

DÜZLEMSEL ANTEN DİZİLERİNDE DİFERANSİYEL EVRİM ALGORİTMASI İLE ÖRÜNTÜ SIFIRLAMA

Ertuğrul Aksoy¹, Erkan Afacan²

^{1,2}Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi
06570, Maltepe, Ankara

¹e-posta: ertugrulaksoy@gazi.edu.tr

²e-posta: e.afacan@gazi.edu.tr

ABSTRACT

In this paper, differential evolution algorithm is applied to the problem of pattern nulling for a planar antenna array. The planar antenna array consists of isotropic elements placed on the x-y plane and the initial locations of the array antennas are randomly selected. Several simulations are realized to illustrate the performance of the algorithm.

Anahtar sözcükler: Düzlemsel anten dizileri, örüntü sıfırlama, diferansiyel evrim algoritması.

1. GİRİŞ

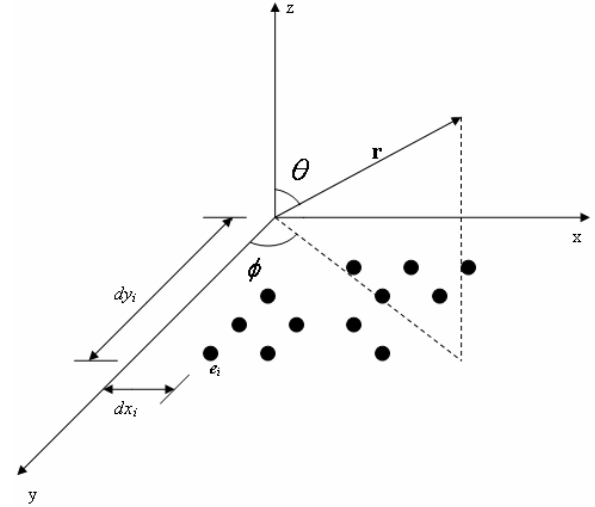
Örüntü şekillendirme, haberleşme sistemlerinin hızla geliştiği günümüzde akıllı antenlerin ve uyarlamalı dizilerin kullanılmaya başlanmasıyla popüler bir problem haline gelmiştir. Anten dizileri ve global optimizasyon yöntemleri kullanılarak sıfır sentezleme yöntemleri literatürde çokça çalışılan konulardandır [2-5]. En çok karşılaşılan sıfır sentezleme yöntemleri; dizi elemanlarının akım genliklerini ayarlanması, akım fazlarının ayarlanması, dizi elemanlarının dizi üzerindeki pozisyonlarının ayarlanması ve dizi elemanların dizi düzleminden yüksekliklerinin ayarlanması olarak sıralanabilir.

Sıfır sentezleme problemlerinde matematiksel kolaylık açısından z-ekseni üzerine orijine göre simetrik olarak yerleştirilmiş doğrusal dizi antenler çoklukla tercih edilmektedir [1-5]. Matematiksel kolaylığının yanında z-ekseni boyunca yerleştirilmiş doğrusal diziler beraberinde birtakım sorunlar da getirmektedir. Z-ekseninin azimut düzleminden bağımsız olması, sıfır sentezlenecek yükselme açısının tüm azimut düzlemlerinde sıfır olacağı anlamına gelir ki bu da uygulama alanlarında olumsuz sonuçlar doğurabilir.

Bu bildiride sıfır sentezleme problemlerinde kullanılabilir alternatif bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemde x-y düzlemine rasgele konulmuş

elemanların istenilen sıfır konumlarını oluşturacak şekilde pozisyonlarının ayarlanması amaçlanmıştır. Dizi elemanı olarak izotropik anten seçilmiş ve istenilen ölçütlere göre dizi elemanlarının konumlarını ayarlayan bir yazılım geliştirilmiştir.

2. DÜZLEMSEL DİZİ ANTEN İÇİN BAĞINTILAR



Şekil-1 Düzlemsel dizi anten geometrisi

Şekil-1 de düzlemsel dizi anten geometrisi verilmiştir ve i . eleman e_i ile gösterilmiştir. Elemanları x-y düzleminde bulunan düzlemsel dizi anten için dizi faktörü:

$$AF = \sum_{i=1}^N a_i e^{j\beta_i} e^{j2\pi x_i \sin \theta \cos \phi} e^{j2\pi y_i \sin \theta \sin \phi} \quad (1)$$

olarak yazılabilir. Bu ifadede

N : dizideki toplam eleman sayısı

a_i : i . elemanın akımının genliği

β_i : i. elemanın akımının fazı

dx_i : i. elemanın x-ekseninden uzaklığı

dy_i : i. elemanın y-ekseninden uzaklığı

olarak verilmektedir.

3. DİFERANSİYEL EVRİM ALGORİTMASI

Diferansiyel evrim algoritması her G neslinin popülasyonunda $NP \times D$ boyutlu parametre vektörleri kullanan bir paralel direkt arama yöntemidir [6]. Burada NP optimize edilmesi istenen parametre sayısı, D ise popülasyondaki birey sayısıdır. Kullanılan parametre vektörü denklem (2)'de tanımlanmıştır:

$$x_{i,G}, i = 1, 2, \dots, NP \quad (2)$$

Algoritmanın akış diyagramı şekil-2 de verilmiştir [5]. Kullanılan maliyet fonksiyonu denklem (3)'de tanımlanmıştır:

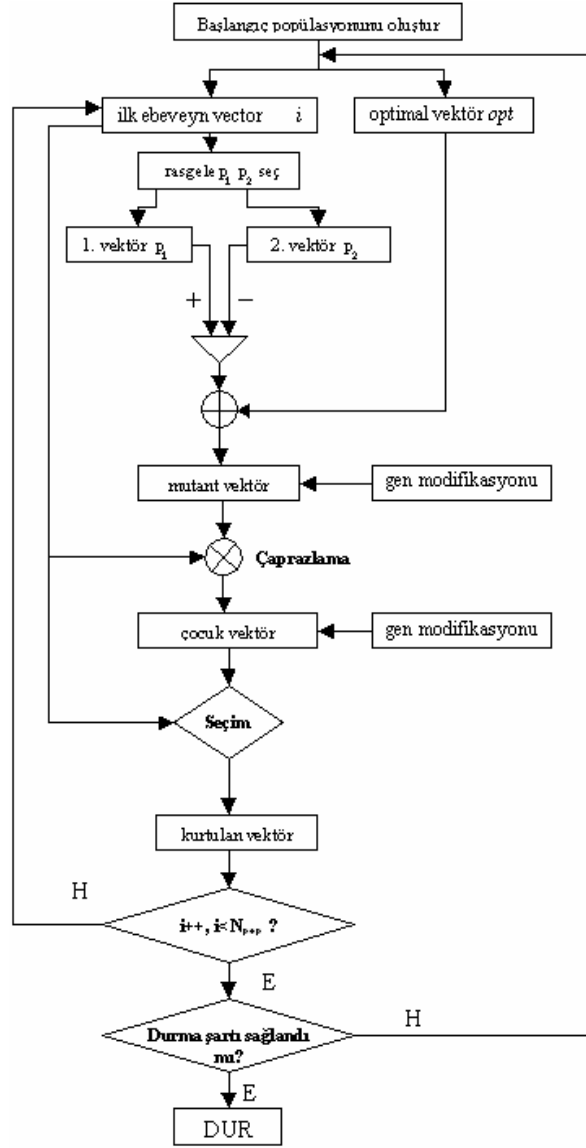
$$f = \sqrt{\sum_{i=1}^K w_i |E_i - NLD_i|^2} \quad (3)$$

Bu ifadede E_i bastırılmak istenen i . kaynak noktasındaki elektrik alan şiddeti ve NLD_i bastırılmak istenen i . kaynak noktasının sıfır derinlik düzeyidir. w_i ($i=1, 2, \dots, K$) ağırlık faktörleri $E_i \leq NLD_i$ durumunda sıfır olacak şekilde ayarlanmıştır.

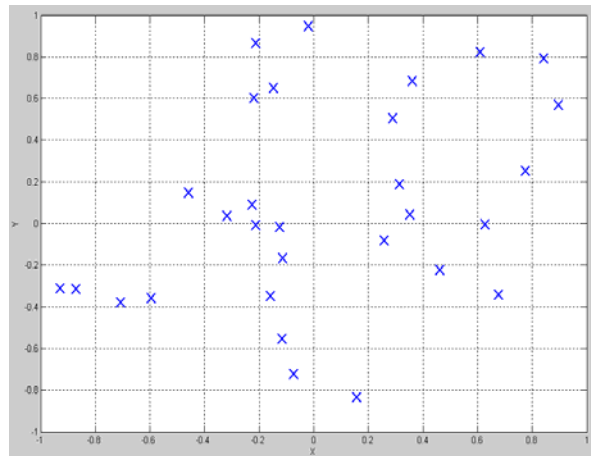
4. SİMÜLASYON SONUÇLARI

30 elemanlı bir dizi ile ($\theta=40, \phi=30$), ($\theta=60, \phi=30$), ($\theta=80, \phi=30$) açılarının bastırılması senaryosu için oluşacak olası dizi geometrisi şekil-3 de gösterilmiştir. Şekil-4 ve şekil-5 de farklı azimut açıları için dizi faktörü ışına örüntüsü verilmiştir. Bu senaryo için oluşan dizi geometrisi ile bastırılmak istenilen açılarda -100dB sıfır derinlik düzeyi sağlanmıştır ve şekil-5 de görüleceği üzere farklı bir azimut açısı için aynı yükselme açıları sıfır olmamaktadır.

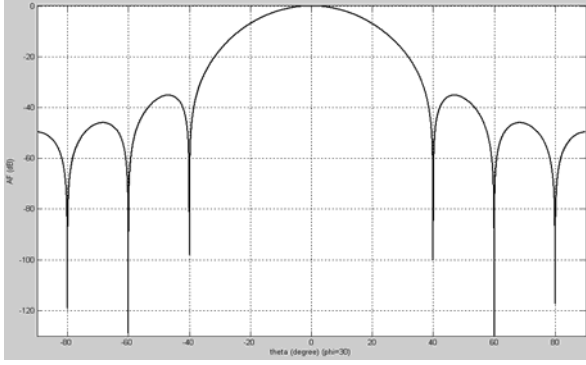
Aynı 30 elemanlı dizi için ($\theta=40, \phi=30$), ($\theta=60, \phi=30$), ($\theta=80, \phi=30$) açıları ile beraber ($\theta=40, \phi=60$), ($\theta=80, \phi=60$) açılarında bastırılması istenen bir başka senaryo için oluşacak dizi geometrisi şekil-6 da gösterilmiştir. Şekil-7 ve şekil-8 de farklı azimut açıları için dizi faktörü ışına örüntüsü verilmiştir. Bu senaryoda söz konusu olan eski sıfır açıların korunması ve iki yeni sıfır noktası oluşturulması işlemi gerçekleştirilmiş ve ilk senaryodaki -100dB sıfır derinlik düzeyi korunmuştur.



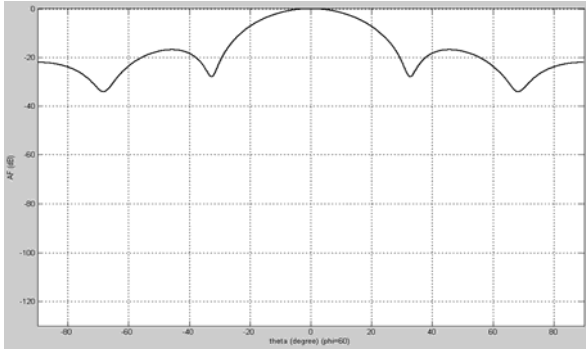
Şekil-2 Diferansiyel evrim algoritması akış şeması



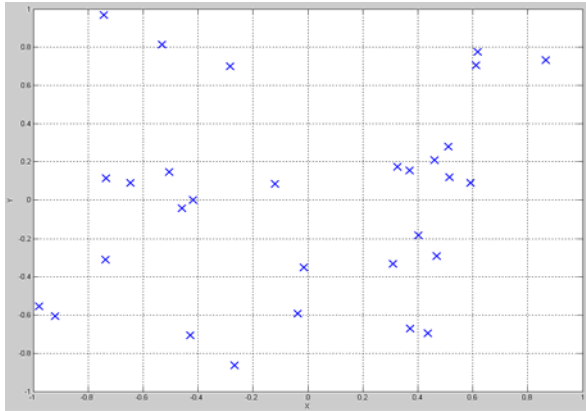
Şekil-3 Senaryo 1 için 30 elemanlı dizi geometrisi



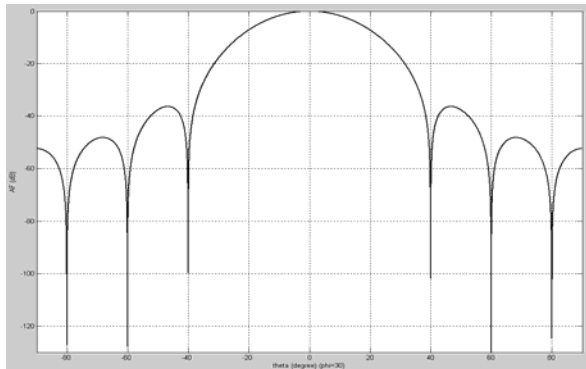
Şekil-4 30 elemanlı dizi için dizi faktörü örüntüsü ($\phi=30$ derece)



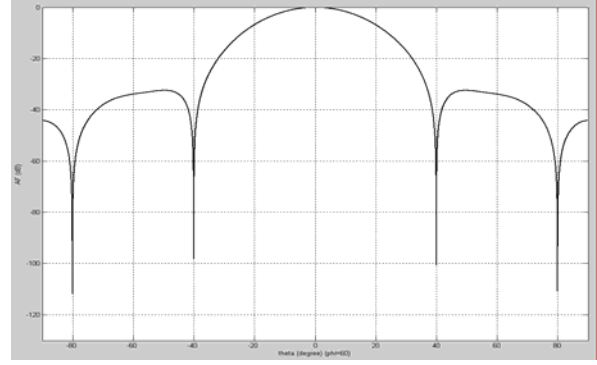
Şekil-5 30 elemanlı dizi için dizi faktörü ışınma örüntüsü ($\phi=60$ derece)



Şekil-6 Senaryo 2 için 30 elemanlı dizi geometrisi



Şekil-7 30 elemanlı dizi için dizi faktörü ışınma örüntüsü ($\phi=30$ derece)



Şekil-8 30 elemanlı dizi için dizi faktörü örüntüsü ($\phi=60$ derece)

5. SONUÇ

Bu çalışmada örüntü sıfırlama problemleri için kullanılacak alternatif bir yöntem sunulmuştur. C++ programlama dili kullanılarak, istenilen azimut ve yükselme açılarında dizi örüntüsünü sıfır yapmak üzere x-y düzlemi üzerinde rasgele dizilmiş bir anten kümesinin elemanlarının pozisyonlarını optimize eden bir program yazılmıştır. Sonuçların görüntülenmesinde MATLAB programı kullanılmıştır. Bu yöntem sayesinde, herhangi bir yükselme açısında bir sinyalin bastırılması işleminin sonucunda, aynı yükselme açısında fakat farklı bir azimut açısında başka bir sinyalin de bastırılması sorunu ortadan kaldırılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- [1] R. J. Mitchell, B. Chambers, A. P. Anderson, "Array pattern synthesis in the complex plane optimised by a genetic algorithm", *Electronics Letters*, vol.32, No.20, pp. 1843-1845, 1996.
- [2] W. P. Liao, F. L. Chu, "Array pattern nulling by phase and position perturbations with the use of the genetic algorithm", *Microwave and Optical Letters*, vol.15, No.4, pp. 251-256, 1997.
- [3] A. Tennant, M. M. Dawoud, A. P. Anderson, "Array pattern nulling by element position perturbations using a genetic algorithm", *Electronics Letters*, vol.30, No.3, pp. 174-176, 1994.
- [4] D. Karaboğa, K. Güney, A. Akdağlı, "Antenna array pattern nulling by controlling both amplitude and phase using modified touring ant colony optimization algorithm", *INT. J. Electronics*, vol.91, No.4, pp. 241-251, 2004.
- [5] S. Yang, Y. B. Gan, A. Qing, "Antenna-array nulling using a differential evolution algorithm", *Int. J. RF and Microwave CAE* 14, pp. 57-63, 2004.
- [6] R. Storn, K. Price, "Differential evolution- a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces", *Journal of Global Optimization* 11, pp. 341-359, 1997.