

Bulanık Mantık Sistemine Dayalı Uyarlanırlı Ağ İle Optimum Kazançlı Piramidal Huni Antenlerin Tasarımı

Kerim Güney ve Nurcan Sarıkaya*
Erciyes Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Kayseri
kguney@erciyes.edu.tr

*Erciyes Üniversitesi
Sivil Havacılık Yüksekokulu, Uçak Elektrik-Elektronik Bölümü
Kayseri
nurcanb@erciyes.edu.tr

Özet: *Bulanık mantık sistemine dayalı uyarlanırlı ağ (BMSDUA) yöntemi, optimum kazançlı piramidal huni tasarımı için sunulmuştur. İlk önce BMSDUA ile huninin E-düzlem açıklık boyutu bulunmuş ve daha sonra huni antenin diğer tasarım parametreleri basit ve açık analitik formüllerden belirlenmiştir. En küçük kareler metodu ve geri yayılım algoritmasının birleşmiş hali olan melez öğrenme algoritması, BMSDUA parametrelerini belirlemede kullanılmıştır. BMSDUA'ya dayanan yöntem ile tasarımı yapılan huni antenlerin hesaplanan kazançlarının, arzu edilen kazançlarla uyumluluk içerisinde olduğu görülmüştür.*

1. Giriş

Piramidal huni antenler (PHA), haberleşme sistemlerinde büyük yansıtıcı ve mercekle antenler için besleme elemanı olarak ve diğer yüksek kazançlı antenlerin kazanç ölçümleri ve kalibrasyonu için de genel bir standart elemanı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [1, 2]. Bu piramidal huni antenler faz dizilerinde yüksek kazançta sahip eleman olarak da kullanılmaktadırlar. Bilinen mikrodalga devre elemanları ile bu antenlerin uyarımları çok kolaydır. Dikdörtgen geometrisinden dolayı yapımları basit ve maliyetleri düşüktür. Huni açıklık boyutları ayarlanarak, diğer boyutlarda ihmal edilebilecek derecede değişiklikler ile özel demet karakteristikleri elde edilebilmektedir.

Optimum kazançlı piramidal huni tasarımı için literatürde farklı doğruluklara, kabullere ve hesaplamalara sahip yöntemler mevcuttur [1-8]. Kaynak [1, 2]'de sunulan yöntem, yalnız uzun, yüksek kazançlı hunilerin tasarımları için geçerli olup tasarım denklemi ancak iteratif deneme yöntemleri ile çözülebilmektedir. Hawkins [3] tarafından önerilen yöntemde uzun-huni yaklaşımı kullanılmamakta ancak huni tasarım denklemi yine iteratif bir teknikle çözülebilmektedir. Selvan [4] tarafından sunulan yöntem, yüksek kazançlı hunilerin tasarımına kısıtlı değildir. Selvan'ın yönteminde iteratif teknikler kullanılmamış, ancak huni sentez problemi dördüncü dereceden polinoma göre formüle edilmiştir. Selvan tarafından sunulan yöntem Güney [5] tarafından daha da geliştirilmiştir. Yapay zeka tekniklerine dayanan PHA tasarımları da literatürde mevcuttur [6-8].

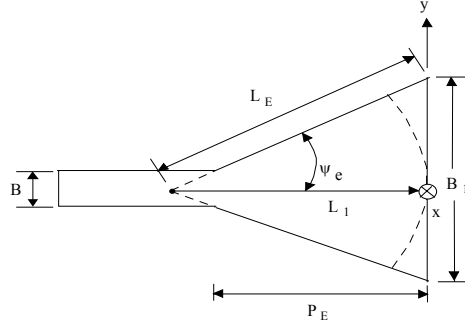
Bu çalışmada, hem bulanık mantık sistemlerinin hem de yapay sinir ağlarının cazip özelliklerini birleştiren BMSDUA [9] yöntemi optimum kazançlı piramidal huni tasarımı için sunulmuştur. BMSDUA'nın avantajları; dilsel bulanık kuralları ile mükemmel ifade etme yeteneği, problemle ilgili hem verileri hem de var olan uzman tecrübelerini bir arada kullanabilme kabiliyeti, kesin olarak bilinmeyen verileri tolere etmesi, lineer olmayan fonksiyonları modelleyebilmesi, esnek bir yapıya sahip olması, iyi genelleme yapabilmesi, hızlı ve doğru öğrenmesidir.

2. Piramidal Huni Tasarımı

E-düzlem (B, B_1, L_E, L_1, P_E) boyutları ile piramidal huni anten geometrisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Bunlara karşılık gelen H-düzlem boyutları (A, A_1, L_H, L_2, P_H)'dir. Piramidal huni tasarımında, genellikle arzu edilen kazanç G , dalgaboyu λ , ve besleme dikdörtgen dalga kılavuzunun iç boyutları A, B bilinir. Diğer parametreler ($B_1, L_E, L_1, P_E, A_1, L_H, L_2, P_H$) literatürdeki mevcut tasarım yöntemleri ile belirlenir. Optimum kazançlı piramidal huni için, açıklık boyutları ve uzunlukları arasındaki bağıntı [1, 2]

$$B_1 = \sqrt{2\lambda L_1}, \quad A_1 = \sqrt{3\lambda L_2} \quad (1)$$

ile verilir. Çok iyi bilinmektedir ki optimum kazançlı piramidal huni tasarımı parametreleri, E-düzlem ve H-düzlem açıklık boyutlarına çok sıkı bir şekilde bağlıdır. Eğer bu boyutlardan birinin değeri doğru olarak



Şekil 1. Piramidal huninin E-düzlem boyutları.

bulunabilirse, diğer tasarım parametreleri optimum kazanç denklemlerinden ve piramidal huni geometrisinden kolayca belirlenebilir. Bu çalışmada, ilk önce BMSDUA ile E-düzlem açıklık boyutu B_1 , arzu edilen kazanç ile tasarımı yapılan antenin hesaplanan kazanç arasındaki hata minimum olacak şekilde belirlenmiştir. Bu belirlendikten sonra diğer tasarım parametreleri aşağıdaki denklemlerden bulunmuştur [6].

$$L_E = \frac{B_1}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{B_1}{\lambda}\right)^2}, \quad P_E = (B_1 - B) \left[\left(\frac{L_E}{B_1}\right)^2 - \frac{1}{4} \right]^{1/2}, \quad A_1 = \frac{1}{2} \left(A + \sqrt{A^2 + 12P_E \lambda} \right) \quad (2)$$

$$L_H = A_1 \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{A_1}{3\lambda}\right)^2}, \quad P_H = (A_1 - A) \left[\left(\frac{L_H}{A_1}\right)^2 - \frac{1}{4} \right]^{1/2}, \quad L_1 = \sqrt{L_E^2 - \left(\frac{B_1}{2}\right)^2}, \quad L_2 = \sqrt{L_H^2 - \left(\frac{A_1}{2}\right)^2} \quad (3)$$

Yukarıda verilen formüllerin elde edilmesinde uzun-huni yaklaşıklığı, $L_1 \cong L_E$ ve $L_2 \cong L_H$ kullanılmamıştır. Dolayısıyla bu formüller uzun, yüksek kazançlı huni tasarımlarına kısıtlı değildir.

3. Bulanık Mantık Sistemine Dayalı Uyarlanı Ağ İle Piramidal Huni Tasarımı

Bu çalışmada, BMSDUA yöntemi optimum kazançlı piramidal huni tasarımı için uyarlanmıştır. BMSDUA ile tasarım yönteminin doğruluğunu ve geçerliliğini göstermek için, yirmi tane tasarım örneği verilmiştir. Bu tasarım örneklerinin frekanslarının f , arzu edilen kazançlarının G ve standart besleme dikdörtgen dalga kılavuzu iç boyutlarının A ve B değerleri Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo 1'de verilen bu değerler kullanılarak B_1 değerleri Güney tarafından sunulan tasarım yöntemi [5] ile bulunmuş ve bu B_1 değerleri referans alınarak yeni B_1 değerleri arzu edilen kazanç ile tasarımı yapılan antenin hesaplanan kazanç arasındaki hata değeri daha da minimum olacak şekilde iteratif bir yöntemle tekrar belirlenmiştir. Bu belirlenen yani arzu edilen B_1 değerleri de Tablo 1'de verilmiştir. BMSDUA modelinin girişleri, f , G , A ve B 'dir, çıkışı ise arzu edilen B_1 değerleridir. Tasarım örneklerinden 17'si ağı eğitmek için, 3'ü ise ağı test etmek için kullanılmıştır. Melez öğrenme algoritması kullanılarak BMSDUA eğitilmiştir. BMSDUA'dan elde edilen B_1 değerleri Tablo 1'de sunulmuştur. BMSDUA ile B_1 değerleri belirlendikten sonra diğer tasarım parametreleri (2)-(3) denklemlerinden bulunmuştur. Eğitimden önce giriş ve çıkış veri kümeleri 0 ile 1 arasında normalize edilmiştir. Eğitim için epok sayısı 100'dür. Giriş değişkenleri f , G , A ve B için üyelik fonksiyon sayıları sırasıyla 2, 3, 3 ve 3'dür. Bu durumda kural sayısı 54 ($2 \times 3 \times 3 \times 3$)'dür. Giriş değişkenleri f , G , A ve B için üyelik fonksiyonları sırasıyla gauss, üçgen, gauss ve gauss'dur. BMSDUA, 25 ($2 \times 2 + 3 \times 3 + 3 \times 2 + 3 \times 2$) lineer olmayan parametre ve 270 (5×54) lineer parametre olmak üzere toplam 295 parametre içermektedir. Tasarımı yapılan piramidal hunilerin hesaplanan kazançları ile arzu edilen kazançlar çok iyi bir uyumluluk içerisinde olmalıdır. BMSDUA ile tasarımı yapılan piramidal hunilerin hesaplanan kazançları Tablo 1'de sunulmuştur. Hesaplanan kazançlar ile arzu edilen kazançlar arasındaki

uyumluluk, BMSDUA'ya dayalı yöntemin optimum kazançlı piramidal huni tasarımında kullanılabileceğini açıkça göstermektedir.

Tablo 1. Frekans, arzu edilen kazançlar, standart besleme dikdörtgen dalga kılavuzunun iç boyutları, arzu edilen E-düzlem açıklık boyutu, BMSDUA ile hesaplanan E-düzlem açıklık boyutu ve hesaplanan kazançlar.

No	Dalga Kılavuzu Standardı		Frekans (GHz)	Arzu Edilen Kazanç (dB)	Dalga Kılavuzu Boyutları (cm)		Arzu Edilen B ₁ (m)	BMSDUA B ₁ (m)	Hesaplanan Kazanç (dB)
	IEC	WR			f	G			
1	R14	WR650	1.431	15.85	16.510	8.2550	0.43867213531061082	0.43867240952465	15.85001
2	R18	WR510	1.824	16.20	12.954	6.4770	0.35934654912680590	0.35934502442160	16.19997
3	R22	WR430	2.163	16.50	10.922	5.4610	0.31441542464486770	0.31441674167183	16.50003
4*	R26	WR340	2.736	17.40	8.6360	4.3180	0.27745691029709220	0.27703279091024	17.38742
5	R32	WR284	3.275	18.03	7.2140	3.4040	0.24966814122093385	0.24966388400682	18.02986
6	R40	WR229	4.061	18.80	5.8170	2.9083	0.22140310957030270	0.22140970823932	18.80025
7	R48	WR187	4.968	19.95	4.7550	2.2149	0.20728011748890283	0.20727352816223	19.94973
8	R58	WR159	5.849	20.85	4.0390	2.0139	0.19634325174732910	0.19634565508869	20.85010
9	R70	WR137	6.779	21.75	3.4850	1.5799	0.18805991853820760	0.18806194103295	21.75009
10*	R84	WR112	8.290	22.50	2.8499	1.2624	0.16797169572233860	0.16710997838853	22.45647
11	R100	WR90	10.340	22.70	2.2860	1.0160	0.13789581426675740	0.13792241076279	22.70163
12	R120	WR75	12.400	23.20	1.9050	0.9525	0.12224299668260401	0.12216187229862	23.19435
13	R140	WR62	14.950	23.50	1.5799	0.7899	0.10502965303756600	0.10506177428191	23.50260
14	R180	WR51	18.240	23.85	1.2954	0.6477	0.08969475353844750	0.08975846586699	23.85605
15	R220	WR42	22.157	24.11	1.0668	0.4318	0.07586495771879430	0.07581052463538	24.10390
16	R280	WR34	27.360	24.30	0.8636	0.4318	0.06303561588686425	0.06304796935087	24.30167
17*	R320	WR28	33.220	24.60	0.7112	0.3556	0.05377252147516370	0.05347015935444	24.55183
18	R400	WR22	41.520	25.00	0.5690	0.2845	0.04508454523731119	0.04507902918124	24.99895
19	R500	WR19	49.480	25.45	0.4775	0.2388	0.03987475835045905	0.03988020823624	25.45117
20	R620	WR15	62.850	26.00	0.3759	0.1880	0.03347412293606552	0.03347280354425	25.99966

*Test verileri.

4.Sonuçlar

Optimum kazançlı piramidal huni tasarımı, hem bulanık mantık sistemlerinin hem de yapay sinir ağlarının cazip özelliklerini birleştiren BMSDUA yöntemi ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Önerilen BMSDUA yöntemi ile tasarımı yapılan huni antenlerin hesaplanan kazançlarının, arzu edilen kazançlarla uyumluluk içerisinde olduğu görülmüştür. Sunulan yöntemin avantajları, basitliği, kolaylıkla uygulanabilmesi ve elde edilen sonuçların doğruluğudur.

Kaynaklar

- [1] A.W. Love, Electromagnetic Horn Antennas. IEEE Press, New York, A.B.D., 1976.
- [2] C.A. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design. John Wiley & Sons, New York, A.B.D., 1982.
- [3] D.C. Hawkins, Improvements to synthesis of waveguide horns, Electronics Letters, 28, 879-881, 1992.
- [4] K.T. Selvan, Accurate design method for optimum gain pyramidal horns, Electronics Letters, 35, 249-250, 1999.
- [5] K. Güney, Improved design method for optimum gain pyramidal horns, Int J RF Microwave Comp-Aided Eng, 11, 188-193, 2001.
- [6] K. Güney, D. Karaboğa, New narrow aperture dimension expressions obtained by using a differential evolution algorithm for optimum gain pyramidal horns, J. Electromagnetic Waves App, 18, 321-339, 2004.
- [7] K. Güney, N. Sarıkaya, Artificial neural networks for the narrow aperture dimension calculation of optimum gain pyramidal horns, Electrical Engineering, 86, 157-163, 2004.
- [8] A. Akdağlı, K. Güney, New wide-aperture-dimension formula obtained by using a particle swarm optimization for optimum gain pyramidal horns, Microwave and Opt Tech Lett, 48, 1201-1205, 2006.
- [9] J-S. R. Jang, C.T. Sun, E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.