telescope'*, 1997, X. Ulusal Astronomi Toplantısı, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE, 3-6 Sep. 1996.

Özel M.E., Yusifov İ.M., Verti A.A., Allakverdiev, A.O., Demircan O., Bayer G., Kırbıyık, H., Adıgüzel, T., Calibration of Milimetric Marmara Radio Telescope And Radio Detection of Ozone Line Over Gebze/Kocaeli, Tur.J.Ph., 23, 497-510, 1999a.

Özel, M.E., Yusifov, İ.M., Demircan, O., Kırbıyık, H., Adıgüzel, T., Bayer, G., Demirel, B., 1999, *'Summary of Radio Observations by Marmara Radio Telescope MRT-2'*, Türk Fizik Derneği, 18. Fizik Kongresi, Çukurova Üni. Adana, s5, 25-28 Ekim 1999b.

Özel, M.E., Yıldırım, H., Yusifov, İ.M., Dağcı, M., ve Elitaş, S., *'Radio Interferometry in service of Earth Sciences and Seismology'*, 1998, Symposium on Seismic Safety of Big Cities, İstanbul, 21-25 Sept. 1998.

Özel, M.E., Yıldırım, H., 'Remote Sensing and GIS Programs and Projects at TUBITAK MRC between 1991-2001', Recent Advances in Space Technologies (RAST) 2003, s.5-12.

Rohfls, K., ve Wilson, T.L., Tools of Radio Astronomy, Springer Verlag, 1996.

Uyanıker, B., 'Radyo Astronomi', TUBITAK Bilim Teknik, Haziran 2003 sayısı, 'Yeni Ufuklara' eki, (2003).

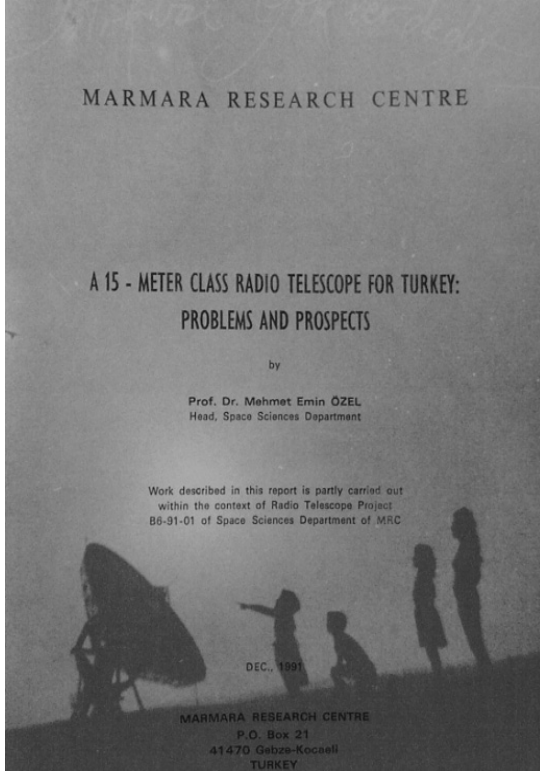
Uyanıker, B., 1997, 'Medium Latitude Survey at 1.4 GHz with the Effelsberg 100m Telescope', PhD Thesis, Bonn Univ., published by Max Planck Ins. für Radioastronomie, xiv + 157 sayfa (Türkçe özetli).

Yusifov, İ.M., Özel, M.E., Karelin, Yu.V., Samedov, S.R., Yegingil, Y., Güzel, I., ve Adıgüzel, T., Marmara Radio Telescope (MRT-2): Installation and Calibration Procedures, 1997, (Technical Report).

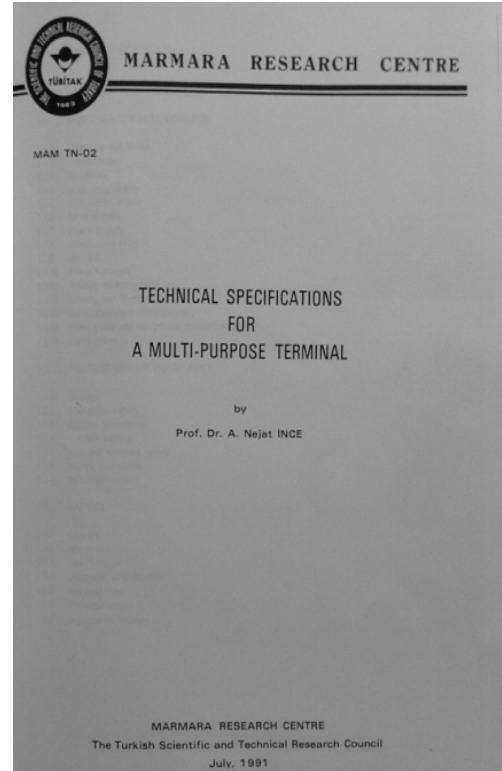
ŞEKİLLER:



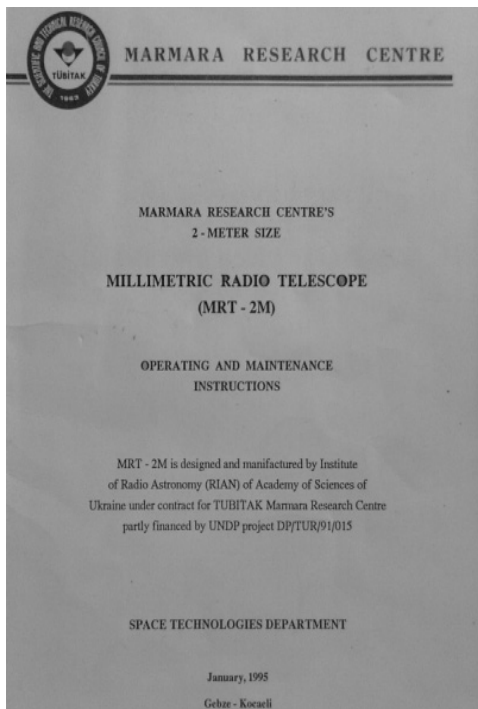
Şekil 1: 2-metrelik MAM-2 milimetrik teleskopunun MAM'daki konumundan fotoğraflar (MRT-2, 85-115 GHz arası frekanslara duyarlıydı ve çözümüme gücü, 5' (5 yay dakikası) civarında idi. Sahip olduğu 2,5-3,5 mm (85-115 GHz) aralığına duyarlı, soğutulmamış ara-karıştırıcı ve ara yükselticili (uncooled mixer and IF amplifier) bir spektrometre ile, bu aralıkta kaydırılabilen her bir 32 MHz band genişliği bölgesinde 125 kHz olarak belirlenmişti. Gürültü sıcaklığı 450 k (DSB) ve arafrekans bant genişliği 400 MHz'di. İkincil reflektör çapı 0,148cm ve $f/D \sim 0,43$ olup ikili-modda konik-boynuzlu besleme (dual mode conical horn feed) sistemine sahipti. İki düzlemde tam dönüş kabiliyetli Cassegrain paraboloid yapısındaki teleskop çanağının yüzey düzgünlüğü rms~80 mikron civarındadır.



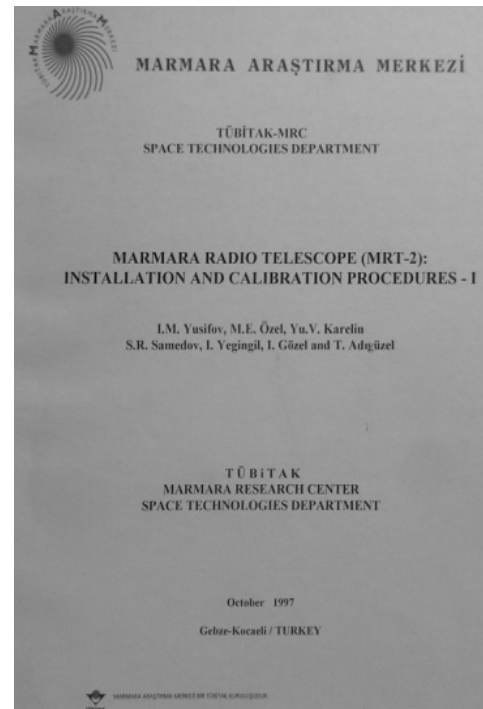
(2A)



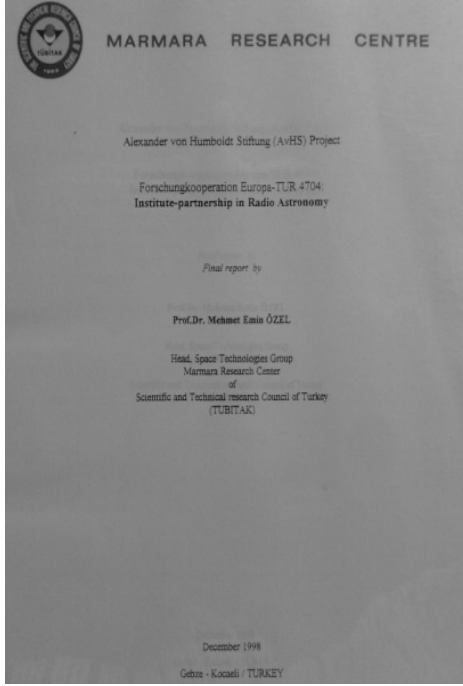
(2B)



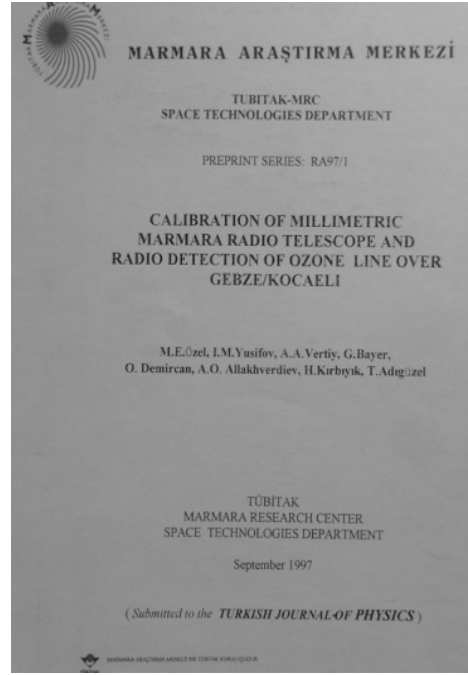
(2C)



(2D)



(2E)



(2F)

Şekil 2: MAM Uzay Bilimleri Bölümünde hazırlanan çeşitli çalışma ve raporlar (kapaklar)

- (A) İptal edilen 15m'lik 'çok-amaçlı terminal' olarak tanımlanan radyo teleskop için fizibilite raporu (1991)
- (B) İptal edilen 15m'lik 'çok amaçlı terminal' için uluslar arası ihale amaçlı hazırlanmış 'Teknik Spesifikasyonlar' dokümanı
- (C) MRT-2 kullanım/işletim kuralları dokümanı
- (D) MRT-2 kurulum ve ayar (inastallasyon ve kalibrasyon) süreçleri dokümanları
- (E) Alexander v.Humboldt Forschungskooperation Projesi sonuç raporu
- (F) MRT-2 kalibrasyonu ve Ozon çizgisi gözlemleri raporu

Radyo Astronomiye Tahsis Edilen Gözlem Frekansları ve Türkiye'deki uygulamaları

Sedat ONAY

*TRT Genel Müdürlüğü Or-An ANKARA tel:0312 4913426, 0312
4904300/4836, sedat.onay@trt.net.tr, sedatonay@gmail.com*

ÖZET

Radyo pencere evreni tanımamızda optik pencere dışında kullanılan, ikinci veri kaynağıdır. Radyo astronominin kullandığı bu pencere tamamen kullanılabilir olsa da bazı frekans aralıkları sadece bu amaçla kullanılabilmek için başka bozucu elektromanyetik kaynaklardan arınmış halde tutulmaktadır. Tüm dünyada yapılan gözlemler için belli kriterler getirilmiş ve yeni emisyon kaynakları oluşturulurken bunlara riayet edilmesi zorunlu tutulmuştur. Radyo frekans düzenlemesi, bilimsel frekans koruma, yasal olarak düzenlenmiş yapılar, radyo astronomi servisi, yer bilimleri servisi ve yardımcı servisler olarak radyo frekans spektrumu düzenlemesi şeklinde yapılmıştır. Radyo astronomi gözlem sınırları teoride çok geniş olmasına rağmen pratikte teknoloji ile sınırlı olup, 0 ile 850 GHz'e kadar gözlemler yapılabilmektedir. Bu yönüyle de radyo astronomi elektronik, elektrik, jeoloji, biyoloji, mekatronik gibi birçok bilim dallarına da öncülük etmektedir.

Türkiye'de ise radyo astronomik çalışmalar ilk defa Ankara üniversitesi astronomi bölümünde 1950'li yıllarda güneş gözlemleri ile başlatılmış fakat bir süre sonra tamamen durmuştur. Daha sonraları birkaç girişim yapılmış olsa da bunlar çok akim kalmıştır. Günümüzde ise yeni bir proje ile Türkiye'de radyo astronomi çalışmalarının kalıcı ve profesyonel bir şekilde başlatılmasına çalışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Radyo astronomi, radyo pencere, radyo teleskop, radyo spektrum, atarca

RADYO ASTRONOMİ GÖZLEMEVİ YER SEÇİMİNDE METEOROLOJİK VE ATMOSFERİK KRİTERLERİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE YERSEL VE ALANSAL DAĞILIMLARININ BELİRLENEREK DEĞERLENDİRİLMELERİ

Şükriye ÖZ¹, İpek ALTAN², Sedat ONAY³, İbrahim KÜÇÜK⁴

¹*Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara, soz@meteor.gov.tr*

²*Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, ipek.altan@gmail.com*

³*TRT Genel Müdürlüğü, Ankara, sedat.onay@trt.net.tr*

⁴*Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, kucuk@erciyes.edu.tr*

Özet

Radyo astronomi gözlemlerinin sürekliliğinin ve kalitesinin sağlanmasında yer seçimi önem arz etmektedir. Bu çalışmada Radyo Astronomi gözlemevi yer seçiminde en önemli etkenler olan meteorolojik, atmosferik ve topografik etkiler incelenmiştir. Gözlemlerdeki frekans aralıklarında, iklim ve iklime bağlı yersel özellikler ile topografik (yükseklik, vb.) parametreler etkili olmaktadır. Bu etkiler aynı zamanda atmosferin çeşitli katmanlarındaki su buharı ve kırılabirliğin yere yakın ve çeşitli yüksekliklerdeki değerlerin değişimine neden olmaktadır. Ayrıca iyonosfer tabakasındaki uzay havası etkileri sebebiyle değişen elektron yoğunluklarına bağlı olarak radyo astronomi gözlemleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne ait veri tabanının yaklaşık 30 yıllık (1976-2006) periyotları dikkate alınarak Türkiye'nin yağış, sıcaklık, bulutluluk,

rüzgar hızı vs. gibi meteorolojik veriler değerlendirilmiştir. Veriler öncelikle kullanılması gereken formatta hazırlanmış ve özgün bir veri tabanı yaklaşık 285 istasyonun 30 yıllık periyodu alınarak oluşturulmuştur. Bu veri tabanı hazırlanırken yurt dışı ve yurt içi kaynaklarda verilen indeks ve kriterler öncelikle araştırılmıştır. Atmosferik su buharı ve kırımın indeksleri ise güncel bağıntı ve yaklaşımlar dikkate alınarak kriterler bir bilgisayar programı geliştirilerek hesaplanmıştır. Hazırlanan veritabanının değerlendirme ve analizleri Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) sağlanmıştır. 1/250000 ölçekli sayısal yükseklik haritası da dikkate alınarak Türkiye şartlarına uygun kriterler öncelikle belirlenerek noktasal değerlerin interpolasyonları yapılmış ve alansal trendleri göz önüne alınmıştır. Analiz ve uygulamalar CBS' te topografik haritalar ile bütünleştirilerek uygun yer seçimi birinci, ikinci ve üçüncü öncelikli bölgeler öncelikle belirlenerek, Karaman ve Aksaray bölgeleri uygun yer olarak seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Radyo Astronomi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Atmosferik ve Meteorolojik Veriler