

TÜRKİYE ULUSAL RADYO ASTRONOMİ GÖZLEMEVİ YER SEÇİMİ ÇALIŞMALARI VE ERCIYES ÜNİVERSİTESİ'NDE RADYO ASTRONOMİ ÇALIŞMALARI

**İbrahim KÜÇÜK¹, Şükriye ÖZ², İpek ALTAN³, Sedat ONAY⁴,
Ferhat F. ÖZEREN⁵, İnci AKKAYA⁶, Erbil CİVELEK⁷, Mehmet
GÜLŞEN⁸, Ali Rıza ÖZDEMİR⁸, Sadullah ÖZCAN⁸, Ö. Galip
SARAÇOĞLU⁹, İbrahim DEVELİ¹⁰**

Özet

Türkiye de kurulması planlanan “Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi (TURAG)” yer seçimi çalışmaları Mayıs 2007’de başladı. Bu çalışmaları başlatabilmek için değişik disiplinler ve kuruluşlar ile detaylı çalışmalar ve işbirliği yapılmıştır. Radyo Astronomi Gözlemevi Yer Seçiminde önemli etkenler olan meteorolojik ve atmosferik etkiler araştırılmış; Radyo Frekans (RF) ölçümleri yapılmış ve sürdürülmektedir. 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 parametreleri değerlendirilmiş, Telekomünikasyon Kurumu ile ortak proje dahilinde yapılan çalışmalar ile elde edilen Türkiye’nin Elektromagnetik Haritası dikkate alınarak bazı hedef bölgelerde RF ölçümleri yapılmıştır. Konu ile ilgili olarak yurt dışındaki gözlemevlerinin yaptığı yer seçim teknikleri ve verileri incelenmiş ve baz alınmıştır. Meteorolojik, atmosferik, elektromagnetik anlamda radyo sakin bölgelerin etkilerinin radyo gözlemlerine nasıl yansıtacağı ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : *Radyo Astronomi, Radyo Dizge, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Atmosferik ve Meteorolojik Ölçümler, Radyo Sakin Bölgeler*

Abstract

Site selection studies for “National Radio Astronomy Observatory (TNRAO)” which is planned to establish in Turkey, started in May 2007. To start these works collaborations and detail analysis have been done with different disciplines and foundations. Meteorological and atmospheric

effects which are important factor in site selection for Radio Astronomy Observatory are examined; Radio Frequency (RF) measurements has been done and still are being continued. Data base of State Meteorology Affairs (DMİGM) are being used for approximately period of 30 years (1976-2006) and meteorological parameters such as rainfall, temperature, cloud, wind velocity etc. are interpreted. In a common project with Telecommunication Association (TK) taking into account the electromagnetic map of Turkey RF measurements have been done in some aimed regions. Related to this techniques and datae which had been done by observatories in abroad have been analyzed and taken into account for site selection.

Anahtar Kelimeler : *Radyo Astronomy, Radio Interferometer, Geographic Information Systems, Atmospheric and Meteorological Measurements, Radio Quite Zones*

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, kucuk@erciyes.edu.tr

²Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara, soz@meteor.gov.tr

³Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, ipek.altan@gmail.com

⁴TRT Genel Müdürlüğü, Ankara, sedat.onay@trt.net.tr

⁵Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, ozeren@erciyes.edu.tr

⁶Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, iakkaya@erciyes.edu.tr

⁷Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Beşevler, Ankara erbilcivelek@gmail.com

⁸Telekomünikasyon Kurumu, Ankara, sedat.onay@trt.net.tr

⁹Erciyes Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, saracog@erciyes.edu.tr

¹⁰Erciyes Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri develi@erciyes.edu.tr

1. Neden Radyo Astronomi

Radyo teknolojisini geliştiren ülkeler bu teknolojiyi aynı zamanda insanların refah düzeyini yükseltmek amaçlarıyla da kullanmasını bilmişlerdir. Uygulamalar tarımdan tıbbı kadar değişik alanlara yayılmış, kullanılan görüntü işleme yöntemleri uzay çalışmaları sayesinde geliştirilmiş, tomografi ise analizler yapıldıktan sonra ortaya çıkmıştır. Bugün çok yaygın kullanım bulan cep telefonları, uydu haberleşme sistemleri gibi bir çok alanda radyo teknolojisi kullanılmaktadır. Örnekler çoğaltılabilir. Bugünkü evren hakkındaki bilgilerimizin %65'i sadece radyo astronomi çalışarak öğrenilebilir. Kuasarların, atarcaların, kara deliklerin, 3K ardalan ışımasının ve biyokimyasal hidrojen/karbon moleküllerinin keşiflerinin nedeni profesyonel radyo astronomi çalışmalarıdır. Türkiye'de Radyo Astronomi alanında bir kaç girişimin dışında bir gelişme olmamıştır. Ancak spektrumun bu bölgesinde yapılan ve yapılacak çalışmalar Türkiye'yi bu alanda birden ön sıralara çıkaracaktır.

2. Mevcut Durum

Radyo Astronomi ülkemizde 1990-1997 yılları arasında deneysel olarak TÜBİTAK MAM'da yürütülmüştür. Ukrayna'dan alınan 2m çaplı küçük bir radyo teleskop ile yürütülen bazı çalışmalar, yaptırılan yüksek lisans tezleri olmasına karşın, teleskopun teknolojisi eski olduğu için çalışmaya devam edememiştir [6]. Şu anda Erciyes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü (AUBB)'nde 2 adet 5m çanaktan oluşan biri dizge sistemi ve binası kurulmuş ve faaliyete başlamıştır. Buna ek olarak, altyapıyı güçlendirmek amaçlı bir Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Projesi (Erciyes Üniversitesi Radyo Astronomi Gözlemevi Projesi - ERAG) yürütülmektedir. Bu proje kapsamında 12 metre çaplı radomlu bir parabolik anten radyo Teleskop'a dönüştürülecektir. ERAG'nin 2010 yılında faaliyete geçmesi planlanmaktadır.

3. Türkiye Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi (TURAG) Yer Seçimi çalışmaları

3.1. Radyo Gözlemevi İçin Yer Tespit Kriterleri

Araştırma başlıkları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- a. Radyo Gözlemevi için koşullar
- b. Alan seçimi için gerekli parametreler
- c. Diğer gereksinimler

a. Radyo Gözlemevi İçin Değerlendirilmesi Gerekli Koşullar

Frekans etkileri, Gürültü bozulması (noise impairment),
İyonosferik ve troposferik etkiler
Topoloji, Radyo girişimi (EMI), Girişim gereksinimleri, İklim,
Sismik ve tektonik aktiviteler, Altyapı ve lojistik ihtiyaçlar

b. Alan Seçimi İçin Gerekli Parametreler

Su buharı (IPWV – integrated precipitable water vapor), Radyo kırılma miktarı (N units – radio refractivity), Yükseklik, Yağış miktarı (yağmur & kar), Sıcaklık, Basınç, Rüzgar hızı, Bulutluluk ve sis, Oksijen, Atmosferik özellikler (kırılma, geçirgenlik) [1], Uçuş hatları, Elektromanyetik etkinlik, Güvenlik

c. Diğer Gereksinimler

İklim ile ilgili parametrelerin Türkiye çapında her il için belirlenmesi, (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM)’nden elde edildi), Su buharı, basınç, sıcaklık, yağışlılık, bulutluluk, rüzgar hızı, Her il için radyo girişiminin tespit edilmesi - EMI

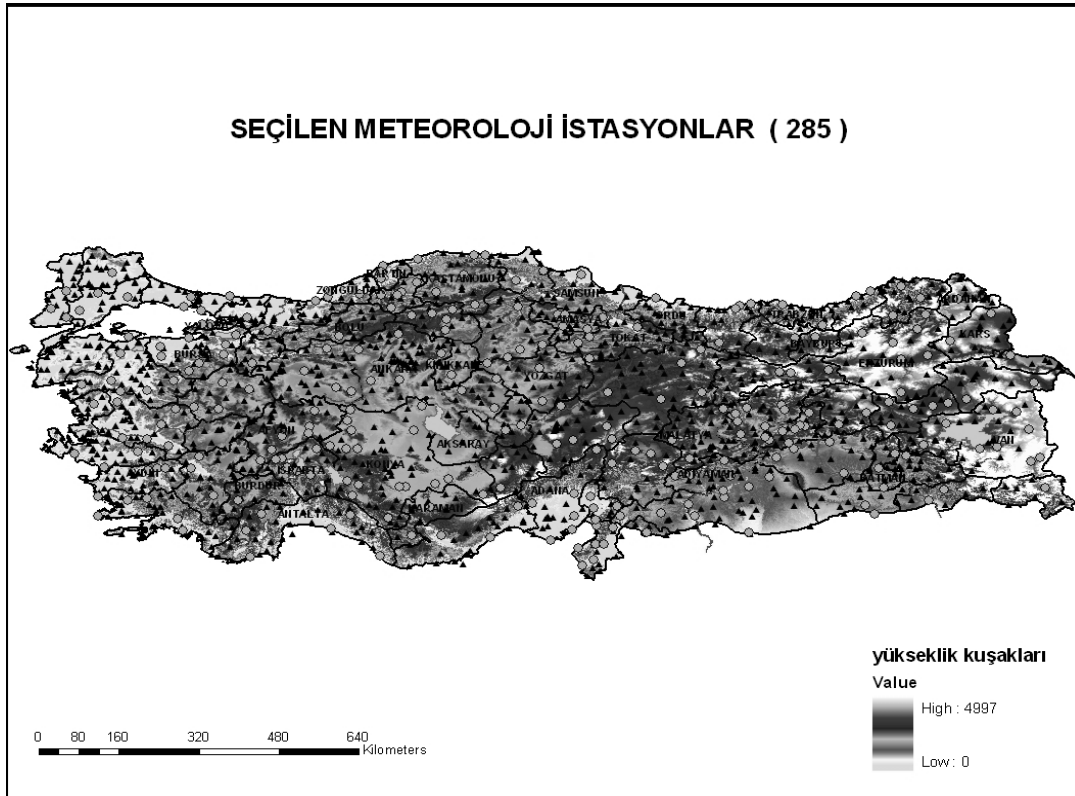
(Telekomünikasyon Kurumu işbirliği ile), Baz istasyonları, GPS ağları, Uydu ve Diğer Telekomünikasyon araçlarının Türkiye çapında konumlarının tespit edilmesi

(Telekomünikasyon Kurumu işbirliği ile), Türkiye’nin elektromanyetik, sismik ve tektonik aktivite haritaları, (Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü işbirliği ile)

İllere göre iyonosferik ve troposferik etkilerin tespit edilmesi, (MTA-DMİGM işbirliği ile), Uçuş hatları, (Ulaştırma Bakanlığı ve Devlet Hava Meydanları İşletmeleri (DHMI) işbirliği ile)

3.2. Meteorolojik ve Atmosferik Değerlendirmeler

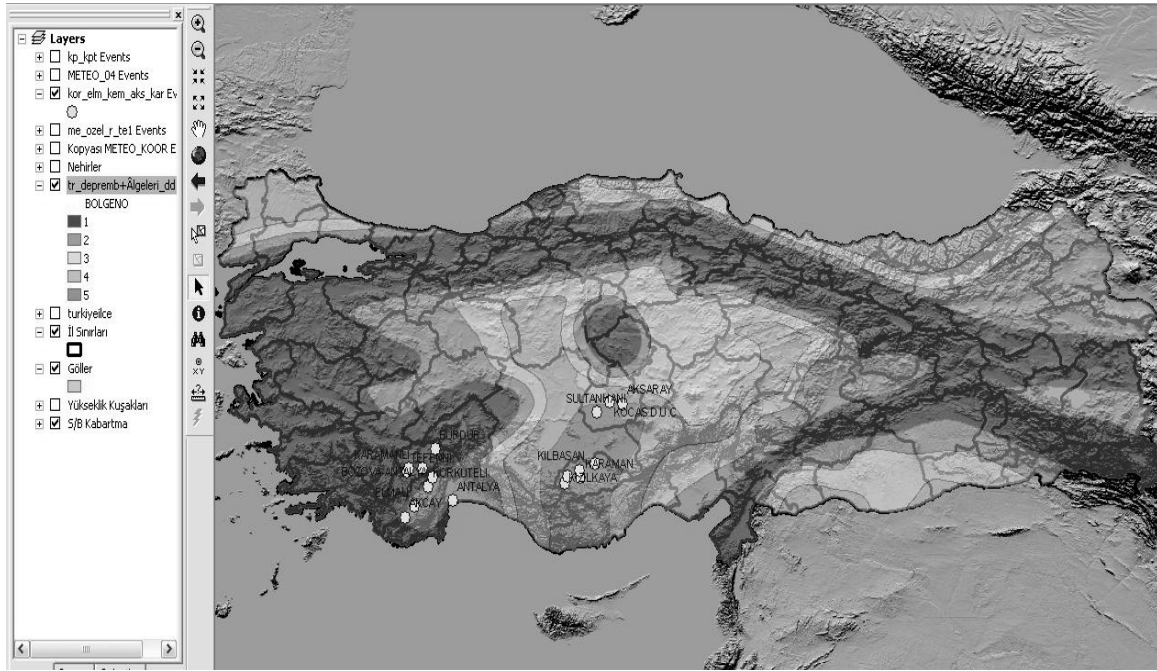
Yer Seçim çalışmalarının bu kısmında meteorolojik ve atmosferik parametrelerin analiz edilmesi ve bu veriler ışığında TURAG için yapılacak olan frekans ölçümleri için yer önerilerinde bulunulması amaçlanmıştır. DMİGM’nden [1] alınan ortalama 30 yıllık veriler üzerinden Türkiye’nin ayrıntılı bir meteorolojik atlası çıkartılmış ve TURAG yer seçim kriterleri üzerinden seçim yapmaya uygun hale getirilmiştir. 1536 adet meteoroloji istasyonunun içinden 285 tanesi (Şekil-2) yapılacak çalışma için gerekli verileri eksiksiz içerdiği için seçilmiştir. Belirlenen istasyonların bölge, yükseklik, enlem ve boylam bilgileri Tablo-1’de verilmektedir. Bu seçim yapılırken meteoroloji istasyonlarının dağılımının homojen olmasına ve verilerin bulunduğu bölgeyi iyi temsil edebilecek nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Her meteorolojik parametre için kullanılan istasyon sayısı yakın olmakla beraber değişiklik göstermektedir (yağış, bulutluluk, sıcaklık vs). Bunun yanı sıra mevcut meteorolojik parametrelerden yararlanarak atmosfer parametreleri, DMİGM’ne ait uzun yıllar veri tabanı ve güncel ampirik formüller kullanılarak Fortran Programı yardımıyla hesaplanmıştır. Bu program projede daha sonra kullanılmak üzere kaynak program olarak hazırlanmakta ve geliştirilmektedir. Bu sayede atmosferik parametrelerinin güncel olarak da hesaplanabilmeleri amaçlanmıştır. Analizlerde Coğrafi Bilgi Sistemleri’nden yararlanılmıştır ve bu çerçevede ArcGIS programı kullanılmıştır. Yapılan literatür taramalarında da görülmüştür ki CBS günümüzde, radyo ve optik gözlemevi yer seçim çalışmalarında meteorolojik ve topografik analizlerinde kullanılmaktadır, örneğin ALMA, SKA, GSMT, LSA [2], [3], [7]. Bu çalışmada tercih edilen sınıflandırma ve kriterler, literatür taramasında Dünya’daki çeşitli Radyo Gözlemevlerinin yer seçim çalışmaları incelendikten sonra Türkiye şartlarına göre belirlenmiştir. Mevcut radyo gözlemevleri çok farklı iklim ve coğrafyalarda olduğu için belirli bir standart tespit edilememiştir. Bu nedenle Türkiye’de kurulacak olan bir radyo gözlemevi için mevcut iklim ve topografya şartları altında değerlendirme yapmanın daha uygun olacağına karar verilmiştir.



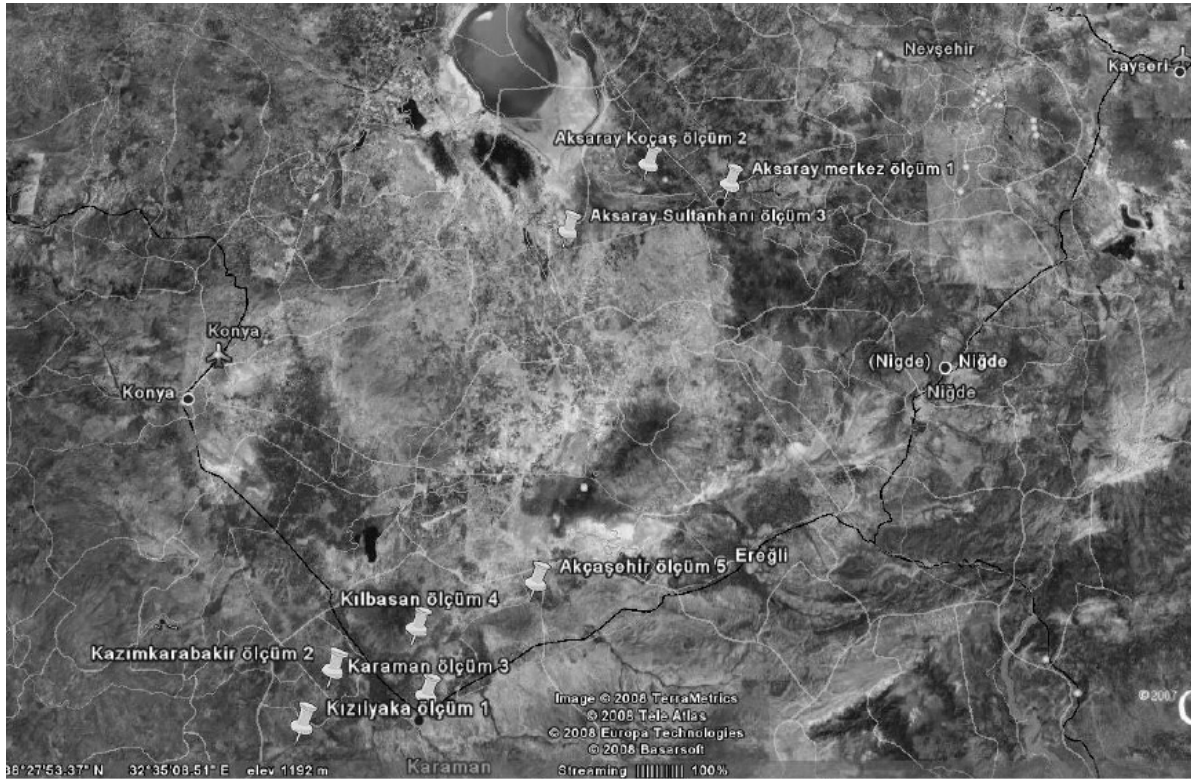
Şekil 2: Seçilen Meteoroloji İstasyonları (toplam 1536 istasyondan seçilen 285 tane)

3.3. Radyo Frekans (RF) Ölçümleri ve Değerlendirmeleri

Yukarıda bahsedilen Meteorolojik ve Atmosferik parametrelerin değerlendirilmeleri sonucunda belirlenen bölgelerin öncelikle haritalardan pafta numaraları belirlendi. Bu paftalar içerisinde yine ArcGis Programı yardımı ile hedef yerler belirlendi. Yine yapılan değerlendirmeler ışığında Türkiye'nin Deprem Haritası üzerinde ArcMap Programı yardımıyla deprem riski en az bölgeler belirlendi (Şekil-3).



Şekil 3: Türkiye'nin deprem haritası ve ArcMap Programı ile belirlenen ölçüm noktaları (küçük daireler)

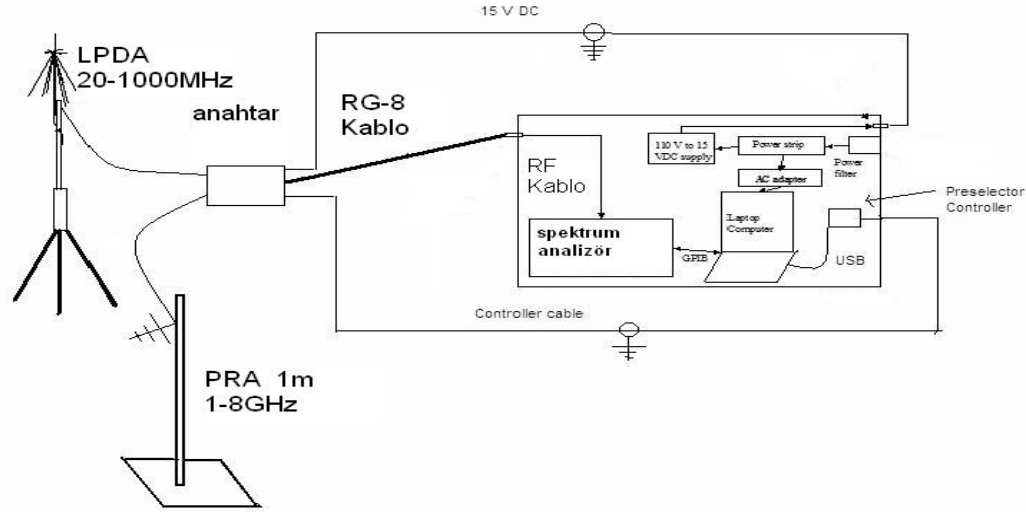


Şekil 4: Ölçüm yerleri

3.4 Ölçüm Aletleri

3.4.1 Deneme ölçümleri ve düzenekler

Hedeflenen bölgelere gidilmeden önce TK’nda mevcut antenler, alıcılar ve spektrum analizörü ile test ölçümleri yapıldı. Yapılan bir dizi test ölçümü [5] ile ortaya çıkan sorunlar giderilerek Şekil-6’de görülen düzeneğin hedef bölgelerdeki ölçümlerde kullanılması kararlaştırılmıştır.



Şekil 6: Spektrum ölçüm düzeneği

3.4.2 Ölçüm Aletleri Ayarları

Tablo 3: Karaman İli (Merkez) Radyo Frekans Ölçümleri (1GHz adımlar ile)

Başlangıç Frekansı (GHz)	Bitiş Frekansı (GHz)	Anten tipi	Anten konumu (azi-alt)	RBW (kHz)	VBW (kHz)	Atten. (dB)	Ref Level (dBm)	Spectrum Analyzer
0,8	26	HL50	0-45; 0-90; 90-90; 90-0; 90-45; 180-0; 180-45; 270-0; 270-45;	3000	1000 0	10	-20	9kHz-40GHz
26	40	Omni	0-90; 0-0;	3000	1000 0	10	-20	

Tablo 4: Karaman İli (Yazılı 5.km) Radyo Frekans Ölçümleri (1GHz adımlar ile)

Başlangıç Frekansı (GHz)	Bitiş Frekansı (GHz)	Anten tipi	Anten konumu (azi-alt)	RBW (kHz)	VBW (kHz)	Atten. (dB)	Ref Level (dBm)	Spectrum Analyzer
0,8	26	HL50	0-0; 0-45; 0-90; 90-90; 90-0; 90-45; 180-0; 180-45; 270-0; 270-45;	100	100	10	-20	9kHz-40GHz
26	40	Omni	0-90; 0-0; 90-0;	100	1000	10	-20	9kHz-40GHz

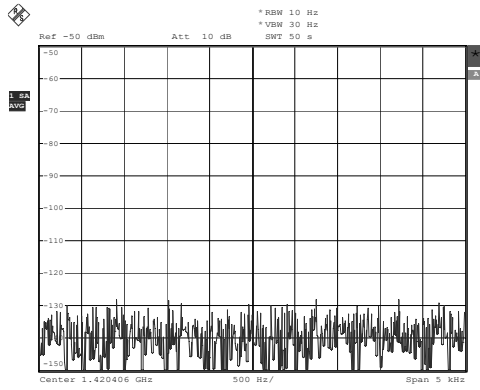
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tablo 5: Karaman İli (Pelitli Yaylası) Radyo Frekans Ölçümleri (1GHz adımlar ile)

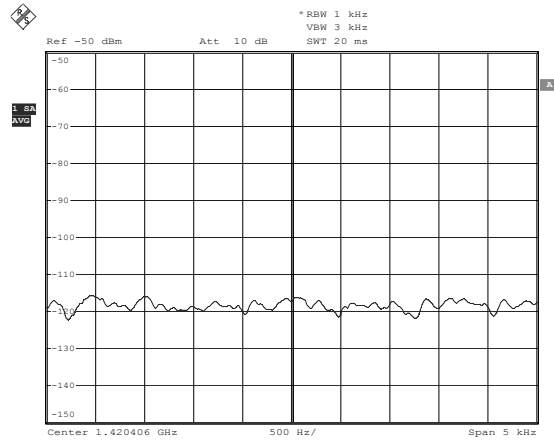
Başlangıç Frekansı (GHz)	Bitiş Frekansı (GHz)	Anten tipi	Anten konumu (azi-alt)	RBW (kHz)	VBW (kHz)	Atten. (dB)	Ref Level (dBm)	Spectrum Analyzer
0,8	26	HL50	0-0; 0-45; 0-90; 90-90; 180-0	100	300	19	-20	9kHz-40GHz
26	40	Omni	0-90; 0-0; 90-0	100	300	19	-20	9kHz-40GHz

4. Sonuç

Karaman İli'ne ait seçilen 3 bölgede yapılan 1.4GHz Nötr Hidrojen RF Ölçüm sonuçları aşağıda gösterilmiştir.



Date: 6.AUG.2008 17:22:07



Date: 7.AUG.2008 12:23:43

Karaman İli için yapılan RF ölçümleri, Aksaray, Antalya-Elmalı, Kemer ve Korkuteli bölgelerinde de TK ve DMİGM işbirliği ile tekrarlanacaktır.

5. Kaynaklar

- [1] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü veri arşivi
- [2] Walker A.R. et. al. "Site Survey for the Giant Segmented Mirror Telescope" 2003SPIE.4840..509W
- [3] Otárola A.. et. al "European Site Testing at Chajnantor: a Step Towards the Large Southern Array" The Messenger, No.94 – December 1998
- [4] Öz, Ş. "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Meteorolojik Uygulamaları-I" DMİGM, Araştırma Şube Müdürlüğü

- [5] Simon J.E.. et. al. “Atmospheric Conditions at a Site for Submillimeter Wavelength Astronomy”, NRAO
- [6] Ozel M.E.. et. al. “Technical Report MAM-TR-05, Site Selection Consideration For The Proposed Radio Telescope “ April 1992
- [7] Wu.S., Zhu. B.. et al. “Initial Analysis of Sites for SKA in China” National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China, May 30,2003