



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Pasif Milimetre Dalga Görüntüleme Sistemi için Radyometrik Alıcının Parabolik Yansıtıcı Antendeki Doğru Konumunun Belirlenmesi

 Mehmet DUMAN^{a,*},  Alp Oral SALMAN^b

^a Elektrik Elektronik Müh. Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

^b Elektronik ve Haberleşme Müh. Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: mehmetduman@duzce.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.643743

ÖZET

Savunma ve navigasyon gibi alanlarda, optik ve kızılötesi görüntüleme sistemlerinin sağlıklı çalışmadığı sis, yağmur ve toz gibi görüşü engelleyen çeşitli hava olaylarında, ortamı görüntülemek için, tamamlayıcı sensör olarak Pasif Milimetre Dalga Görüntüleme Sistemi (PMMDGS) kullanılabilir. Sistem; radyometrik alıcının parabolik yansıtıcı antenin odak noktasında bulunduğu ve bu antenin iki ekseninde (azimut ve kalkış) çalışan bir konumlandırıcı tarafından taranmasıyla görüntülemenin yapıldığı bir teknolojiye sahiptir. Bir PMMDGS’de görüntülenen ortamdan gelen sinyalin oldukça zayıf olmasından dolayı hem iyi bir kuvvetlendirmenin yapılması hem de alıcıdan optimal sinyalin elde edilebilmesi için radyometrik alıcının parabolik yansıtıcı antenin odak noktasına doğru konumunda yerleştirilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada; PMMDGS’nin anteni, gökyüzü gibi sabit bir görüntüleme noktasına yönlendirilmiş iken radyometrik alıcı, parabolik yansıtıcı antenden belli mesafelerde kaydırılmış ve optimal sinyalin elde edildiği konum bulunmuştur. Sonuçlar, algılamamanın radyometrik alıcıya bağlı olan horn antenin açıklık ucundan değil, bağlantı kısmına yakın bir noktadan olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Odak noktası, Parabolik yansıtıcı anten, Pasif milimetre dalga görüntüleme sistemi, Radyometrik alıcı

Determining the Correct Position of the Radiometric Receiver on the Parabolic Reflector Antenna for the Passive Millimeter Wave Imaging System

ABSTRACT

In areas such as defense and navigation; a variety of weather events that prevent vision, such as fog, rain, and dust, where optical and infrared imaging systems cannot work properly, the Passive Millimeter Wave Imaging System (PMMWIS) can be used as a complementary sensor to display the environment. This system where the radiometric receiver is located at the focal point of the parabolic reflector antenna and the antenna is scanned by a positioner operating on the two axis (azimuth and elevation) is very technological. Because the signal from the scenario displayed in a PMMWIS is rather weak; in order to achieve a good amplification and to obtain the optimal signal from the receiver, it is of great importance that the radiometric receiver should be positioned in the correct position of the parabolic reflector antenna. In this study; when the PMMWIS antenna was looking at a fixed viewing point, such as sky, the radiometric receiver was shifted at certain distances from the parabolic reflector antenna and the

position where the optimal signal was obtained. The results showed that the detection was from a point close to the connecting part, not the aperture end of the horn antenna connected to the radiometric receiver.

Keywords: Focal point, Parabolic reflector antenna, Passive millimeter wave imaging system, Radiometric receiver

I. GİRİŞ

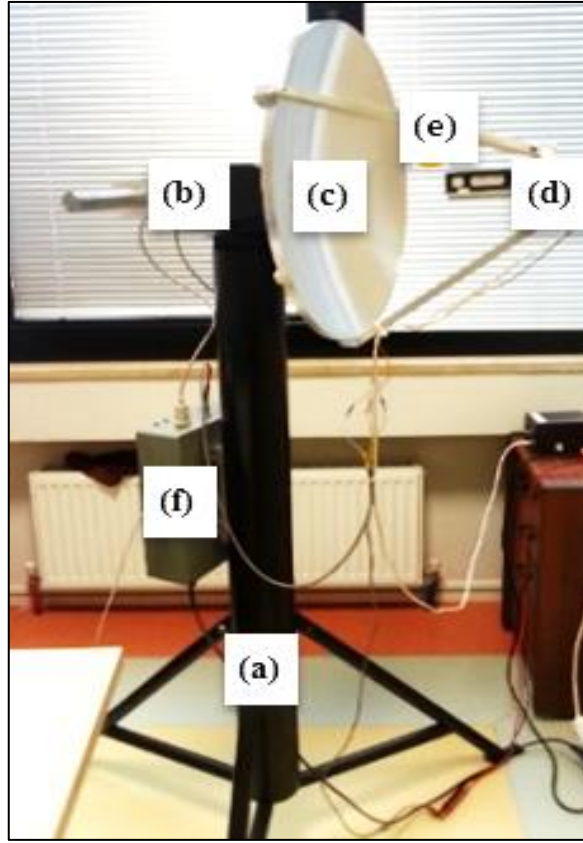
Pasif MiliMetre Dalga Görüntüleme Sistemi (PMMDGS), güvenlik alanında kullanılabilen ve son yıllarda araştırmaların yoğunlaştığı yeni bir teknolojidir [1-4]. Bu sistem, uzakta bulunan cisimlerin görüşü engelleyen sisli, tozlu ve dumanlı ortam şartlarında, optik ve kızılötesi görüntüleme sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda yardımcı bir görüntüleme sistemi olarak çalışabilmektedir. Bu işlemi gerçekleştirebilmesinin temel nedeni ise sis ve yağmur zayıflatmalarının yüksek frekanslara göre radyo frekanslarında oldukça düşmesidir [5]. Ancak; bu frekanslarda kara cisim [6] fiziksel temeline dayanan pasif algılama [7, 8] sinyalinin de çok düşmesinden dolayı bu sinyalin yeterince kuvvetlendirilmesi de elzem hale gelmektedir [9, 10]. Savunma, navigasyon gibi alanlarda kullanılabilen bu sistem; tek bir alıcının iki ekseninde tarama yapılarak görüntü elde edilmesiyle çalışmaktadır.

Bir PMMDGS’de parabolik yansıtıcı antene [11] gelen sinyaller, antenin odak noktasında bulunan bir radyometrik alıcı [12, 13] tarafından alınır. Alıcıdan elde edilen sinyalin maksimum seviyede olması için, alıcının parabolik yansıtıcı antenin odak noktasına doğru konumunda yerleştirilmesi gerekir. Bu çalışmada, doğru konumun bulunmasına yönelik ölçümler ve ölçümlerin değerlendirilmesi anlatılacaktır. Bu sayede de radyometrik alıcının doğru konumunun belirlenip, sistemin daha verimli şekilde çalışması sağlanmış olacaktır.

Bu makalenin girişten sonra yer alan ikinci bölümünde, ölçümlerin gerçekleştirildiği PMMDGS kullanılan malzemeler ile birlikte detaylı olarak aktarılmış; üçüncü bölümünde alıcının doğru konumunun bulunması için gerçekleştirilen ölçümler grafiklerle beraber izah edilmiş, yöntem ve bulgular aktarılmış, dördüncü bölümünde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

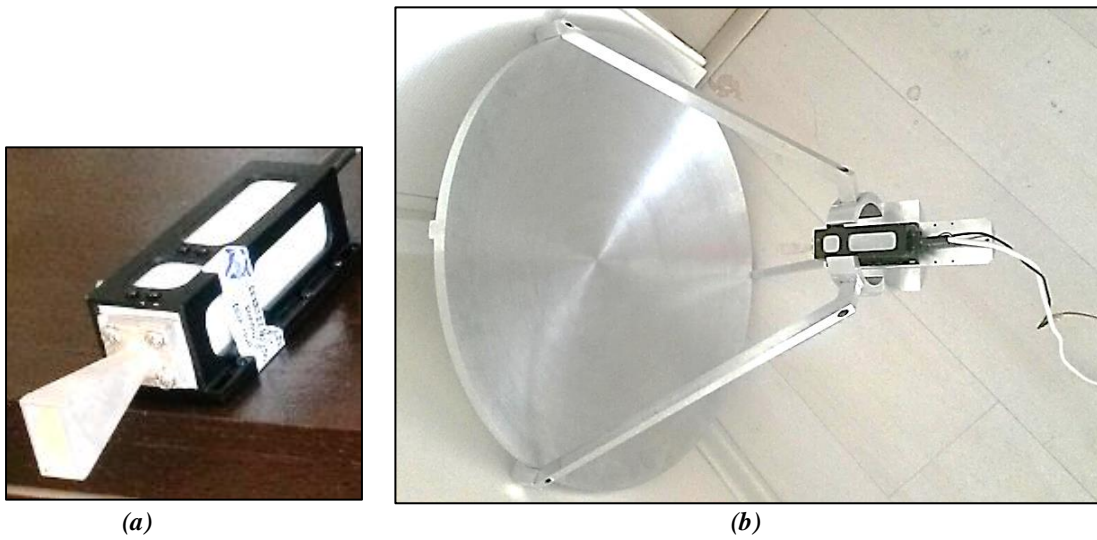
II. MALZEMELER VE PASİF MİLİMETRE DALGA GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ

Radyometrik alıcının parabolik yansıtıcı antenin odak noktasına doğru konumunda yerleştirilebilmesi için yapılan ölçümler Şekil 1.’deki PMMDGS yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Sistemde, üç ayağa bağlı olan ve üzerinde bir radyometrik alıcı bulunan parabolik yansıtıcı antenin iki eksenli konumlandırıcı vasıtasıyla tarama yapılarak bilgisayar ekranında görüntü elde edilmektedir. Elde edilen sinyalin ekrana aktarılması ve tarayıcının kontrolü elektronik kontrol ünitesi ile gerçekleştirilir.



Şekil 1. PMMDGS, tüm sistem (a) Üç ayak (b) 2 eksenli konumlandırıcı (c) Parabolik yansıtıcı anten (d) Antenin üzerine takıldığı alıcı tutucusu (e) Radyometrik alıcı (f) Kontrol ünitesi

Sistemin parabolik yansıtıcı anteni başka bir çalışmada tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Tasarlanmış olan bu parabolik yansıtıcı antene, 96 GHz frekansında çalışan radyometrik alıcı ince metalik tutucular sayesinde tutturulmuştur. Ucunda bir horn anten bulunan radyometrik alıcı Şekil 2. (a)'da ve üzerine radyometrik alıcı monte edilmiş parabolik yansıtıcı anten Şekil 2. (b)'de verilmiştir. Sistemin parabolik yansıtıcı antenin çapı 0.50 metre, odak uzaklığı 0.25 metredir ($f / D = 0.5$).



Şekil 2. (a) 96 GHz frekansında çalışan radyometrik alıcı (b) Üzerine radyometrik alıcı monte edilmiş parabolik yansıtıcı anten

III. YÖNTEM, ÖLÇÜMLER VE BULGULAR

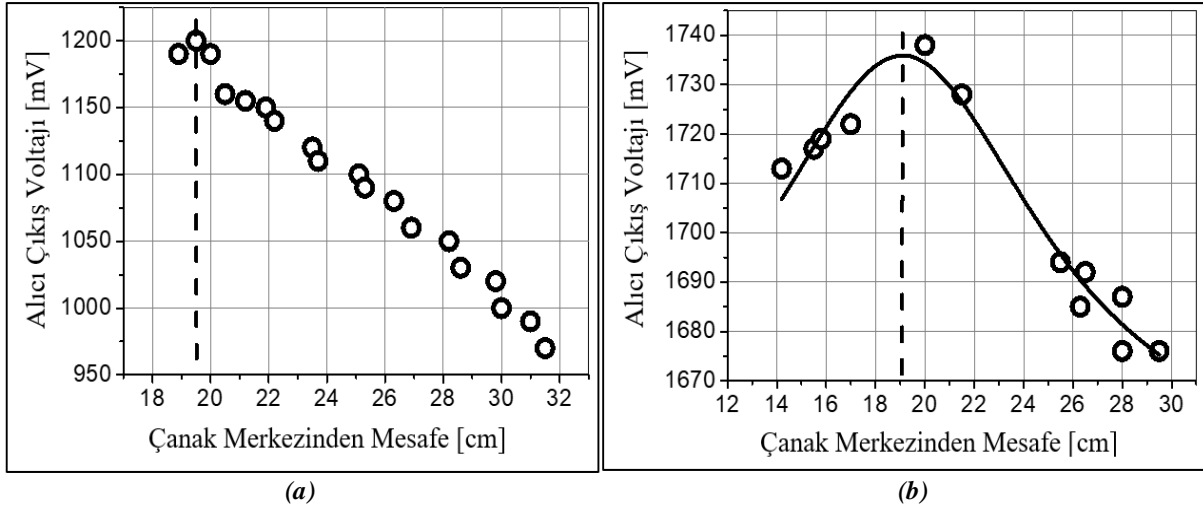
Radyometrik alıcının parabolik yansıtıcı antenin odak noktasında doğru konumuna yerleştirilmesi amacıyla iki adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümler esnasında çekilmiş olan bir fotoğraf Şekil 3.'te verilmiştir. Ölçümler, anten tarama sisteminin el verdiği yataydan en büyük kalkış açısı olan $\theta = 75^\circ$ olacak şekilde konumlandırılmıştır. Radyometrik alıcının gerilim çıkışı DC voltmetreye bağlanmış ve alıcının kendi kazağı üzerinde kaydırılırken, her konum için gerilim değerleri not edilmiştir.

Ölçümlerdeki mesafe, radyometrik alıcının horn anteninin ucundan, çanağın en çukur noktasına olan mesafedir. İlk ölçümde, çanağın en çukur noktasından 18.9 cm ile 31.5 cm mesafeleri arasında alıcının çıkış voltajı ölçümleri alınmıştır (Şekil 4. (a)). Bu ölçümde, maksimum voltajın 19.5 cm'de 1200 mV olarak gözlemlenmesine rağmen, tepe noktası tam olarak gözlemlenemediğinden; çanağa biraz daha yaklaşılarak, alıcıyı kaydırmaya 14 cm'den başlanmış ve 30 cm'e kadar ikinci bir ölçüm gerçekleştirilmiştir (Şekil 4. (b)).

Ölçüm noktalarına uygulanan Lorentz eğri uygunlaştırması sonucunda maksimum voltajın 19.1 cm'de 1735 mV olduğu bulunmuştur. Her iki ölçümden elde edilen sonuçlardan hareketle, bu mesafe değeri kolay kullanım açısından yuvarlanarak 20 cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Ölçümler esnasından bir fotoğraf



Şekil 4. Alıcının mesafesine göre çıkış voltajı grafikleri (a) 1. Ölçüm (b) 2. Ölçüm

IV. SONUÇLAR

Radyometrik alıcıya bağlı olan horn antenin uzunluğu yaklaşık 4.5 cm 'dir. Ölçümler sonucunda alıcı çıkışında maksimum voltajı elde edebilmek için parabolik yansıtıcı antenin odak noktasına horn antenin açıklık ağzının değil; horn antenin bağlantı ucunun, odak noktasına denk getirilmesi gerektiği görülmektedir. Buradan elde edilen sonuç; horn antenlerde, antenin üzerine gelen elektromanyetik dalganın açıklık ağzında değil; bağlantı ucunda algılandığıdır. Bu çalışma sayesinde; radyometrik alıcının, parabolik yansıtıcı antenin odak noktasındaki doğru konumu belirlenmiştir. Buradan elde edilen diğer sonuç ise horn anten çıkartılarak sadece radyometrik alıcının dalga kılavuzu ağzı kullanılarak bir ölçüm yapılmak istenmesi durumunda; tam bu açıklık ağzının parabolik yansıtıcı antenin odak noktasına denk getirilmesi gerektiğidir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2013/18). Yazarlardan Mehmet DUMAN TÜBİTAK-BİDEB'e doktora burs desteği için teşekkür eder.

V. KAYNAKLAR

- [1] L. Yujiri, M. Shoucri, P. Moffa, "Passive millimeter-wave imaging," *Microwave Magazine IEEE*, c. 4, s. 3, ss. 39-50, 2003.
- [2] R. Appleby, R. N. Anderton, "Millimeter-Wave and Submillimeter-Wave Imaging for Security and Surveillance," *Proceedings of the IEEE*, c. 95, s. 8, ss. 1683-1690, 2007.
- [3] A. Denisov ve diğ., "Some experiments concerning resolution of 32 sensors passive 8 mm wave imaging system," 20th. International Symposium on Space Terahertz Technology (ISSTT), Virginia, USA, 2009, ss. 227-229.
- [4] A. Vertiy, ve diğ., "Short and Long Range Passive Imaging in Millimeter-Wave-Band," IEEE General Assembly and Scientific Symposium (XXXth URSI), İstanbul, Türkiye, 2011, ss. 1-4.
- [5] L. Duixian, G. Brian, P. Ulrich, G. Janusz, *Advanced Millimeter-Wave Technologies, Antennas, Packaging and Circuits*, Wiley Publishing, 2009.

- [6] M. Duman, A.O. Salman, "Theoretical Investigation of Blackbody Radiation for the Passive Millimeter wave Imaging System," 2. International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Türkiye, 2018, ss. 1-4.
- [7] K. P. Kumar, *Ground-Based Microwave Radiometry and Remote Sensing, Methods and Applications*, CRC Press, 2014.
- [8] C. Elachi, *Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing*, Wiley Series in Remote Sensing, 1987.
- [9] G. Mehdi, ve diğ., "A Modular Ka-Band Front-End Receiver for Passive Imaging System," 16th International Multi Topic Conference (INMIC), Lahore, Pakistan, 2013.
- [10] K. Mizuno, ve diğ., "New Applications of Millimeter-Wave Incoherent Imaging," IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, Long Beach, CA, USA, 2005.
- [11] C. A. Balanis, *Anten Teorisi Analiz ve Tasarım*, 3. baskı, Nobel Yayınları, 2013.
- [12] N. Skou, D. Le Vine, *Microwave Radiometer Systems, Design and Analysis*, 2. Baskı, Artech House, 2006.
- [13] F. T. Ulaby, R. K. Moore, A. K. Fung, *Microwave Remote Sensing, Active and Passive, Volume 1, Microwave Remote Sensing Fundamentals and Radiometry*, Artech House Inc., 1981.