

FAZ KAYMALI DOĞRUSAL DİZİ ANTENLERDE SIFIR NOKTALARININ KAYDIRILMASI VE ÖRÜNTÜNÜN ŞEKİLLENDİRİLMESİ

Fehmi KARAAĞAÇ, Nursel AKÇAM*

*Gazi Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Maltepe 06570 Ankara
ynursel@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, izotropik elemanlardan oluşan faz dizili antenin ışıma örüntüsüne ait sıfır noktalarının, karıştırıcıların veya istenmeyen sinyallerin bulunduğu noktalara kaydırılarak bu sinyallerin bastırılması amaçlandı. İki karıştırıcının bulunduğu ortamda, antenin ışıma örüntüsüne ait sıfır noktaları kaydırılarak karıştırıcıların bastırılması sağlandı. Ayrıca yerleri devamlı olarak değiştirilen iki adet karıştırıcının bastırılması için dizi anten örüntüsü üzerindeki değişim, hazırlanan program ile analiz edildi. Doğrusal faz kaymalı dizi antenler üzerine yaptığımız bu çalışmada; ana hüzmeyi hedefin bulunduğu noktaya kaydırabilen, örüntüde bulunan sıfır nokta sayısı kadar karıştırıcı tanımlayabilen, örüntünün sıfır noktalarını bu karıştırıcıların bulunduğu noktalara kaydırabilen ve dizi eleman sayısını isteğe bağlı olarak değiştirebilen bir program Schelkunov Tekniği baz alınarak hazırlanmıştır.

1.GİRİŞ

Faz kaymalı antenlerin kullanıldığı radar ve haberleşme sistemlerinin performansını düşüren gürültünün ve kasıtlı olarak yapılan karışımların etkisini azaltmak amacıyla, antenin ışıma örüntüsüne ait sıfır noktalarının karıştırıcıların olduğu noktalara veya istenmeyen sinyallerin bulunduğu yönlere kaydırılarak bu sinyallerin bastırılması sağlanır. Antenin ışıma örüntüsünü oluşturan sıfır noktaları istenmeyen sinyallerin alındığı açılara doğru döndürülerek sistem üzerindeki istenmeyen etkiler azaltılırken aynı zamanda ana hüzmeyi de istenen sinyallerin veya hedefin bulunduğu yöne doğru kaydırılması amaçlanır.

2.SIFIR NOKTALARININ KAYDIRILMASI VE ÖRÜNTÜNÜN ŞEKİLLENDİRİLMESİ

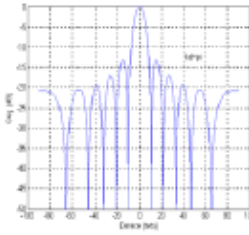
N tane özdeş elemanı bulunan bir doğrusal dizi için elemanlar arası uzaklık d , ardışık faz kayması β ve besleme akım katsayılarının w_n olduğu durumda Dizi Faktörü aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$AF = \sum_{n=0}^{N-1} w_n e^{jn\Psi} \quad (1)$$

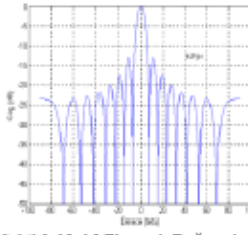
Burada; $\Psi = kdu + \beta = kd \sin(\theta) + \beta$, k dalga sayısı ve λ dalgaboyudur.

Eleman Sayısının Dizi Anten Örüntüsüne Etkisi:

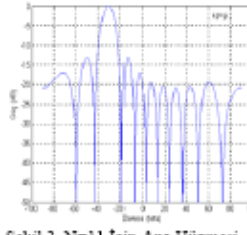
Eleman sayısının (N) dizi anten örüntüsüne etkisini tam olarak görebilmek için öncelikle karıştırıcının veya gürültü sinyalinin bulunmadığı durumda $N=11$ ve $N=15$ için oluşacak anten ışıma örüntüsü incelenecektir. Şekil 1 ve 2'de sırasıyla verilen 11 ve 15 elemanlı dizi örüntülerine ait yönlülükler incelendiğinde, eleman sayılarının artması ile yönlülüğün arttığı görülür. Ana hüzmeyi sağında ve solunda bulunan birinci sıfır noktalarına ait açılal değerler ana hüzmeyi genişliği ile ilgilidir ve antenin yönlülüğünü belirler. 11 ve 15 elemanlı diziler için ana hüzmeyi genişlikleri (3 dB açılan) sırasıyla 6.78 ve 9.26 derece olarak bulunur.



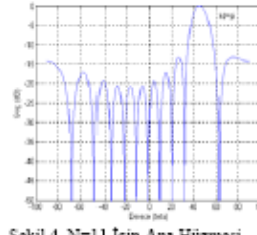
Şekil 1. N=11 Elemanlı İçin Doğrusal Dizi Anten Işıma Örüntüsü



Şekil 2. N=15 Elemanlı Doğrusal Dizi Anten Işıma Örüntüsü



Şekil 3. N=11 İçin Ana Hüzmeye -30 Dereceye Kaydırılan Dizi Anten Işıma Örüntüsü



Şekil 4. N=11 İçin Ana Hüzmeye 45 Dereceye Kaydırılan Dizi Anten Işıma Örüntüsü

Ana Hüzmeyin Kaydırılmasının Anten Işıma Örüntüsüne Etkisi:

N=11 olan dizi antenin tarama performansını da gözlemlemek amacıyla ana hüzmeye -30 ve 45 derecelik faz kaymaları Şekil 3 ve 4'te verilmiştir. Şekil 3 ve 4'te verilen anten ışınım örüntülerine ait ana hüzmeye -30 ve 45 derecelere kaydırıldığında, tarama ile birlikte ana hüzmeye açı genişlemektedir. Faz kayması sıfır iken ana hüzmeye genişliği yaklaşık 21 derece iken, ana hüzmeye -30 dereceye kaydırıldığında bu değer yaklaşık 24.4 derece, 45 dereceye kaydırıldığında ise yaklaşık 31 derece olur. Ana hüzmeye kaydırılırken hüzmeye genişliği $1/\cos \theta$ ile orantılı olarak değişir. Ana hüzmeye ne kadar yönlü ise kazançta o oranda yüksek olacağından en yüksek kazanç $\theta=0$ derecede elde edilir. Bu durumda kazanç taramayla birlikte azalır. Bunun nedeni tarama ile birlikte hüzmeye genişlemesidir. Geniş açılarda tarama yapılırken dizi kazancının yönüyle göre çok daha küçük olmasının nedenini, dizi elemanları arasında karşılıklı etkileşimin sebep olduğu uyumsuzluk problemleri oluşturur.

İki Adet Karıştırıcının Bulunduğu Ortamda Uygun Dizi Yapısının Belirlenmesi:

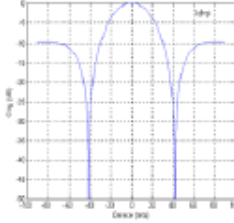
-20 ve 38 derecelerde iki adet karıştırıcının tespit edildiği varsayılarak tespit edilen bu karıştırıcıların etkisini azaltmak veya sıfırlamak amacıyla optimum dizi yapısını bulmaya çalışıldı. Ortamda iki adet karıştırıcı bulunuyor olmasından dolayı idealde en az iki tane sıfır noktasına sahip anten olacağı değerlendirilir. Bu nedenle üç elemanlı bir dizi ile çalışmaya başlamak uygun olur. N=3 olan dizinin orijinal örüntüsü ile sıfırlarının -20 ve 38 derecelere kaydırılmış halleri sırasıyla Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. Sıfırların karıştırıcıların yönünde kaydırılması ile örüntüde belirsizliğe yol açan istenmeyen büyük yan hüzmeye meydana gelmiştir. Oluşan belirsizliği çözmek amacıyla eleman sayılarının artırılması yoluna gidilir. Sıfırların karıştırıcıların yönünde kaydırılması ile örüntü yan hüzmeye birinde önemli derecede istenmeyen bir yükselme meydana gelmektedir. N=4 mevcut karıştırıcıları bastırmak için uygun bir yapı değildir (Şekil 7). Bu durumda dizi eleman sayısını artırmaya devam edilir. N=5 için orijinal ve sıfırların kaydırılmasından sonra oluşan anten örüntüleri Şekil 8'de verilmiştir. Sıfırların karıştırıcıların yönünde kaydırılması ile örüntü yan hüzmeye seviyelerinde önemli derecede düşüş meydana gelmiştir. Ancak bu düşüş ana hüzmeye açısının istenmeyen bir şekilde büyümesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle N=5'de karıştırıcıları bastırmak için uygun bir yapı değildir. N=6 için orijinal ve sıfırların kaydırılmasından sonra oluşan anten ışınım örüntüleri Şekil 9'da verilmiştir. N=6 için sıfırların karıştırıcıları yönünde kaydırılması ile örüntü yan hüzmeye seviyelerinde önemli derecede bir değişimin ve ana hüzmeye genişliğinde önemli bir sapmanın olmadığı görülmüştür. N=6 elemanlı dizi yapının -20 ve 38 derecelerde bulunan karıştırıcıları bastırmak için uygun bir yapı olarak görülse de karıştırıcıların yerleri değiştiğinde örüntünün şeklinde de bozulmalar meydana gelir. -20 ve 38 derecelerdeki karıştırıcıları bastırmak açısından uygun olan 6 elemanlı dizi yapısı karıştırıcıların yerlerinin değişmesi durumunda yetersiz kalır.

Karıştırıcıların sabit olmadığı yani devamlı olarak konumlarının dizi antene göre değiştiği durumlarda örüntüyü optimize etmek zorlaşır. Bu nedenle karıştırıcıların konumlarının dinamik olarak değiştiği gerçek zamanlı uygulamalarda anten eleman sayısı, elastikiyeti sağlamak açısından karıştırıcı sayısına oranla daha büyük seçilir.

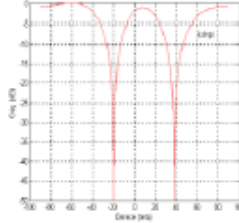
Konumları Değiştirilen İki Adet Karıştırıcının 16 Elemanlı Dizi Anten İle Bastırılması Sonucunda Oluşan Örüntünün Analizi:

Karıştırıcıların -10 ile -25 derecede bulundukları durumda oluşan ışınım örüntüsü Şekil 10'de verilmektedir. Ana hüzmeye en yakın sıfır noktasının -10 dereceye kaydırılmasından dolayı ana hüzmeye genişleme olmuştur. Bunun

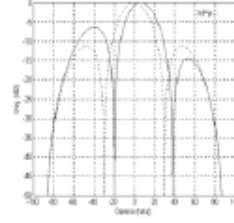
sonucu olarak yan hüzmeye seviyelerinde değişimler meydana gelmiştir. Karıştırıcıların -60 ile -75 derecede bulundukları durumda oluşan örüntü Şekil 11'i incelendiğinde örüntünün ana hüzmeye açısında değişim olmadığı ve karıştırıcılara yakın olan yan hüzmeye seviyelerinde önemli ölçüde bir düşüşün olduğu görülmektedir. Bunun sonucu olarak, ana hüzmeye sağında bulunan yan hüzmelerde artış olmuştur. Karıştırıcıların 20 ile 25 derecede bulundukları durumda, oluşan ışıma örüntüsü Şekil 12'i incelendiğinde örüntünün ana hüzmeye açısında değişim olmadığı ve karıştırıcılara yakın olan yan hüzmeye seviyelerinde önemli ölçüde bir düşüşün olduğu görülmüştür. Ana hüzmeye solunda bulunan yan hüzmeye seviyelerinin tamamında artış meydana gelmiştir. 16 elemanlı dizi üzerinde yapılan deneylerde değişik açılarda bulunan karıştırıcılar bastırılmıştır. Ancak ana hüzmeye yakın noktalarda bulunan karıştırıcılar bastırılırken ana hüzmeye açısında artış olmuştur. Sonuç olarak, dizi anten eleman sayısında sağlanan artış (N=16) sıfırları kaydırma açısından bize bir avantaj sağlamıştır.



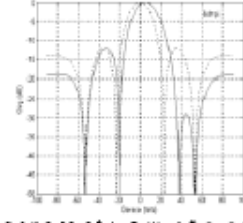
Şekil 5. N=3 İçin Oluşan Dizi Örüntüsü



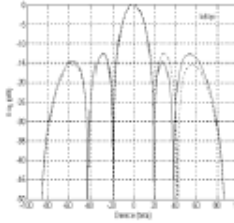
Şekil 6. N=3 İçin Sıfırların -20 ve 38 Derecelerine Kaydırılmasıyla Oluşan Örüntü



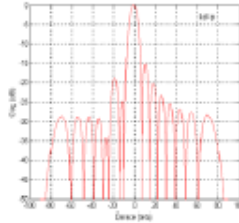
Şekil 7. N=4 İçin Orijinal Örüntü (---) ve Sıfırların -20 ve 38 Derecelerine Kaydırılmasıyla Oluşan Örüntü (—)



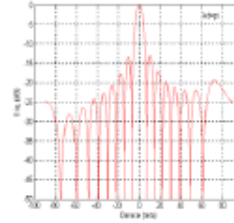
Şekil 8. N=5 İçin Orijinal Örüntü (---) ve Sıfırların -20 ve 38 Derecelerine Kaydırılmasıyla Oluşan Örüntü (—)



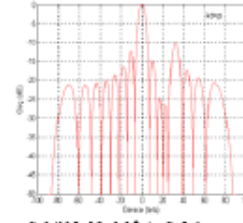
Şekil 9. N=6 İçin Orijinal Örüntü (---) ve Sıfırların -20 ve 38 Derecelerine Kaydırılmasıyla Oluşan Örüntü (—)



Şekil 10. N=16 İçin Sıfırların -10 ve -25 Derecelerine Kaydırılmasıyla Oluşan Örüntü



Şekil 11. N=16 İçin Sıfırların -60 ve -75 Derecelerine Kaydırılmasıyla Oluşan Örüntü



Şekil 12. N=16 İçin Sıfırların 20 ve 25 Derecelerine Kaydırılmasıyla Oluşan Örüntü

SONUÇ

Bu çalışmada, doğrusal faz kaymalı dizi anten örüntüsüne ait sıfır noktalarının karıştırıcıların bulunduğu noktalara genlik kontrollü olarak kaydırılması amaçlandı. Ayrıca örüntü şekilleri tarama açısına, dizi eleman sayısına bağlı olarak incelendi ve sıfır noktalarının kaydırılma çalışmaları yapıldı.

KAYNAKLAR

- [1]. Steyskal H., Shore R.A., ve Haupt R.L., "Methods for Null Control and Their Effects on the Radiation Pattern," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 34, no.3, s.404-409, 1986.
- [2]. Stuckman B.E., ve Hill J.C., "Method of Null Steering in Phased Array Antennas Systems," Electronics Letters, Vol. 26, no.15, s.1216-1218, 1990.
- [3]. Karaağaç F., "Faz Kaymalı Doğrusal Dizi Antenlerde Sıfır Noktalarının Kaydırılması ve Örüntünün Şekillendirilmesi" Y.Lisans Tezi, Gazi Ün. Fen Bil. Enst. Ankara, 2005.