

2.8 GHz'de Güneş Radyo Akısı Gözlemleri İçin Radyo Teleskop Tasarımı

Görkem Koray Öz^{1*}, İbrahim Küçük^{2,3}

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

³Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi - UZAYBİMER, Kayseri

Özet

Güneş yavaş değişen şiddette radyo enerji yayar. Farklı atmosfer katmanlarından kaynaklanan 10.7 cm (2.8 GHz) Güneş radyo akısı, Güneş etkinliğinin mükemmel bir göstergesidir. Genellikle F10.7 indeksi olarak adlandırılır ve kromosferin üst katmanları ve koronanın alt katmanlarından kaynaklanmaktadır. F10.7, morötesi (UV) ve güneş lekesi sayılarının yanı sıra Güneş'in görünür dalga boylarındaki ışınım kayıtlarıyla iyi bir korelasyon gösterir. Bu çalışmada ERÜ UZAYBİMER UYG-AR Merkezi'nde bulunan 5m çaplı radyo antenin mekanik, elektronik ve yazılım altyapısı yenilenerek 10.7 cm Güneş radyo akısının sürekli radyo gözlemleri hazırlık süreci ve gelecek hedefleri sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: radio lines: stars, Radyo Astronomisi

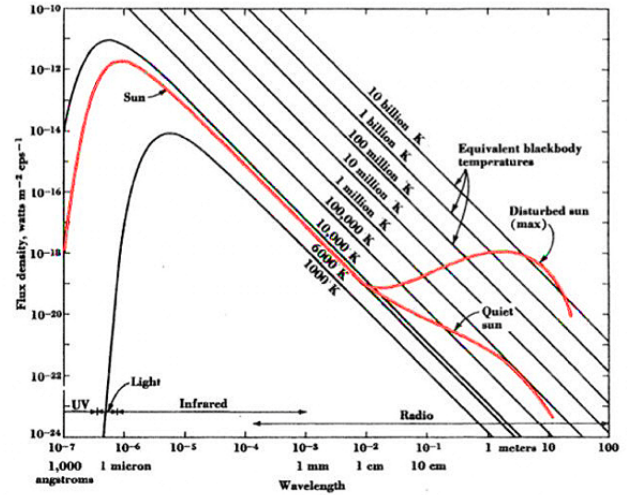
1 Giriş

Güneş yavaş değişen şiddette radyo enerji yayar. 10.7 cm (2.8 GHz) Güneş akısı, kromosferin üst katmanları ve koronanın alt katmanlarındaki şartlara çok duyarlı olduğundan güneş aktivitesinin takibi için idealdir¹. Aktif bölgelerin üzerinde bulunan manyetik alanlarda hapsolan plazmanın toplam miktarı ile doğrudan ilgilidir. Bu da manyetik akı miktarı ile ilişkilidir. Yapılan çalışmalar 10.7 cm Güneş akısı ile aktif bölgelerdeki toplam fotosferik manyetik akı arasında doğrusal bir korelasyon olduğunu gösterir. Bu frekansta Güneş'in sürekli incelenmesi Güneş'in kromosfer ve korona katmanları hakkında bilgi verdiği gibi Güneş'in manyetik alanındaki değişimler hakkında da fikir edinmeyi sağlamaktadır [Gelfreich \(1992\)](#).

Güneş'in radyo bölgede gözlemlenebilmesi için bir radyo teleskoba gereksinim vardır. Yer'in günlük hareketi sebebiyle gökyüzünde gök cisimlerinin de doğudan batıya doğru bir hareketi bulunur. Seçilen gök cisimlerinin sürekli gözlemlenebilmesi radyo teleskobun hareket mekanizmasının ilgili gök cisminin gökyüzündeki hareketini takip edebilmesini gerektirmektedir. Bu da radyo teleskobun kundağında bulunan motorların uygun hızda çalışması ve kontrol edilebilir durumda olmasıyla mümkündür. Bunun için gereken elektronik ve yazılım altyapısının böyle bir sistem için ERÜ UZAYBİMER UYG-AR Merkezi'nde bulunan ERT-5 teleskobu için tasarlanması ve gerekli kurulumların yapılması hedeflenmiştir.

2 Radyo Bölgede Güneş

Güneş birçok dalga boyunda ışınım yapmaktadır. Planck eğrisi göz önüne alındığında ise genellikle 6000 K sıcaklığa sahip bir kara cisim profili çizer. Yaptığı ışınımın çoğu görünür bölgede (yüksek frekansta) olmasına karşın mikrodalga ve radyo dalga boylarında nispeten düşük ışınım yaptığı görülebilir. Ancak cm dalga boyunda beklenen aksine kara cisim eğrisi çizmez; Güneş salması 10.7 cm dalga boyunda değişiklik gösterir [As-](#)



Şekil 1. Morötesinden radyo dalgaboylarına kadar Güneş tayfı. Burada Güneş akı yoğunluğu 1 cm'den daha düşük dalga boylarında 6000 K sıcaklığındaki kara cisim ışınımına eşitken, daha uzun dalga boylarında ise daha yüksek sıcaklıklardaki kara cisim ışınımalarıyla benzerlik göstermektedir [Kraus \(1986\)](#).

[lan \(2012\)](#). Öteki dalga boylarında olduğu gibi güneşi radyo bölgede de gözlemlemek bize yapısı hakkında farklı bilgiler sunar.

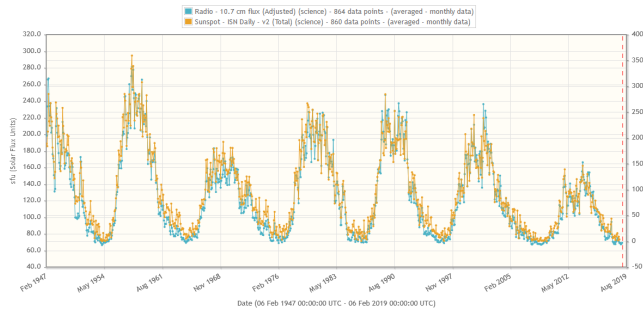
Milimetre dalga boylarında daha çok fotosferdeki olaylardan yayımlanan emisyon alınırken santimetre dalga boylarındaki emisyon kromosfer ve korona arasında bulunan geçiş bölgesine dair çeşitli bilgilere sahiptir. Farklı dalga boylarında farklı katmanlardan emisyon almamızın sebebi sıcaklıklardaki ve emisyon mekanizmalarında farklılıkların olmasıdır.

3 Güneş Akısı

3.0.0.1 Akı: Birim zamanda birim alandan geçen toplam enerji miktarı. Akı $Joule/m^2/s$ veya $Watt/m^2$ olarak ölçülür.

* astronom.gorkem@yahoo.com

¹ <http://www.stce.be/news/374/welcome.html>



Şekil 2. Aylık ortalama Güneş leke sayısının 1947-2019 yılları arasında 10.7 cm Güneş akısı verilerine göre dağılımı

$$F = L \div (4\pi D^2) W/m^2 \quad (1)$$

$$L = 3.9 \times 10^{26} W \quad (2)$$

$$1sfu = 10^{-22} W/m^2 Hz \quad (3)$$

Sürekli radyo akı ölçümü ve kaydı yapan gözlemlerinin yayınladığı raporlarda veriler üç akı seti olarak düzenlenir¹. Bunlar gözlenen, düzeltilmiş ve mutlak akılardır. Radyo teleskobun ölçtüğü değer gözlenen değer olarak adlandırılır. Bu değeri etkileyen iki faktör bulunur: Güneş etkinlik seviyesi ve değişen Yer-Güneş uzaklığı. Eğer doğrudan Güneş çalışıyorsa Güneş-Yer mesafesinin yıllık değişiminin etkisi istenmeyecektir. Düzeltilmiş akıda ise bu etki bulunmaz. Elde edilen veriler Yer-Güneş ortalama uzaklığı yani 1 AB için düzenlenmiştir. Mutlak akı değerleri için ise, düzeltilmiş veri 0.9 ile çarpılarak yerden yansıyan dalgaların ve anten kazancındaki belirsizliklerin etkisi yok edilir².

4 Güneş Lekeleri

Güneş leke sayısı yaygın olarak kullanılan bir güneş etkinlik göstergesidir ve 11 yıllık bir döngüye sahiptir. Her döngüde Güneş'in minimum ve maksimum etkinlik dönemleri gerçekleşir. Güneş lekelerinin kaydı 1755 yılından beri düzenli olarak tutulur¹. Güneş'in 10.7 cm dalga boyundaki akısı sahip olduğumuz Güneş aktivitesi indekslerinin en iyisidir ve şekil-2'de gösterildiği gibi 1947 yılından itibaren sürekli kaydedilmektedir². Bu emisyon kromosferin üst kısımları ve bir geçiş bölgesi olan koronanın alt bölgelerindeki aktivitelerden kaynaklanır ve diskteki güneş lekelerine karşılık olarak günden güne yavaş değişim gösterir. Bu nedenle güneş lekeleriyle çok iyi bir korelasyon gösterir.

Kırk yıldan uzun süredir yapılan gözlemlerin sonuçları 10.7 cm akısı ile güneş lekeleri arasında ampirik bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

$$N = (1.14).F - 73.21 \quad (4)$$

¹ <http://www.spaceweather.ca/solarflux/sx-4a-en.php/>

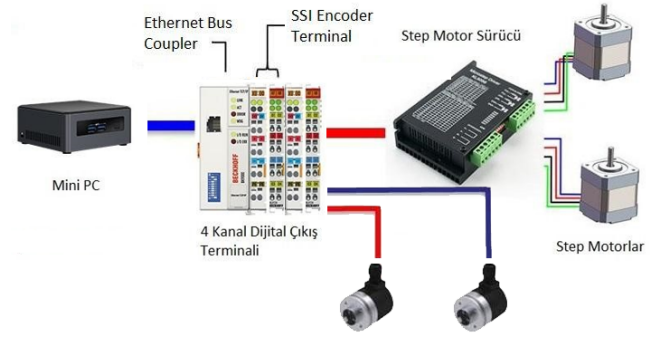
² <https://web.archive.org/web/20080706234112/http://www.drao-ofr.hia-ihh.nrc-cnrc.gc.ca:80/icarus/www/sol/home.shtml>

¹ <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/solar/flux.html/>

² <http://www.staff.oma.be/default.jsp/>



Şekil 3. UZAYBİMER bünyesinde bulunan ERT-5 teleskopu



Şekil 4. ERT-5 teleskopunun hareket mekanizması

Burada F akıyı, N ise güneş leke sayısını vermektedir³.

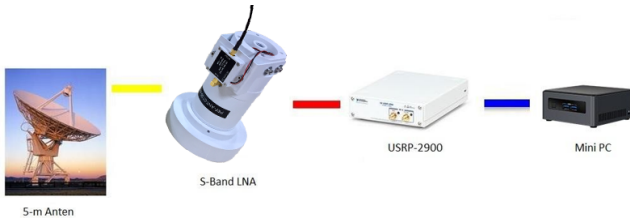
5 Dünyada Yapılan Çalışmalar

Güneş radyo akısının ilk gözlemleri 1947 yılında Ottawa-Penticton'daki Dominion Radyo Astronomi Gözlemevi'nde başlamış ve günümüze kadar aralıksız devam etmektedir Tapping (2013). Bu durum geçmişe yönelik kayıtların olduğu değerli bir arşivin oluşmasını sağlamıştır. Elde edilen Güneş radyo akı verileri özellikle uzay havasını sürekli izleyen kurumlar tarafından sürekli başvuru kaynakları arasındadır. Uzay havası doğrudan dünyayı etkileyen bir konu ve iyonosferdeki değişimin yüksek frekans haberleşmesi üzerine etkisinden, güç hatlarına, alçak yer yörüngesinde dolanan uydular üzerindeki atmosferik sürüklenme etkisine kadar birçok alanda, sürekliliği olan bu bilgilerin analiz edilmesi çok büyük önem taşımaktadır.

6 Biz Ne Yapıyoruz?

ERÜ UZAYBİMER UYG-AR Merkezi'nde bulunan ERT-5 teleskobunun, özellikleri göz önüne alındığında Güneş etkinliğinin 2.8 GHz frekansında gözlemlenmesi ve izlenmesi için oldukça uygun olduğu görülmektedir.

³ <http://www.sws.bom.gov.au/Educational/2/2/5>



Şekil 5. ERT-5 teleskopunun radyo alıcı sistemi

İlgili antenin bütün alt sistemlerini; mekanik, elektronik ve yazılım altyapısını yenileyerek çalışabilir duruma getirmek, Güneş takibi ve 10.7 cm (2.8 GHz) dalga boylarında gözlem yapılması ve sinyallerin kaydedilmesi amacı doğrultusunda Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri desteğiyle bir proje başladı. Gerekli gözlem ekipmanları ve sistemleri ile yapılacak çalışmayla ERT-5 teleskobu dünyada yalnızca birkaç ülkede yapılan 10.7 cm Güneş akısı gözlemlerinin ülkemizde de yapılmasına olanak sağlayacak ve ilgili konuda elde edilen verilerle ülkemizin bilgi seviyesine doğrudan katkıda bulunacaktır. Ayrıca gelecekte Güneş akı gözlemi yapan ülkelerle de ortak çalışmalar yapılması için gerekli alt yapı hazırlanmış olmaktadır. Ayrıca ilgili konu hakkında Kanada'da bulunan Dominion Radyo Astrofizik Gözlemevi tarafından da teknik ve veri noktasında sürekli bilgi alışverişleri yapılmaktadır.

7 Radyo Teleskop Tasarımı

Tipik bir radyo teleskop yapı olarak iki ana grupta incelenebilir. ERT-5 teleskopunun ise ilgili çalışma kapsamında donanım ve yazılım noktasında yenilenmesi ve kullanıma hazır hâle getirilmesi hedeflenmektedir.

7.1 Donanım

ERT-5 teleskopunun içinde hali hazırda çalışabilir durumda olan step motorlar ve enkoderler mevcut. Bu nedenle yenilenmenin planlandığı ekipmanlar mevcut enkoderleri okuyup motorların sürülebileceği bir ortam oluşturacak modüller.

Bu nedenle bilgisayar ve motorların konuşmasını sağlayacak ara birimler kullanılacak. Bu modüller Modbus protokolünü kullanarak birbirleriyle haberleşecek. Böylece merkezi bilgisayar ile veri haberleşmesi yapılarak teleskopun dönüş hızı, yöneldiği koordinat gibi bilgiler anlık olarak görülebilecek ve müdahale edilebilecek.

7.2 Yazılım

Yazılım noktasında hem teleskopun kontrolü ve takibi hem de sinyal işleme noktasında çok esnek bir yazılım platformu olan LabVIEW kullanılmaktadır. Ayrıca ara yüz de LabVIEW aracılığıyla tasarlanacak. GNURadio isimli sinyal işleme blokları sağlayan açık kaynak kodlu bir yazılım geliştirme araç kiti ve bir radyo ekosistemi de verilerin alınması ve işlenmesi mümkün olacak.

Teşekkür

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2018-7871 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Aslan, A.: Güneş Aktivitesi ile $F_{10.7}$ cm Güneş Radyo Akısı İlişkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri. (2012) 150
- Gelfreikh, G. B.: Solar Radio Emission at Centimeter Wavelengths. Proceedings of the Workshop on the Solar Electromagnetic Radiation Study for Solar Cycle 22. (1992) 196
- Kraus, J. D.: Radio Astronomy. Cygnus-Quasar Books. (1986) pp:8-45
- Tapping, K. F.: The 10.7 cm solar radio flux ($F_{10.7}$). Space Weather. **11** (2013) 394-406

Erişim:

O42-1140: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).