

Geniş Yükseliş Hüzmeli Ku Bant Dizi Anten Tasarımı

Alper Ünal
Radar Sistemleri Elektromanyetik Tasarım Müdürlüğü
Meteksan Savunma Sanayii A.Ş.
Ankara
aunal@meteksan.com

Özet: Gözetleme radar uygulamalarında, büyük hacimlerin hızlı bir şekilde taranması ve hedef konumunun hassas bir şekilde belirlenmesi için yelpaze şeklinde hüzmesi olan antenlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada, bu ihtiyaçları karşılayacak ve Ku bant gibi yüksek frekanslarda çalışacak bir antenin tasarımı sunulmaktadır. Yüksek frekanslarda karşılaşılabilecek kayıpların önüne geçebilmek için dalga kılavuzu iletim hatları ve ışıyıcı elemanlar kullanılmıştır. Birim ışıyıcı eleman tasarımı periyodik sınır koşullarının kullanımı ile gerçekleştirilmiş ve daha sonrasında dalga kılavuzu güç bölücüler ile gerçekleştirilen besleme devresi ile birleştirilerek anten elde edilmiştir.

Abstract: In order to rapidly scan large volumes and produce precise target locations fan-beam antennas are usually employed in surveillance radar systems. In this work, waveguide transmission lines are employed to mitigate large losses that are common in high frequency applications. Radiating elements are designed by using periodic boundary conditions and are then integrated to the waveguide power divider feeding network, resulting in the final antenna design.

1. Giriş

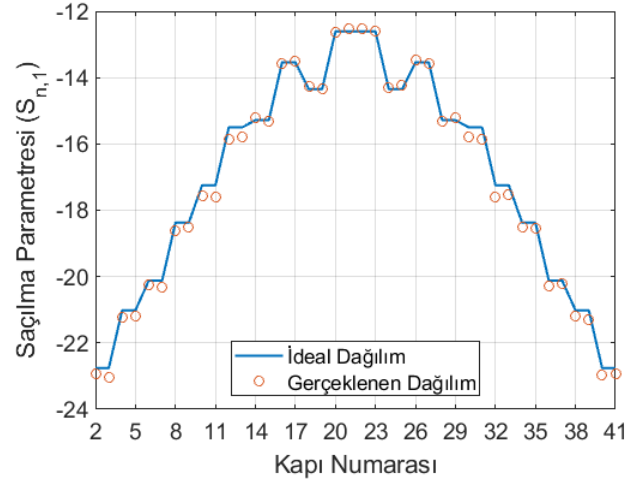
Gözetleme radarları kısa sürelerde çok büyük hacimleri tarayıp, hacim içerisinde ilgili hedeflerin olup olmadığı bilgisini üretebilmektedirler. Bu tür radar sistemleri tespit ettikleri hedef ile ilgili yüksek doğruluklu yanca ve menzil bilgisi üretebilmektedirler. Bu bildiride bu tür bir gözetleme radarında kullanılabilecek, yüksek yanca doğruluğu sağlamak için dar bir yanca hüzme genişliğine sahip olan ve aynı zamanda geniş yükseliş hüzmesine sahip olan bir antenin tasarımı sunulmaktadır.

2. Dizi Tasarımı

Antenin kullanılması planlanan sistemdeki fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için yanca ve yükseliş eksenlerinde sırasıyla 2 ve 40 derece hüzme genişliklerine sahip olması gerekmektedir. Yükseliş eksenindeki hüzme oluşturmak için birim eleman ışınım örüntüsü kullanılmıştır. Antenin yanca eksenindeki ışınım örüntüsü ise yaklaşık 0.75λ aralıkla konumlandırılmış 40 adet birim eleman ile elde edilmiştir. Ana hüzme yönünün frekansa bağlı olarak değişmemesi ve antene dik olabilmesi için paralel bir güç bölücü devresi ile bu 40 elemanın beslenmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak yan lob seviyelerinin bastırılabilmesi için farklı oranlarda güç çıkışı sağlayan güç bölücüler kullanılmıştır. Öte yandan her kapısından farklı miktarda güç alınacak 40 yollu bir güç bölücünün tasarımı zorlu olacağı için antenin besleme devresi olarak iki kademeli bir yapı tercih edilmiştir. İlk aşamada kullanılan yapı 10 yollu bir güç bölücüdür. Bu kademede 25 dB Taylor [1] dağılımının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. İhtiyaç duyulan eşit olmayan güç bölücüler H-düzlem dalga kılavuzu yapıları ile [2] gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu bölücünün çıkışlarına dört yollu bölücüler eklenerek besleme devresi tasarımı tamamlanmıştır. Antenin dizi tasarımı sonucunda güç bölücüsünden elde edilmesi beklenen S parametreleri ve elektromanyetik benzetim sonucunda elde edilen S parametrelerinin karşılaştırması Şekil 1'de gösterilmektedir. Elde edilen besleme devresinde tüm çıkış kapılarında eşit faz hedeflenmiştir.

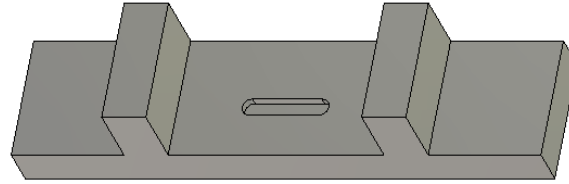
3. Birim Işıyıcı Eleman Tasarımı

Dizi antende yükseliş yönünde 40 derece gibi geniş bir hüzmenin elde edilmesi gerekmektedir. Bu isterin sağlanabilmesi için tek bir yarık içeren dalga kılavuzu ışıyıcı elemanlar kullanılmıştır. Öte yandan, tek bir yarık ile yükseliş hüzme genişliği isterinin sağlanması mümkün olmamakta ve daha geniş hüzmeler elde edilmektedir. Hüzme genişliklerinin azaltılması için yarık etrafına kulakçık yapıları eklenmiştir. Bu sayede, antenin yanca ve



Şekil 1. 40 yollu güç bölücü devresi için ideal ve gerçekleştirilen çıkış güç seviyeleri.

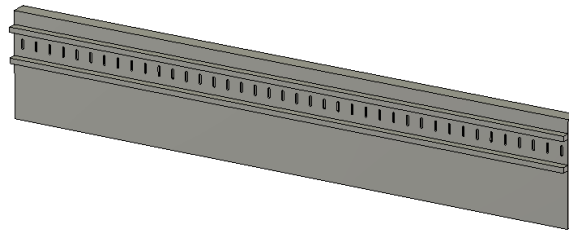
yükseliş yönündeki ışınım örüntüleri birbirlerinden bağımsızlaştırılabilmiştir. Buna ek olarak, yükseliş hızı genişliğinin değiştirilmesi istendiğinde dizi ve güç bölücü tasarımında bir değişiklik yapılması gerekmeden, sadece kulaklık geometrileri değiştirilerek bu istekler karşılanabilmektedir. Işıyıcı eleman, dalga kılavuzu merkez çizgisinden kaçık bir şekilde konumlandırılan ve $\lambda_g/4$ mesafede bir kısa devre ile sonlandırılan bir yapıdadır. Yanyana konumlandırılacak 40 adet ışıcı eleman yüksek miktarda karşılıklı etkileşim etkileri altında olacaktır. Literatürde, yarıklı dalga kılavuzu antenlerin bu etkileşim altında tasarımı için yöntemler bulunmaktadır [3]. Fakat bu antende, birim eleman tasarımı sonsuz periodik sınır koşulları kullanılarak yapılmıştır ve bu sayede karşılıklı etkileşimler, kenar elemanları hariç olmak üzere, tasarıma eklenebilmiştir. Tasarım sonucunda elde edilen birim ışıcı eleman Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Birim ışıcı elemanın görünümü.

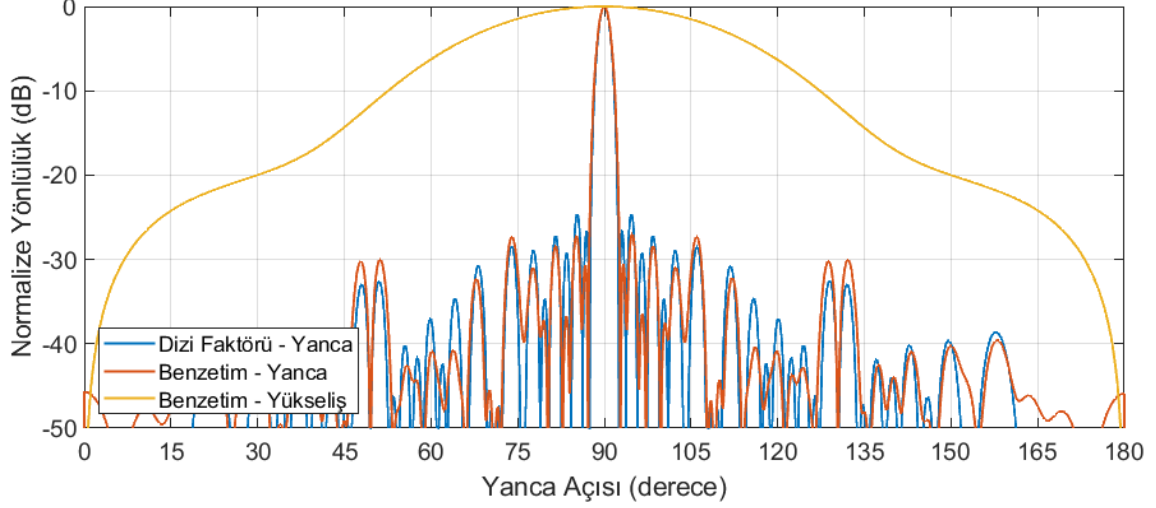
4. Sonuç

Tasarımı gerçekleştirilen dalga kılavuzu güç bölücü ve ışıcı elemanlar birleştirilmiş ve anten elde edilmiştir. Antenin genişliği yaklaşık 560 mm, yüksekliği 110 mm, derinliği ise 40 mm’dir. Anten, alüminyumdan talaşlı imalat yöntemi ile imal edilmiş olup üretilen parçalar daha sonra vakum altında sert lehimleme ile birleştirilmiştir.



Şekil 3. Tasarımı yapılan dizi antenin görünümü.

Bu sayede dalga kılavuzu bileşenlerin elektriksel sürekliliği korunarak birleştirilmesi mümkün olmuştur. Antenin elektromanyetik analiz sonucunda elde edilmiş yanca ve yükseliş ışınım örüntüleri ve yanca yönünde tasarım esnasında elde edilen dizi faktörü örüntüleri Şekil 4'te sunulmaktadır. Özellikle yanca eksenindeki ışınım örüntülerinin büyük oranda uyumlu olduğu gözlemlenmekte ve dolayısı ile antenin tasarım ile uyumlu olduğu değerlendirilmektedir. Elde edilen antenin yanca ve yükseliş hüzmeye genişlikleri sırasıyla 2 ve 42 derece olarak elde edilmiş olup anten yönlülüğü 26 dBi olarak elde edilmiştir. Elde edilen anten tasarımının özellikle gözetleme radar uygulamalarında kullanılabilir olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 4. Dizi faktörü ve antenin elektromanyetik analiz sonucunda elde edilen ışınım örüntüsü karşılaştırması.

Kaynaklar

- [1]. Villeneuve A., "Taylor Patterns for Discrete Arrays", IEEE Trans. on Antennas and Propagation, cilt. 32, no. 10, s. 1089-1093, Ekim 1984.
- [2]. Joubert J. ve Rengarajan S. R., "Design of unequal H-plane waveguide-power dividers for array applications," IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium., 1996, s. 1636-1639 cilt.3,
- [3]. Elliott R., "An improved design procedure for small arrays of shunt slots," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, cilt. 31, no. 1, s. 48-53, Ocak 1983