

## Erciyes Üniversitesi Radyo Teleskopu ERT-5: Radyo Interferometre

İbrahim Küçük<sup>1</sup>, İsmail Yusifov<sup>1</sup>, M.Emin Özel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü,  
38039, Kayseri, Türkiye, [kucuk@erciyes.edu.tr](mailto:kucuk@erciyes.edu.tr), [yusifov@erciyes.edu.tr](mailto:yusifov@erciyes.edu.tr),

<sup>2</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü,  
Bolu, Türkiye, [me\\_ozel@ibu.edu.tr](mailto:me_ozel@ibu.edu.tr)

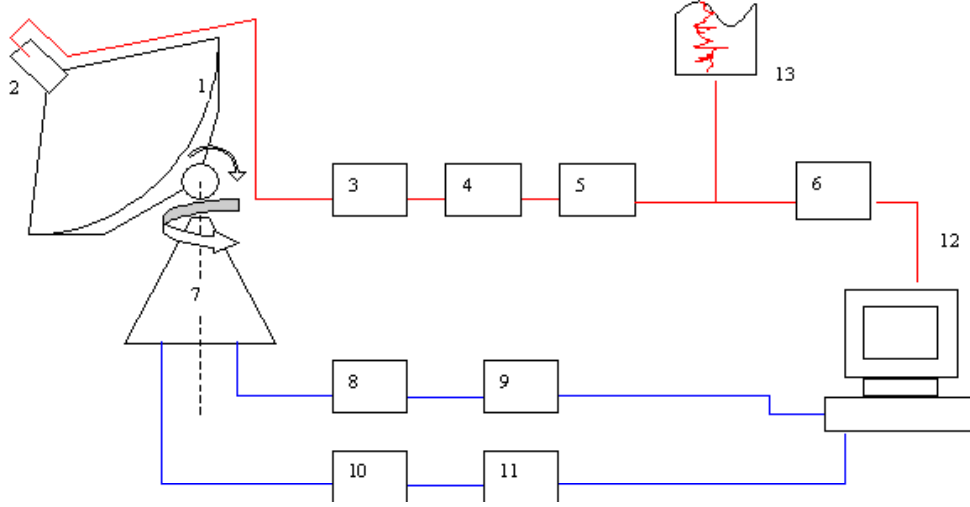
**Özet:** Bu posterde, yerleşim inşasına Erciyes Üniversitesi'nde başlanacak olan radyo teleskopun özellikleri açıklanmaktadır. Radyo teleskop, çapları 2m, 3m, ve iki adet 5m olmak üzere 4 çanakdan oluşmaktadır ve üniversite kampusu içerisinde her kanadının uzunluğu 25m civarında olacak bir "Y" oluşturacak şekilde inşa edilecektir. Teleskopun montaj ve kalibrasyon işlemleri ile hardware-software sistem ayarlarının bitimine kadar antenler bağımsız olarak çalışacaktır. Daha sonra bu sistemin toplam boyu 50m civarında olan bir interferometre olarak çalıştırılması planlanmaktadır. İlk aşamada, 5 metrelik teleskop ile 4 – 12 GHz civarında radyometrik gözlemler, alıcı hazır olduktan sonra ise 21cm dalga boyunda nötral hidrojen gözlemleri yapılacaktır.

### 1. Giriş

Astronomik gözlemlerden elde edilen bilgilerin yardımıyla gök cisimlerin kinematiki ve onların fiziksel-kimyasal özellikleri incelenmektedir. Tek renkli (kırmızı, mavi vs.) filtreyle bakıldığında çevremizi ne kadar basit, sönük (ve hatta bazen yanlış) gördüğümüz gibi, astronomik gözlemleri de sadece optik bantta yapıldığında, gök cisimlerine dair alınan bilgiler de o kadar basit ve yetersiz olacaktır. Geçen yüzyılın başına kadar, astronomik gözlemler, sadece optik bölgede düşünülmekteydi. Ama şimdilerde, uydu gözlemleri de göz önüne alınırsa, astronomik gözlemler elektromanyetik spektrumun her bölgesinde yapılmaktadır. Farklı dalga boylarına uygun olarak da Optik ve Radyo astronomiden, Kızılötesi, Röntgen ve Gama Astronomiden söz edilmektedir.

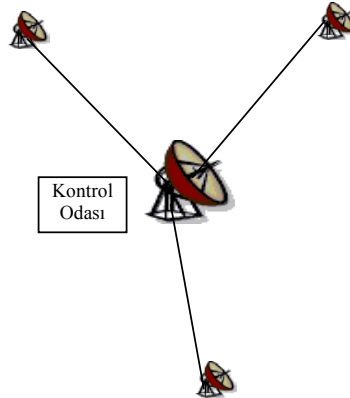
Radyo Astronominin temeli 1930'larda mühendis Karl Jansky tarafından uzaydan gelen radyo sinyallerin kaydedilmesi ile atılmıştır. Halihazırda gök cisimlerin fiziği ve astrofizikinin araştırılmasına yönelik radyo astronomik gözlemler yaklaşık 10MHz ve 10<sup>6</sup> MHz frekanslar arasındaki radyo dalgalarında yapılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde gözlemler için kullanılan radyo teleskopların ölçekleri 0.5m ile 300m arasında değişmektedir. Interferometre gibi çalışan sistemlerde ise farklı teleskoplar arasındaki uzaklık binlerce kilometreyle ölçülmektedir. Hatta son zamanlarda bazı deneyler uzaya gönderilen radyo teleskoplarla yapılmaktadır. Bu ülkelerin çoğu optik teleskopların yanı sıra radyo teleskoplara da sahiptirler. Farklı nedenlerden dolayı, son zamanlara kadar Türkiye'de halen çalışmakta olan bir radyo teleskop bulunmamaktadır.

## 2. Erciyes Üniversitesi Radyo Teleskopu (ERT-5) Projesi



**Şekil 1.** Radyo teleskopun basitleştirilmiş blok şeması. Burada: 1) Çapı 5 metre olan çanak; 2) Yüksek Frekans Güçlendirici, Lokal Osilatör ve Karıştırıcı (Mikser) blok; 3) Ara Frekans güçlendirici; 4) Spektrometre; 5) Detektör ve DC güçlendirici blok; 6) Analog/Dijital çevirici blok; 7) Anten monte sistemi (support system ); 8) Azimut motor sistemi ; 9) Azimut açısı ölçme sistemi ( azimut encoder ); 10) Yükseklik motor sistemi; 11) Yükseklik açısı ölçme sistemi ( elevation encoder ); 12) Kontrol Bilgisayarı ; 13) Görsel kaydedici ( Analog Recorder ).

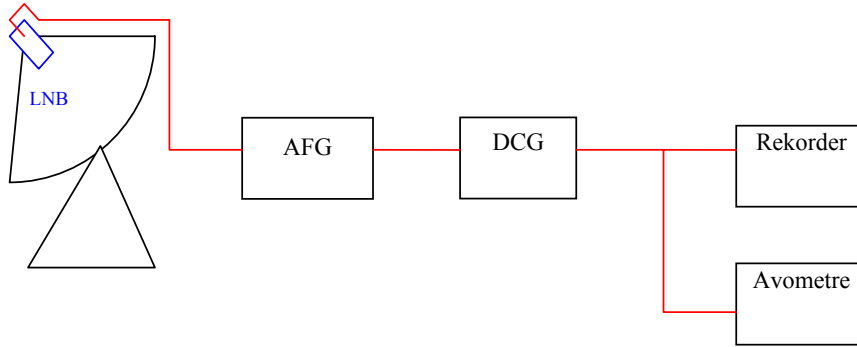
Yapılan araştırmalar, genel olarak üniversite olanaklarını kullanarak çok az masrafla, radyometre gibi çalışan eğitim amaçlı bir radyo teleskopun yapılması imkanının olduğunu gösterdi. 2001 yılı içerisinde "Galaktik Nötrale Hidrojen Gözlemleri İçin 5m Çaplı Erciyes Üniversitesi Radyo Teleskopu" projesi hazırlandı. Projede, teleskop çanağı olarak Türkiye'de de kolay bulunan büyük çaplı uydu anten çanaklarının kullanılması kararlaştırıldı. Bu konuda, EÜ Rektörlüğü tarafından Türk Telekom Kayseri İl Müdürlüğü ile temasa geçildi. Telekom, iki adet 5m çaplı 2 adet çanak antenin üniversitemize verilmesini uygun bulmuştur. Bunlar ve TÜBİTAK'tan hibe olarak alınanlarla birlikte bölümümüzde olan çanak sayısı 2m, 3m ve iki adet 5m olmak üzere toplam 4 adet olmuştur. Bu antenleri kullanarak farklı dalga boylarında radyometre gibi çalışan bir RT'nun yapılması başlıca hedefimizdir. Bilindiği gibi, evrende en yaygın madde (~70%) hidrojen'dir. Samanyolu (SY) genel olarak yıldızlardan ve yıldızlar arası ortamı dolduran gaz ve toz bulutlarından ve bu gazın da büyük bir kısmı atomik hidrojenden (HI) oluşmaktadır. SY'nun dinamiğinin, yıldızların oluşumunun ve evriminin araştırılmasında, HI'nin uzayda dağılımının ve oradaki fiziksel koşulların incelenmesinin çok büyük önemi vardır. Artık yarım yüzyıla yakın zaman içerisinde, dünyanın birçok gözlemevlerinde ve üniversitelerinde SY' da ve diğer Gökadalarda HI'nin ve uzayda mevcut olan OH, CO, SO vs. gibi diğer moleküllerin incelenmesi sürdürülmektedir.



Türk Telekom'dan hibe ile alınan 5 metre çaplı çanaklar için gerekli elektronik devreler Anadolu Elektronik Sanayi Şirketi (AES) ile ortak hazırlanacaktır. Düşük gürültülü güçlendirici ( LNB ), Spektrometre vs. gibi, kendi imkanlarımız ile hazırlanması zor olan elektronik malzemeler ise proje dahilinde yurt dışından sipariş edilecektir. Azimut/Yükseklik dönme dişli mekanizmalarının ise Kayseri'de mevcut ilgili şirketler ve üniversitemiz birimleri ile birlikte hazırlanması planlanmaktadır. Teleskopun hassasiyeti yeterli olduğu taktirde, bu teleskopla sadece Güneş, Ay, SY merkezi gibi güçlü kaynakların yanısıra, Süpernova Kalıntıları, Kozmik Mazerler gibi zayıf kaynaklarla diğer uzak Gökadaların, Kuazarların da gözlenmesi mümkün olacaktır. Bunlardan en yakınlarından biri Andromeda gökadasıdır ve onun çok kolaylıkla görünmesi beklenmektedir. Test ve ayar işlemleri bittikten sonra, öğrenciler (Lisans, Y. Lisans ve Doktora), Güneş, Ay ve SY gözlemleri yaparak radyo astronomik gözlem metotlarını ve HI gözlemleri yaparak ise, spektroskopik gözlemleri ve bu gözlem verilerinin indirgeme yöntemlerini öğrenebileceklerdir. Daha sonra yapılacak olan hassas gözlemler, SY'da yıldızlararası ortamda ve diğer gökadalardaki fiziksel süreçleri incelemeye olanak sağlayacaktır.

### 3. Erciyes Üniversitesi Radyo Astronomik Deneme Gözlemleri

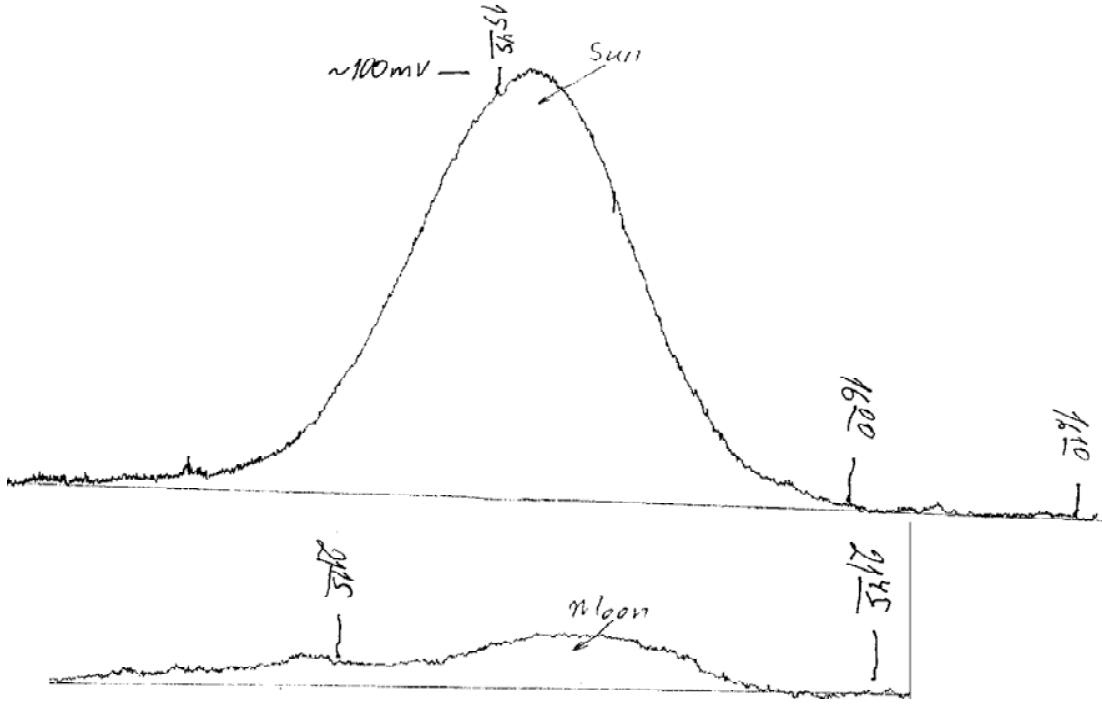
Yukarıda anlatılan şekilde, çalışabilir bir sistemin hazırlanmasının zor olmadığını kanıtlamak için, radyometre gibi çalışan basit bir RT düzeni hazırladık. Uygun sistemin blok şeması Şekil 2'de verilmiştir.



**Şekil 2.** Radyometre gibi çalışan basit bir Radyo Teleskopunun blok şeması.

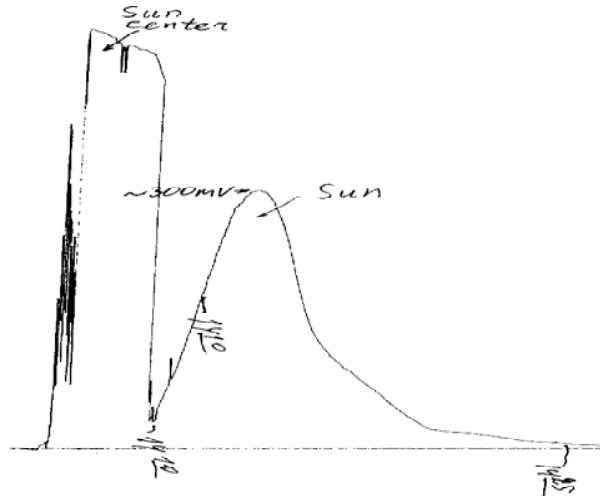
Bu sistem, 11 GHz frekansa, bant genişliği 900MHz olan ve radyometre gibi çalışan basit bir RT'dir. Gök cisimlerinden gelen radyo dalgalar, 5m'lik çanakla toplanarak, LNB ( Low Noise Block )'a aktarılmaktadır. Bu blokların giriş frekansı farklı dalgalara ayarlanmış olup en geniş yayılım alanı da 4 ve 11GHz civarındadır. Bloklar, gelen dalgaları aralık (intermediate) frekansa çevirirler. Aralık frekans 1.5GHz civarındadır ve bant genişliği 900MHz ile 1800MHz arasındadır. Bu sinyaller, kablo yardımıyla Aralık Frekans güçlendiricisine ( AFG ) aktarılır ve burada çok büyük oranda güçlenmeye uğrarlar. Güçlenen sinyal, detektörün yardımıyla doğru akım (DC)'ye çevrilir ve sonra da kaydedici cihazlara aktarılarak, dijital veya analog olarak kaydedilir. Daha zayıf sinyalleri yakalamak gerektiğinde, DC sinyal da DC güçlendiricilerin (DCG) yardımıyla kuvvetlendirilebilir.

Bu deneyde, LNB, AFG ve DCG olarak, AES şirketi tarafından hazırlanan bloklar kullanılmıştır. İlk deneyler 26 Eylül 2001 tarihinde Güneş ve Ay gözlemleri için yapılmış ve sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir. Gözlemler, 90cm çapındaki bir uydu antenin ile yapılmış olup kaynaklar net olarak gözükmemektedirler. Henüz yönlendirme sistemi çalışmadığı için antenler kaynağa manuel olarak ile yönlendirilmiş ve kaynaklar da tam olarak teleskopun yön diyagramının merkezinden geçmemişlerdir.



Şekil 3. Çapı 90cm olan çanakla Güneş ve Ay deneme gözlemleri

İkinci deney ise Türk Telekom Kayseri İl Müdürlüğü Şeker İstasyonunda 5m çapındaki uydu anteni ile sadece güneş gözlemi için yapıldı. Sonuçlar Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 3 ve Şekil 4'ü karşılaştırdığımızda, antenin çapının artması ile alıcının çıkışındaki sinyal seviyesinin yükselmesi net olarak görülmektedir. Yani, daha büyük çaplı antenler ile çok daha zayıf kaynakların incelenmesi, bilimsel araştırmaların yapılması mümkün olmaktadır.



Şekil 4. Çapı 5m olan çanakla Güneş deneme gözlemi

**Teşekkür:**

**Radio Teleskop Projemizde sağladıkları katkılar için Türk Telekom Kayseri İl Müdürlüğüne teşekkür ederiz.**

**Kaynaklar:**

- [1] 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.
- [2] Kraus, J.D., *Radio Astronomy*, Cygnus-Quasar Books, 1986.
- [3] 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.
- [4] Özel, M.E., Yusifov, İ.M., Verti, A.A., Allakhverdiev, A.O., Demircan, O., Bayer, G., Kırbıyık, H., Adıgüzel, T., *Calibration Of Millimetric Marmara Radio Telescope And Radio Detection Of Ozone Line Over Gebze/Kocaeli*, Tur. J. Ph., **23**, 497-510, 1999.
- [5] 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 Üniversitesi, Adana, sayfa 5, 25-28 Ekim 1999.
- [6] 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 September 1998.
- [7] Rohfs, K. ve Wilson, T.L., *Tools of Radio Astronomy*, Springer Verlag, 1996.
- [8] Yusifov, I.M., Özel, M.E., Karelin, Yu.V., Samedov, S.R., Yegingil, Y., Gözel İ. ve Adıgüzel, T., *MARMARA RADIO TELESCOPE (MRT-2): INSTALLATION AND CALIBRATION PROCEDURES*, 1997, (Technical Report).