

## Kuşlarda Eş Seçme Algoritması İle Linear Anten Dizilerinde Diyagram Sıfırlama

Kerim GÜNEY<sup>1</sup>, Erhan KURT<sup>1</sup> ve Suad BAŞBUĞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü, 38040, Kayseri

<sup>2</sup>Nevşehir Üniversitesi, Nevşehir Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı Bölümü, 50300, Nevşehir  
kguney@nny.edu.tr, ekurt@nny.edu.tr, suadbasbug@gmail.com, Tel: 0352 324 00 00, Fax:0 352 324 00 01

**Özet:** Arzu edilen doğrultularda sıfırlara sahip lineer anten dizilerinin diyagram sentezi için, kuşlarda eş seçme algoritmasına (KESA) dayanan kullanışlı ve esnek bir metot sunulmuştur. KESA, eşleşme sezonunda kuş türlerinin eşleşme stratejilerinden esinlenmiştir. KESA, optimum araştırma teknikleri tasarımı için, kuş türlerinin metaforik olarak süper gene sahip yeni bireyler oluşturmasını taklit etmektedir. Diyagram sıfırlama, sadece genlik, sadece faz ve sadece yer değerleri kontrol edilerek yapılmıştır. Tekli ve çoklu sıfırlara sahip Chebyshev dizi diyagram örnekleri verilmiştir.

**Abstract:** A useful and flexible method based on the bird mating optimization (BMO) algorithm for the pattern synthesis of linear antenna arrays with the prescribed nulls is presented. BMO is inspired by mating strategies of bird species during mating season. BMO imitates the behavior of bird species metaphorically to breed broods with superior genes for designing optimum searching techniques. Nulling of the pattern is achieved by controlling the amplitude-only, the phase-only, and the position-only. Some examples of Chebyshev array pattern with the imposed single and multiple nulls are given.

### 1. Giriş

Son yıllarda elektromanyetik ortam kirliliğinin önemli seviyelere ulaşması ve gelişen teknolojinin paralelinde bu kirliliğin artmaya devam etmesi, istenilen doğrultu ya da doğrultularda sıfırlara sahip anten dizilerinin tasarımında kullanılan tekniklerin de artmasına sebep olmuştur [1-4]. Bu teknikler özellikle radar, sonar ve haberleşme sistemlerindeki istenmeyen girişimlerin sebep olduğu işaret-gürültü oranındaki düşmeyi en aza indirebilmek açısından önemlidir. Arzu edilen doğrultularda dizi diyagramında sıfırlar üreten tekniklerin çoğu, anten dizi elemanlarının sadece genliklerinin, sadece fazlarının, hem genlik hem de fazlarının veya sadece yerlerinin belirlenmesini ihtiva eder.

Bu çalışmada istenilen doğrultu veya doğrultularda tekli ve çoklu sıfırlara sahip dizi diyagramlarını üretmek için doğrusal anten dizi elemanlarının sadece genlikleri, sadece fazları ve sadece yerleri KESA [5] ile belirlenmiştir.

### 2. Formülasyon

Dizi elemanları dizi merkezi civarında eşlenik simetrik olarak uyarılan ( $a_n = a_{-n}$  ve  $\delta_n = -\delta_{-n}$ ) ve simetrik olarak yerleştirilen ( $d_n = d_{-n}$ )  $2M$  tane yönsüz elemandan oluşan doğrusal anten dizisi için dizi faktörü ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$AF(\theta) = 2 \sum_{n=1}^M a_n \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} d_n \sin \theta + \delta_n\right) \quad (1)$$

Burada  $\lambda$  dalga boyu,  $\theta$  tarama açısı,  $d_n$  dizi merkezi ile  $n$ 'inci eleman arasındaki mesafe,  $a_n$   $n$ 'inci elemanın uyarım genliği ve  $\delta_n$   $n$ 'inci elemanın uyarım fazıdır.

İstenilen doğrultularda tekli ve çoklu sıfırlara sahip diyagramları elde etmek için, eşitlik (1)'de verilen her bir dizi elemanının uyarım ( $a_n$  ve  $\delta_n$ ) veya yer ( $d_n$ ) değerleri KESA ile optimum olarak belirlenmiştir. Üretilen diyagramları yan demet bölgesinde kontrol edebilmek amacıyla KESA ile minimize edilecek aşağıdaki maliyet fonksiyonuna  $W$  ve ESL ağırlık faktörleri de dahil edilmiştir.

$$J = \sum_{\theta=-90^\circ}^{90^\circ} [W(\theta) |AF_0(\theta) - AF_d(\theta)| + ESL(\theta)] \quad (2)$$

Burada  $AF_0$  KESA ile elde edilen diyagram,  $AF_d$  ise arzu edilen diyagramdır.

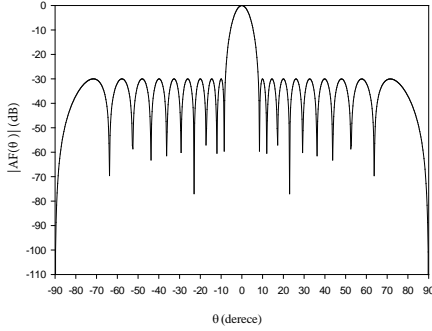
### 3. Kuşlarda Eş Seçme Algoritması

KESA [5], kuş popülasyonu içerisinde yer alan her bir bireyin eş seçme konusunda göstermiş olduğu davranışların modellenmesi ile herhangi bir mühendislik probleminin çözümünde en uygun ve sürekli çözümü vermek için geliştirilmiş bir hesaplama tekniğidir. Evrimsel algoritma teknikleri arasında yer alan KESA yerel minimumdan kurtulabilme, çok parametrelili optimizasyon problemleri ile rahatlıkla çalışabilme, uygulamadaki basitlik ve anlaşılması kolay olma özelliklerine sahiptir. KESA'nın modellenmesinde kullanılan kuş popülasyonu erkek ve dişi bireylerden oluşmaktadır. Dişi bireyler popülasyonda değerli genlere sahip bireylerdir. Popülasyonda iki farklı gruba ayrılırlar. Bunlar; parthenogenetic ve polyandrous. Popülasyonun geriye kalan bireyleri ise erkek bireyler olup üç gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar ise, monogamous, polygynous ve promiscuous olarak adlandırılmaktadır. Toplam olarak KESA beş farklı gruptan oluşmaktadır ve dişi ve erkek bireylerin birbiri ile eşleşmesi farklı kuralları içermektedir. KESA ile ilgili detaylı bilgi [5]'de mevcuttur.

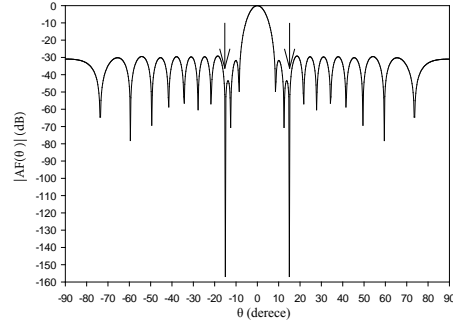
### 4. Sayısal Örnekler

Bu bölümde önceden belirlenen doğrultularda sıfırlara sahip lineer anten dizilerinin KESA ile sentezinin gerçekleştirilmesine ait sayısal örnekler verilmiştir. İstenilen doğrultularda tekli ve çoklu sıfırlara sahip anten dizi diyagramları üretmek için, doğrusal anten dizilerinin eleman uyarım genlik, yer veya faz değerleri KESA ile belirlenmiştir. Başlangıç diyagramı olarak yan demet seviyesi 30 dB, elemanlar arası mesafe  $0.5 \lambda$  olan, 20 elemanlı Chebyshev dizi diyagramı seçilmiştir (Şekil 1).

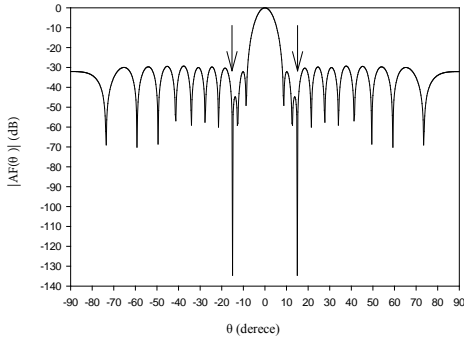
Sadece yer kontrolü ile ilgili olarak verilen üç örnekte KESA ile anten dizi elemanlarının yer değerleri  $\lambda$  cinsinden belirlenerek Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te yer alan anten dizi diyagramları elde edilmiştir. Elde edilen diyagramlara ait yer değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Üç örnek için verilen diyagramlara ait MSL (maksimum yan demet seviyesi), NDL (sıfır derinlik seviyesi) ve DRR (çalışma aralığı oranı) sonuçları Tablo 2'de BFA (Bacterial foraging algorithm) [1] ve BA (Bees algorithm) [2] algoritmalarının sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Tablo 2'den görüldüğü gibi KESA ile elde edilen sonuçlar diğer algoritmalara göre daha iyidir. Ancak KESA ile elde edilen yer değerleri, [1] ve [2]'de elde edilen yer değerlerinden biraz daha büyüktür.



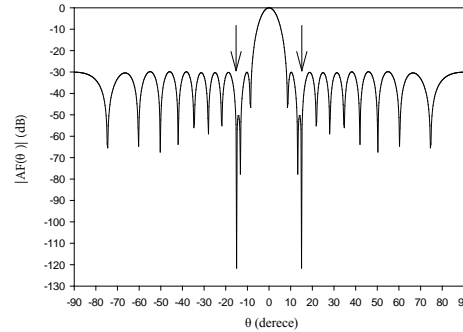
Şekil 1. Chebyshev dizi diyagramı.



Şekil 2. Yer kontrolü ile optimize edilen  $15^\circ$  de sıfıra sahip dizi diyagramı.



Şekil 3. Maksimum yan demet seviyesi kısıtlı  $15^\circ$  de sıfıra sahip anten dizi diyagramı ( $MSL_d \geq -29.3$  dB).



Şekil 4. Maksimum yan demet seviyesi kısıtlı  $15^\circ$  de sıfıra sahip anten dizi diyagramı ( $MSL_d \geq -29.8$  dB).

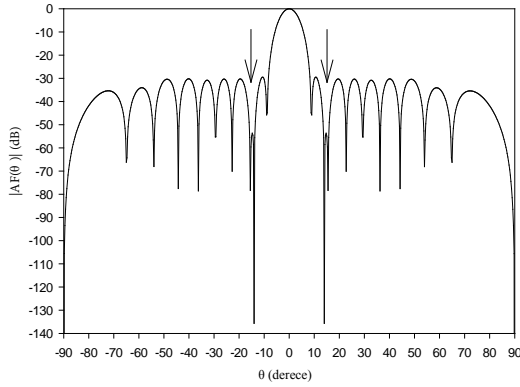
Tablo 1. Eleman yerleri ( $d_n$ ).

Tablo 2. NDL ve MSL değerlerinin karşılaştırılması.

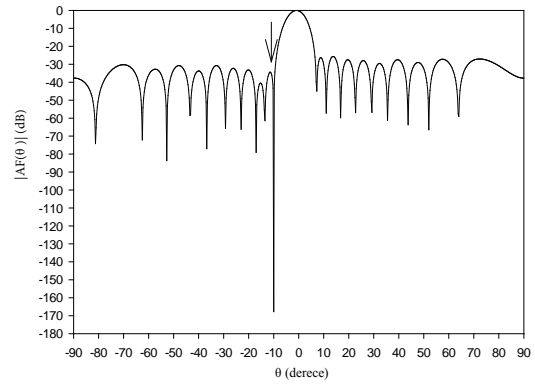
KESA ile hesaplanan eleman yerleri ( $\lambda$ ).

$n$	Şekil 2	Şekil 3	Şekil 4
$\pm 1$	0.25706	0.25534	0.25509
$\pm 2$	0.77062	0.76311	0.76488
$\pm 3$	1.27494	1.26822	1.26354
$\pm 4$	1.76858	1.76160	1.75381
$\pm 5$	2.25957	2.25108	2.23370
$\pm 6$	2.74899	2.73859	2.71559
$\pm 7$	3.2528	3.23997	3.20477
$\pm 8$	3.78084	3.75519	3.71391
$\pm 9$	4.35297	4.33334	4.26619
$\pm 10$	4.9428	4.94938	4.88098

	KESA (Şekil 2)	KESA (Şekil 3)	KESA (Şekil 4)
NDL (dB)	-156.80	-134.5	-121.6
MSL (dB)	-29.19	-29.32	-29.84
	BFA (Şekil 4) [1]	BFA (Şekil7)[1]	BFA (Şekil8)[1]
NDL (dB)	-134.22	-132.72	-112.63
MSL (dB)	-28.10	-28.42	-29.66
	BA (Şekil 4) [2]	BA (Şekil 5)[2]	BA (Şekil 6)[2]
NDL (dB)	-128.72	-119.34	-109.21
MSL (dB)	-28.07	-28.44	-29.18



Şekil 5. Genlik kontrolü ile  $14^0$  de sıfıra sahip anten dizi diyagramı.



Şekil 6. Faz kontrolü ile  $-10^0$  de sıfıra sahip anten dizi diyagramı.

Dördüncü örnekte KESA ile anten dizi elemanlarının sadece genlik kontrolü yapılmıştır. Elde edilen diyagram Şekil 5'te verilmektedir. Verilen örnek için NDL değeri  $-135.60$  dB ve MSL değeri  $-29.44$  dB bulunmuştur. Beşinci örnekte ise sadece faz kontrolü yapılarak elemanların faz değerleri belirlenmiştir. Beşinci örnek için NDL ve MSL değerleri sırasıyla  $-167.4$  dB ve  $-25.76$  dB'dir.

## 5. Sonuçlar

KESA ile anten dizi elemanlarının yer, genlik veya faz değerleri optimum olarak bulunmuştur. Farklı örnekler ile KESA'nın anten dizi diyagram sıfırlama problemlerine esnek bir şekilde uygulanabilirliği gösterilmiştir. Bulunan yan demet seviyesi ve sıfır derinlik değerleri, literatürdeki farklı algoritmaların değerleri ile karşılaştırılmış ve bulunan değerlerin daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

## 6. Kaynaklar

- [1]. K. Guney ve S. Basbug, "Bacterial foraging algorithm for null synthesizing of linear antenna arrays by controlling only the element positions," Journal Optimization Theory and Application, vol. 150, s. 635–656, 2011.
- [2]. K. Guney ve M. Onay, "Bees algorithm for null synthesizing of linear antenna arrays by controlling only the element positions. Neural Network World, vol. 16, s. 153–169, 2007.
- [3]. K. Guney, B. Babayigit ve A. Akdagli, "Position only pattern nulling of linear antenna array by using a clonal selection algorithm (CLONALG)", Electrical Engineering, vol. 90 (2), s. 147–153, 2007.
- [4]. K. Guney ve S. Basbug, "Seeker optimization algorithm for interference suppression of linear antenna arrays by controlling position-only, phase-only, and amplitude-only", International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol. 21 (5), s. 505–518, 2011.
- [5]. A. Askarzadeh, "Bird mating optimizer: An optimization algorithm inspired by bird mating strategies", Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, vol. 19, s. 1213-1228, 2014.