

Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nde Bulunan Radyo Teleskobun Yönlendirme Mekanizmasının İncelenip Yenilenmesi, Anten Benzetimleri ve Uyumlama Tasarımı

Türker Dolapçı^{1,2}, Şahin Külig², Özgür Ergül¹

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ankara

dolapci.turker@metu.edu.tr , ozergul@metu.edu.tr

²TAMSAT Amatör Uydu Teknolojileri Derneği

Ankara

sahin.kulig@gmail.com

Özet: A.Ü. Kreiken Rasathanesi'nde bulunan, tam dalgaboyunda dipol elemanlara sahip VHF ve UHF anten dizilerinden oluşan tarihi radyo teleskobun faal hale getirilmesi için anten yönlendirme mekanizması incelenip tamir edilmiş, teleskop anteninin uyumlama tasarımı benzetim ortamında gerçekleştirilmiştir. Kısa devre ile sonlandırılmış paralel iletim hattı saplamaları kullanarak uyumlama tasarlanmıştır. Dipol anten elemanlarının boyunun yaygın tercih edilen yarım dalgaboyu yerine yüksek kazançlı tam dalgaboyu olması, antenin ve uyumlama yönteminin önemini artırmaktadır.

Abstract: To make the historical radio telescope of A.Ü. Kreiken Observatory that includes full-wavelength VHF and UHF dipole arrays operational, the antenna rotator mechanism is renovated and the antenna matching structure is designed in a simulation environment. The matching structure is designed by using short-circuited parallel transmission line stubs. The use of high-gain full-wavelength elements, as opposed to the conventional half-wavelength elements, increases the importance of the structure and the matching method.

1. Giriş

Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nde [1] bulunan, Güneş leke gözlemlerinde kullanılan radyo teleskop, düzlemsel yansıtıcı üzerine konumlandırılmış 200 MHz ve 545 MHz'te çalışan tam-dalga dipol anten dizileri, bu anten dizilerini döndürmeye yarayan motorlu bir yönlendirme mekanizması, ve bir almaçtan oluşmaktadır. 1960-1980'li yıllarda kullanılan bu radyo teleskop günümüzde faal değildir. Sistemin, günümüz teknolojisinden bir hayli geride olmasına karşın, tarihi değer taşıması ve dayanıklı yapısı sayesinde hala fiziksel olarak iyi durumda olması yenilenme ihtimalini gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda, anten yönlendirme mekanizması incelenmiş ve çalışır hale getirilmiştir. Anten benzetimleri MoM yöntemini kullanan NEC tabanlı 4NEC2 [2] programıyla gerçekleştirilmiştir. Benzetimler vasıtasıyla kazanç analizlerinin yanı sıra, çeşitli empedanslara sahip iletim hatlarının kullanılmasıyla anten dizilerinin 50 Ohm'a uyumlanması sağlanmıştır. Tam dalgaboyundaki elemanlara sahip bir dipol anten dizisinin çeyrek dalga boyu dönüştürücüler ve kısa devre yapılmış saplamalarla uyumlanması, literatürde karşılaşılmamış özgün bir çalışma olarak öne çıkmaktadır.

2. Yönlendirme Mekanizması

Yönlendirme mekanizması, anten dizilerinin Güneş'i takip etmesi için motorlar aracılığı ile yanca ekseninde hareket sağlamaktadır. Mevsime bağlı olarak değişen Güneş pozisyonuna göre ayarlanması gereken yükseliş açısı ise bir el mekanizması ile değiştirilmektedir. Çalışma başlangıcında yapılan ilk incelemelerde, yönlendirme mekanizmasının uzun süredir kullanılmamasından dolayı dişlilerinin arasında bulunan gres yağının katılaşığı ve bu yüzden çalışmadığı gözlemlenmiştir. İlk olarak, tüm aksam yağ çözücü ile temizlenmiş ve ağır çevresel koşullarda kullanıma uygun tipte gres yağı ile yağlanmıştır. Bu sayede, yönlendirme mekanizmasının hareket etme yeteneğini tekrar kazanması sağlanmıştır.

Şehir şebekesi elektriğiyle çalıştırılan motorlardaki elektriksel donanım baştan sonra kontrol edilmiş, mekanizma parçalarının fonksiyonları incelenmiştir. Anten üzerindeki iki adet tek fazlı asenkron motordan birinin Güneş takibi için hareketi, diğerinin ise hızlı başa almayı sağladığı gözlemlenmiştir. Güneş takibini sağlayan motorun, dişlilerin de yardımıyla Güneş'in hareket hızına uyumlu hareket gerçekleştirdiği anlaşılmıştır. Asenkron motorlar ilk kalkış anında harekete geçme eğiliminde değildir. Hareketi başlatmak için, aynı zamanda hareket yönünü de belirleyen, yardımcı sargı içermektedirler. Hareketi sürdüren ana sargıya sürekli, hareketi başlatan yardımcı sargıya ise kısa bir süre enerji verilmesi gerekmektedir. Güneş takibi için hareketi sağlayan motorun

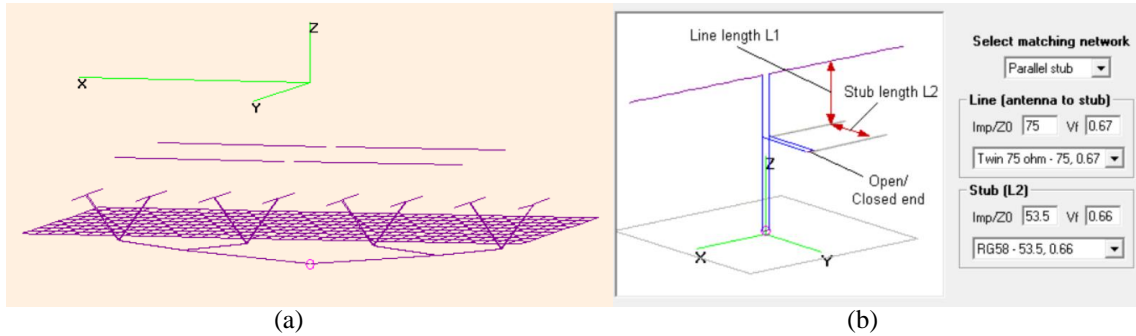
yardımcı sargılarına enerji gitmediği ve başlangıç rölesinin arızalı olduğu, bu yüzden dönüş hareketinin başlayamadığı tespit edilmiştir. Yaklaşık 70 yaşındaki arızalı elektromekanik rölenin yenisini bulmak güç olacağından, arızayı gidermek için aynı işlevi yerine getirebilecek güncel teknolojiye sahip elektronik zaman rölesi kullanılmıştır. Yapılan testlerde yardımcı sargıya yaklaşık 2 sn enerji verildiğinde motorun dönmeye başladığı gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, yönlendirme mekanizması yapılan bakım ve tamirattan sonra mekanik ve elektriksel olarak çalışır hale getirilmiştir.

3. Anten Dizileri

Yönlendirme mekanizmasının üzerinde 200 MHz’te çalışan yatay polarizasyona sahip iki elemanlı ve 545 MHz’te çalışan dikey polarizasyona sahip sekiz elemanlı anten dizileri bulunmaktadır. Dizi elemanları olarak çalışma frekanslarında tam dalgaboyu uzunluğuna sahip dipol antenler kullanılmıştır. Anten elemanları, üzerinde buldukları yansıtıcı ızgaradan çeyrek dalgaboyu kadar yukarıya yerleştirilmiştir. Boyutları 215 cm x 135 cm olan yansıtıcı ızgarayı oluşturan çubuklar, çalışma frekanslarındaki dalga boylarının onda birine denk gelen aralıklarla dizilmiştir. Yatay antenlerin çapı 1.5 cm, dikey antenlerin çapı 1 cm, ızgarayı oluşturan çubukların çapı 1 cm’dir.

Çalışma frekansı 545 MHz olan dikey dipol dizisinin elemanları arasındaki bağlantılar, aralarında 1.5 cm uzaklık bulunan 0.5 cm çapındaki paralel iletkenli dengeli iletim hatlarıyla sağlanmıştır. Dizi elemanları ikinin kuvvetleri olarak üç aşamada birleştirilmiştir. Antenlerden ortak besleme noktasına doğru uzanan ilk grup iletim hattı yarım dalgaboyu, ikinci grup iletim hattı yarım dalgaboyu, üçüncü grup (ortak besleme noktasına en yakın) iletim hattı ise tam dalgaboyu uzunluğundadır. Çalışma frekansı 200 MHz olan yatay dipol dizisinde ise herhangi bir besleme yapısı mevcut değildir. Bu anlatılan duruma göre 4NEC2 programı vasıtasıyla oluşturulan model Şekil 1(a)’da gösterilmiştir.



Şekil 1. (a) Benzetim ortamında oluşturulan anten modeli. (b) 4NEC2 programında bulunan uyumlama aracı.

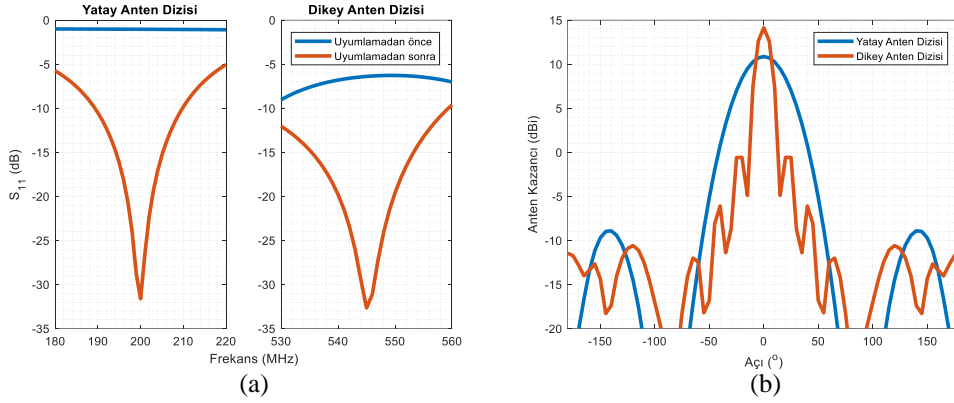
Rasathanede bulunan yazılı kaynaklarda [3], 545 MHz frekansındaki dizinin ortaklanmış bağlantı yerinin uygun bir balun ve 50 Ohm empedans değerine sahip eşeksenli bir iletim hattı vasıtasıyla almaca bağlandığı belirtilmiştir. Diğer (200 MHz) frekanstaki dizinin elemanlarının ise, çeyrek dalgaboyu uzunluğundaki iletim hatlarıyla birbirlerine bağlandıkları, sonrasında uygun bir balun ve 50 Ohm empedans değerine sahip eşeksenli bir iletim hattı ile almaca bağlandıkları belirtilmiştir.

Tam dalgaboyu dipoller genelde geometrik merkezleri dışındaki bir veya birden fazla noktadan beslenerek kullanılırlar. Bunun nedeni orta noktadaki akım yoğunluğunun düşük olması ve çok yüksek empedans değeridir [4]. Merkezden besleme için ise mutlaka uyumlama devresi tasarımı gerekmektedir [5]. Birden fazla elemanın paralel bağlanmasıyla elde edilen dizide empedans, tek eleman empedansına kıyasla düşük olsa da, 50 Ohm’dan yüksektir.

Çalışma frekansı 200 MHz olan dizi elemanları, benzetim ortamında iki adet çeyrek dalgaboyu uzunluğunda 300 Ohm empedans değerine sahip dengeli iletim hattıyla ortalarından birbirine bağlanmıştır. Elde edilen bağlantı noktasındaki empedans değerinin paralel saplama yöntemiyle [6] 50 Ohm’a uyumlanabilecek mertebede olduğu gözlemlenmiştir. 4NEC2 programındaki uyumlama aracının (Şekil 1(b)) kullanılmasıyla, bu ortak nokta $L1 = 30$ cm uzunluğundaki 75 Ohm empedans değerine sahip dengeli iletim hattı ve kısa devre ile sonlandırılmış $L2 = 14$ cm uzunluğundaki 53.5 Ohm empedans değerine sahip RG58 eşeksenli saplama ile 50 Ohm’a uyumlanmıştır. Çalışma frekansı 545 MHz olan dizideki eleman bağlantıları halihazırda bulunduğu için, doğrudan 4NEC2

programındaki uyumlama aracının kullanılmasıyla paralel saplama yöntemiyle uyumlama gerçekleştirilmiştir. Uyumlama aracıyla yapılan hesaplamalarda, $L1 = 10.5$ cm ve $L2 = 11.5$ cm kullanıldığında anten uyumlamasının başarılı olarak gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

4NEC2 programıyla gerçekleştirilen uyumlama öncesi ve sonrası yansıma katsayıları Şekil 2(a)'da, dizilerin merkez çalışma frekanslarındaki kazanç örüntüleri ise Şekil 2(b)'de gösterilmiştir. Yatay anten dizisinin 3 dB hüzme genişliği 40 derece ve kazancı 11.5 dBi, dikey anten dizisinin 3 dB hüzme genişliği 10 derece ve kazancı 14.2 dBi olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. (a) Uyumlama öncesi ve sonrası yansıma katsayıları. (b) Dizilerin merkez çalışma frekanslarındaki kazanç örüntüleri.

4. Sonuç

Bu çalışmada, A.Ü. Kreiken Rasathanesi'nde bulunan radyo teleskobun yönlendirme mekanizması ve anten dizileri incelenmiştir. Sistemin yeniden faal hale gelmesinde kritik öneme sahip yönlendirme mekanizması çalışır hale getirilmiştir. Benzetim ortamında gerçekleştirilen çalışmalarla, anten dizilerinin beslemelerinin 50 Ohm'luk almaçlara uyumluluğu sağlanmıştır. Tam dalgaboyundaki dipol anten dizilerinin besleme tasarımları çeşitli empedanstaki iletim hatlarının kullanımıyla planlanmış, iletim hattı uzunlukları 4NEC2 programındaki uyumlama aracı vasıtasıyla hesaplanmıştır.

$L1$ uzunluğunda ve 75 Ohm empedans değerine sahip dengeli iletim hattından sonra kart tipi bir 50 Ohm 1:1 balun kullanılması, hemen ardından ise kart üzerindeki mikroşerit hatta paralel takılacak kısa devre ile sonlandırılmış RG58 eşeksenli iletim hattı ile $L2$ uzunluğunda saplama uyumlaması gerçekleştirilmesi, her iki dizi için de kolay ve etkili bir uyumlama gerçekteşmesidir. Benzetim sonucu elde edilen yansıma katsayısı değerlerinin her iki dizi için de geniş bir frekans bandında -10 dB seviyesinin altında olması, uygun bir uyumlama tasarımının gerçekleştirildiğini göstermektedir.

Teşekkür

Yazarlar, bu çalışma fikrini gündeme getiren Barış Dinç'e, çalışmanın yapılması için radyo amatörlerine kapılarını açan A.Ü. Kreiken Rasathanesi'ne, başta A. Tahir Dengiz olmak üzere saha çalışmasında yer alan TAMSAT üyelerine, rehberlikleri ve yönlendirmeleri için Prof. Özlem Aydın Çivi, Prof. Sencer Koç, ve Prof. Canan Tokar'e teşekkür eder.

Kaynaklar

- [1] Web sayfası: <http://rasathane.ankara.edu.tr/> [1 Nisan 2020].
- [2] Web sayfası: <https://www.qsl.net/4nec2/> [1 Nisan 2020].
- [3] Solar Noise Receiving Equipment for 200 and 545 MHz. Kullanma kılavuzu, PTT Nederland, Hollanda, 1960.
- [4] Idris S. H. ve Hadzer C. M., "Analysis of the radiation resistance and gain of a full-wave dipole", IEEE Antennas and Propagation Magazine, cilt.36 no.5, s.45-47, 1994.
- [5] Ding C., Jones B., Guo Y.J. ve Qin P., "Wideband Matching of Full-Wavelength Dipole With Reflector for Base Station", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, cilt.65 no.10, s.5571-5576, 2017.
- [6] Pozar D.M., Microwave Engineering. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J., A.B.D., 2012.