

Yüksek Kazançlı Geniş Bantlı Horn Anten ile Tünel Tespiti

Cumali KOPMAZ*, Oğuzhan AKGÖL, Muharrem KARAASLAN, Emin ÜNAL

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 31200, Hatay

YAYIN BİLGİSİ

Tarihçe:

Alınış: Aralık 2019
Kabul: Aralık 2019
Online Yayınlanma: Aralık 2019

Anahtar Kelimeler:

Horn anten
Tünel tespiti
Yeraltı boşluk tespiti

ÖZET

Günümüzde anten tabanlı birçok sensör kullanılmakta olup, bu anten tabanlı sensörler ile farklı alanlarda tespit ve ölçüm yapılabilmektedir. Bu çalışmada toprak altındaki tünel ve boşluk tespiti için yüksek kazançlı geniş bantlı horn anten tasarlanmıştır. Tasarımın simülasyonu için elektromanyetik simülasyon programından faydalanılmıştır. Yapmış olduğumuz çalışmada kum malzemesi olarak simülasyon programının kütüphanesinden sandy soil materyali referans alınmıştır. İlk olarak horn antenlerin altına kum zemin yerleştirilmiş ve simüle edilmiştir. Ardından kum zeminde bir tünel açılmış ve elektromanyetik simülasyon programı kullanılarak simüle edilmiştir. Yapılan simülasyonların sonucunda $S_{2,1}$ saçılma parametreleri kıyaslanarak tünelin konumu belirlenmiştir. Bu çalışma ileriki süreçlerde geliştirilebilir ve farklı anten tabanlı sensör çalışmalarına örnek olabilir.

Tunnel Detection with High-Gain WideBand Horn Antenna

ARTICLE INFO

History:

Received: December 2019
Accept: December 2019
Available online: December 2019

Keywords:

Horn antenna
Tunnel detection
Underground space detection

ABSTRACT

Nowadays, many antenna based sensors are used, these antenna based sensors can be done detection and measurement in different areas. In this study, the high gain wideband horn antenna is designed for tunnel and space detection under the ground. Electromagnetic simulation program was used to simulate the design. Sandy soil material is taken as reference from the library of the simulation program as sand material. At first, the sand ground is placed under the horn antennas and simulated. Then, a tunnel was opened in the sand ground and simulated by using electromagnetic simulation program. As a result of the simulations, the position of the tunnel was determined by comparing the $S_{2,1}$ scattering parameters. This work can be developed in the future and can be an example of different antenna based sensor studies.

1. Giriş

Anten tabanlı sensörler farklı metotların bulunması ve geliştirilmesi ile her geçen gün artan bir kullanım alanına sahiptirler. Anten; verici tarafından boşluğa gönderilen elektromanyetik dalgaları toplayarak bu dalgaları iletim hatları vasıtasıyla alıcıya ileten (alıcı anten) veya iletim hatlarından gelen sinyali boşluğa elektro manyetik

dalga olarak gönderen (verici anten) iletkenler bütününe denir [1].

Antenlerin alıcı ve verici özellikleri aynıdır. Bu antenlerin reciprocity özelliği olarak bilinir. Bazı çalışmalarda aynı anten hem alıcı anten hem de verici anten olarak kullanılabilir. Buna örnek olarak radarlarda ve telefonlarda kullanılan

antenler hem alıcı anten hem de verici anten olarak kullanılabilir [2], [3].

Tablo 1. Anten çeşitleri [1]

İzotropik antenler	Çok Yönlü Antenler	Yönlü Antenler
-	Monopol Antenler	Yagi-Uda Antenleri
-	Yarım Dalga Dipol Antenleri	Çanak Antenler
-	Katlanmış Dipol Antenleri	Log-Periyodik Antenler
-	-	Rombik Antenler

Horn anten, yönlü yayılım yapmak amacıyla kullanılan ve şekli kornaya benzediği için horn adını alan anten türüdür. Horn antenler yaygın olarak kablo tipi antenlerden daha yüksek mikrodalga frekanslarında kullanılırlar [4]. Horn antenlerin bant genişlik aralığının fazla olması, dalga kılavuzuna uygun kolay bir arayüze sahip olmaları, yapılarının basit olması gibi avantajları vardır [5]. Ayrıca horn antenlerin tek bir yönde yayılım yapmaları, verimlerinin yüksek olması ve yukarıdaki belirtilen avantajlarından dolayı bu çalışmada horn anten kullanılmıştır.

Horn anten tabanlı sensörler konusunda literatüre bakıldığında birçok çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir. Ayman ve Abdel [6], gizli hedef tespiti için horn anten tabanlı sensör geliştirmişlerdir. Çalışmalarında 3 horn anten kullanmışlardır, bu horn antenlerden ortadaki statik radar görevi görürken, iki yan anten gizli bir nesneden geri dağılmış sinyalleri almak için kullanılır [6]. Fernand [7], Otomatik kapı sensörlerini horn anten kullanarak geliştirmiştir ve bazı sakıncaları önlemiştir [7].

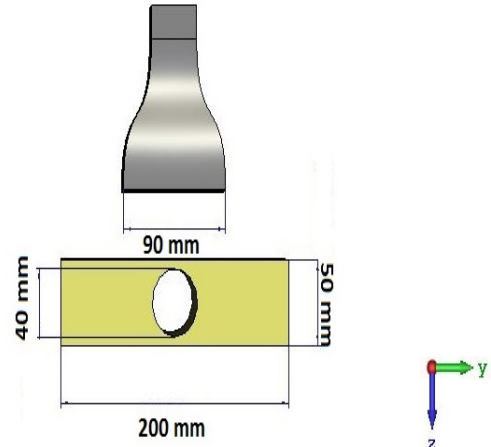
Tünel tespiti hakkında da literatüre bakıldığında birçok çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir. Daniel ve arkadaşları [8], yasadışı kazılan tünellerin tespiti ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 8 bantlı VNIR(visible and near-infrared) aralığında yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini pansharpening teknikleri kullanarak üretmişlerdir ve deep CNN(convolutional neural network) metodu kullanılarak tünel tespitini

yapmışlardır [8]. Lorenzo ve arkadaşları [9], tünel ve yeraltı boşlukları tespiti için RF(Radio Frequency) tomografisi yöntemini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada zeminin yüzeyine düşük maliyetli alıcıları ve vericileri hafifçe gömmüşlerdir. Bu vericiler toprağa güç gönderir ve alıcılar yansıyan gücü toplayıp ana istasyon olarak adlandırdıkları merkeze iletir. Bu şekilde tünel tespiti gerçekleştirmişlerdir [9]. Peterie ve arkadaşları [10], SH- dalga kırınımı görüntüleme yoluyla uyuşturucu ve insan kaçakçılığı için kullanılan gizli tünelleri tespit etmek üzerine bir çalışma yapmışlardır [10]. Sarah ve arkadaşları [11], tünel ortamında ileri ve geri yayılan yüzey dalgaları arasında oluşan etkileşimden dolayı meydana gelen yüzey dalga enerjisinden tünel tespiti çalışması yapmışlardır [11].

Öncelikle bu çalışmada elektromanyetik simülasyon programında birbirine paralel 2 adet aynı boyutlarda horn anten tasarlanmıştır. Sonra bu antenlerin altına kum zemin olarak simülasyon programının kütüphanesinden sandy soil yerleştirilmiştir. Bu şekilde simüle edilmiş ve $S_{2,1}$ sonuçları elde edilmiştir. Daha sonra bu kum zemin içerisine bir tünel açılmış ve tekrar simüle edilmiştir ve $S_{2,1}$ sonuçları kayıt edilmiştir. Son olarak sadece kum zeminin ve içinde tünel olan kum zeminin $S_{2,1}$ sonuçları karşılaştırılmış ve sonuç elde edilmiştir.

2. Anten Tasarımı

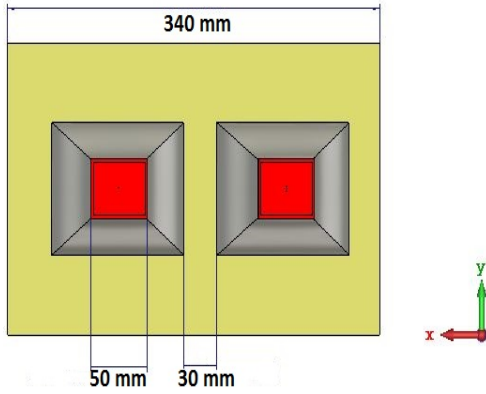
Deney düzeneği 2 horn antenden, kum zeminden ve içinde tünel boşluğa bulunan kum zeminden oluşmaktadır. Horn antenler elektromanyetik simülasyon programının kütüphanesinde mevcut olan PEC(Perfect Electric Conductor) materyali referans alınarak tasarlanmıştır. Kum zemin olarak simülasyon programının kütüphanesinden sandy soil materyali referans alınmıştır. Horn antenlerin, kum zeminin ve tünelin boyutları aşağıdaki şekillerde belirtildiği gibidir.



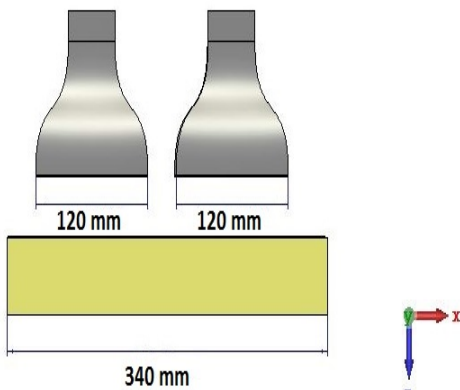
Şekil 1. Tünel ve horn antenlerin boyutları yan görünüm

Elektromanyetik simülasyon programında birbirinin aynı 2 adet horn anten birbirine paralel bir şekilde, aynı yönde yayılım yapacak biçimde tasarlanmıştır. Antenlerin reciprocity özelliği sayesinde alıcı ve verici özellikleri birbirinin aynıdır. Bu özellik sayesinde 1. anten ve 2. anten yer değiştirebilir. 1. anten alıcı 2. anten verici ya da 1. anten verici 2. anten alıcı olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada belirleyici parametre olarak $S_{2,1}$ parametresi seçilmiştir. $S_{2,1}$ parametresi, 1. antenden (verici) 2. antene (alıcı) aktarılan güçtür. Bu çalışmada $S_{2,1}$ parametresinin önemini daha detaylı bir şekilde anlatmak gerekirse verici antenden boşluğa aktarılan sinyallerin kum zeminden yansıyıp alıcı antene iletilme katsayısını gösteren bir saçılma parametresidir.



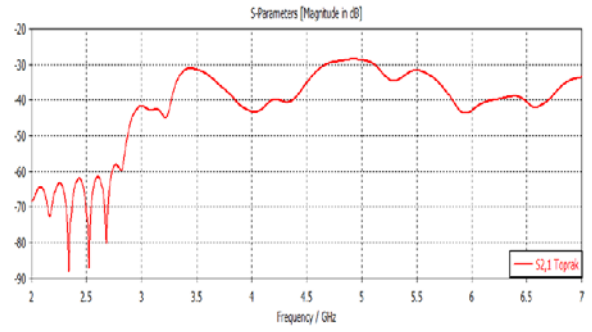
Şekil 2. Horn antenler ve kum zemin boyutları üst görünüm



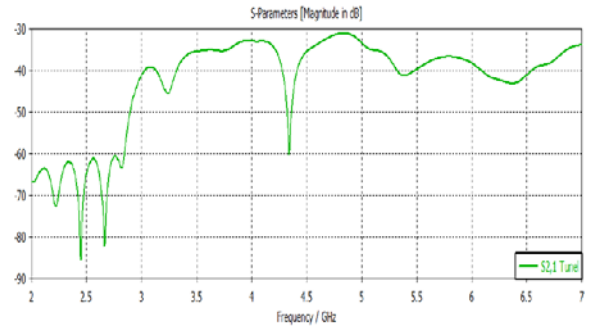
Şekil 3. Horn antenler ve kum zemin boyutları ön görünüm

3. Simülasyon Sonuçları

Şekil 4'te sadece toprak ve şekil 5'te tünel için $S_{2,1}$ saçılma parametrelerinin dB cinsinden sonuçları grafik olarak gösterilmiştir.

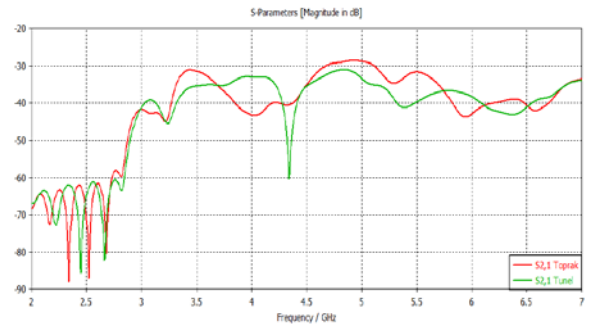


Şekil 4. Sadece toprak için $S_{2,1}$ sonuçları



Şekil 5. Tünel için $S_{2,1}$ sonuçları

Grafiklerde görülen $S_{2,1}$ parametrelerindeki değişimlerin sebebi, maddelerin dielektrik sabitlerinin frekansa bağlı olmasıdır. Maddelerin dielektrik sabitleri farklı frekanslarda farklı değerlerdir ve bu sebepten $S_{2,1}$ parametrelerinde değişime yol açar.



Şekil 6. $S_{2,1}$ sonuçları kıyaslaması

Şekil 6'da tünel ve toprak için elde edilen $S_{2,1}$ parametre sonuçları kıyaslanmıştır. Bu doğrultuda 2 parametre arasındaki farkın tünel tespiti yapabilmek için yeterli olduğu gözlemlenmiştir.

4. Sonuçlar

Çalışmada, 200mm x 340mm boyutlarındaki ve 50mm derinliğindeki kum zemin içindeki 40mm çapındaki tünel tespiti birbirine paralel 2 horn anten ile yapılmıştır. Bu çalışmada kum zemin için sandy soil, horn antenler için PEC materyali simülasyon programının kütüphanesinden referans alınmıştır, tasarlanmıştır. Daha sonra kum zemin ve tünel için ayrı ayrı simülasyon

gerçekleştirilmiştir. Belirleyici parametre olarak $S_{2,1}$ parametreleri seçilmiştir. Elde edilen simülasyon sonuçları doğrultusunda $S_{2,1}$ parametrelerinde tünel tespiti için yeterli fark bulunmuştur ve tünelin konumu başarılı bir şekilde tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçları gelecekte yeni metotlarla geliştirilebilir ve farklı anten tabanlı sensör çalışmalarına ışık tutabilir.

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye’de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği’nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE’2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Elektrikport, <https://www.elektrikport.com/haber-roportaj/antenler-ve-cesitleri/16763#ad-image-0>, Yıldızlı Proje Danışmanlık ve Eğitim, erişim tarihi: 05.05.2019
- [2] BALANİS, CA. Antenna Theory Analysis and Design. 2. Baskı. New York: John Wiley & Sons; 1997.
- [3] Johnson, R. C., Ecker, H. A., & Hollis, J. S. Determination of far-field antenna patterns from near-field measurements. Proceedings of the IEEE 1973; 61(12): 1668-1694.
- [4] Huang, Y., Boyle, K. Antennas: From Theory to Practice. 1. Baskı. United Kingdom: John Wiley & Sons; 2008.
- [5] Yeh, M. H. (2004). U.S. Patent No. 6,778,140. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [6] Elboushi, A., & Sebak, A. MMW sensor for hidden targets detection and warning based on reflection/scattering approach. IEEE Transactions on Antennas and Propagation 2014; 62(9): 4890-4894.
- [7] Van Genechten, F. (2000). U.S. Patent No. 6,114,956. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [8] Perez, D., Banerjee, D., Kwan, C., Dao, M., Shen, Y., Koperski, K., ... & Li, J. Deep learning for effective detection of excavated soil related to illegal tunnel activities. In 2017 IEEE 8th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference (UEMCON) (pp. 626-632). IEEE, New York-USA, October 2017.
- [9] Monte, L. L., Erricolo, D., Soldovieri, F., & Wicks, M. C. Radio frequency tomography for tunnel detection. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2009; 48(3): 1128-1137.
- [10] Peterie, S., Miller, R., Morton, S., Wang, Y., Sloan, S., Moran, M., & Cudney, H. Tunnel detection using SH-wave diffraction imaging. In SEG Technical Program Expanded Abstracts 2016; (pp. 5006-5010). Society of Exploration Geophysicists.
- [11] Morton, S. L., Peterie, S. L., Ivanov, J., Miller, R. D., & Sloan, S. D. Joint interpretation of multicomponent surface-wave data for tunnel detection. In SEG Technical Program Expanded Abstracts 2017; (pp. 5458-5464). Society of Exploration Geophysicists.