

Yeniden Şekillendirilmiş Sierpinski Üçgen Anten Yaklaşımı

Adem Çelebi, Kemal Özmehmet
Dokuz Eylül Üniversitesi
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Buca, İzmir

adem.celebi@eee.deu.edu.tr, kemal.ozmehmet@eee.deu.edu.tr

Özet: *Uzunca bir süredir fraktal yapılar anten olarak çalışmakta, antenlerin empedans uyumlandırılması, hüzme şekillendirilmesi, boyut küçültülmesi, çoklu bant etkilerinin sağlanması, vb. özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılmaktadır. Sierpinski Üçgeni, bu fraktal yapıların anten tasarımı en çok dikkat çekenlerinden biridir ve bunun değişik biçimleri de yukarıda bahsi geçen ve bazıları bu antene ait özelliklerin iyileştirilmesi için tasarlanmış ve geliştirilmiştir.*

Bu çalışmada, farklı dönüşümler sonucu belli bir başlangıç geometrisi için elde edilmiş yeniden şekillendirilmiş bir Sierpinski Üçgeni yapısıyla ilgilenilmektedir. Bu çalışmayla, daha önce pekçok çalışmada incelenmiş klasik Sierpinski Üçgeni özelliklerinin ötesinde iyileştirilmiş yeni bir yapının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle elektromanyetik açıdan aynı veya benzer özellikte bir anten farklı dönüşümler kullanılarak elde edilmiş olacaktır.

1. Giriş

Sierpinski Üçgeni monopol anten olarak daha önce pekçok çalışmada incelenmiştir ve bu antenin çoklu frekans (multiband) yapısına sahip olduğu gözlenmiştir[1]-[3]. Fraktal yapıların karakteristik boyutlarının olmaması ve özbenzerlik özelliklerinden yola çıkılarak bu yapılarla tasarlanan antenlerin çoklu bantların elde edilmesi ve frekans bağımsız antenlerin tasarlanmasına uygun olduğu söylenebilir.

Bu yapıları anten olarak tasarlarken de bunları meydana getiren matematiksel dönüşümleri kullanabiliriz. Sierpinski Üçgen antenini oluşturan dönüşümler tanımlanmıştır. Burada yapılan ise o dönüşümlerden daha az sayıda dönüşümle belli bir başlangıç koşulu (Şekil 1) için klasik yapıdan geometrik olarak ayrılan fakat bant genişliği, rezonans frekansı, empedans uyumu açısından benzer veya daha iyi özellikte bir yapı elde etmektir.

Böylelikle geniş bantta ihtiyaç duyan uygulamalarda ve hatta ultra geniş bantlı anten sistemlerinin tasarımında, fraktal yapıların karakteristik boyutlarının olmaması ve bu özelliğe uygun antenlerin tasarlanması sonucu, daha kolay yol katedilecektir.

2. Ölçüm Sonuçları

Burada önerilen yapıyla yapılan empedans uyumu – rezonans frekansı tesbiti – ölçümleri sonucu elde edilen değerler antenin ilk rezonansının yaklaşık 2.5GHz civarında olduğunu ve bant genişliğinin de yaklaşık 1GHz olduğunu göstermiştir (Şekil 3). Bu da empedans bant genişliğinin yaklaşık %40 olduğunu gösterir ki bu değer [1]'de verilen bant genişliği değerlerinin en yükseklerinin neredeyse 2 katıdır.

Şekil 2' de gösterilen yapılar için de ilk rezonansın birbirine yakın ve aynı bant genişliğine sahip olduğu gözlenirken, bir sonraki rezonansın ise türetme sayısı ile doğru orantılı olarak sisteme daha uyumlu hale geldiği dolayısıyla antene iletilen gücün arttığı gözlenmektedir (Şekil 3).

Şekil 3' te en üstte görülen sinyal açık devre geri dönüş gücünü göstermekte ve referans olarak kullanılmaktadır. Grafikte güç seviyesi olarak azalan sırada görülen işaretler ise sırasıyla ilk türetme sonucu elde edilen antenle 3. türetme sonucu elde edilen antenin geri dönüş kayıplarını göstermektedir.

Şekil 2' deki yapıları oluşturan dönüşüm (1) ile gösterilmiş, (1)' i oluşturan bileşenler de (2-a) ve (2-b) ile ifade edilmiştir. Bu dönüşüm Şekil 1' de gösterilen başlangıç geometrisine uygulanmıştır.

Ölüm düzeneğinde bir bilgisayar ve bunun üstünde çalışan bir yazılım, IEEE 488 arayüz kartı, HP 8592B spektrum analizör, HP 8350B süpürmeli kaynak ve bir yönlü birleştirici (directional coupler) bulunmaktadır. Ölçümler spektrum analizörden kart ve bilgisayar kullanılarak alınmıştır.

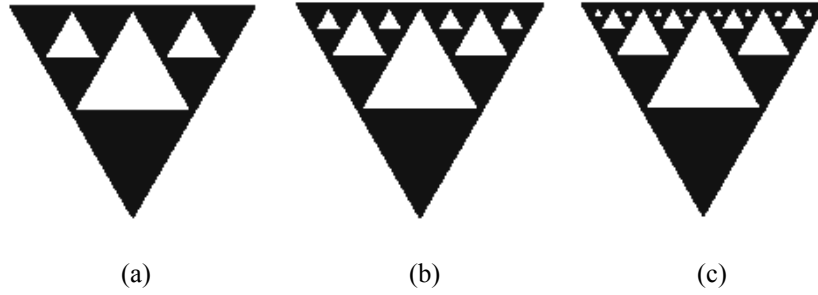


Şekil 1. Başlangıç geometrisi

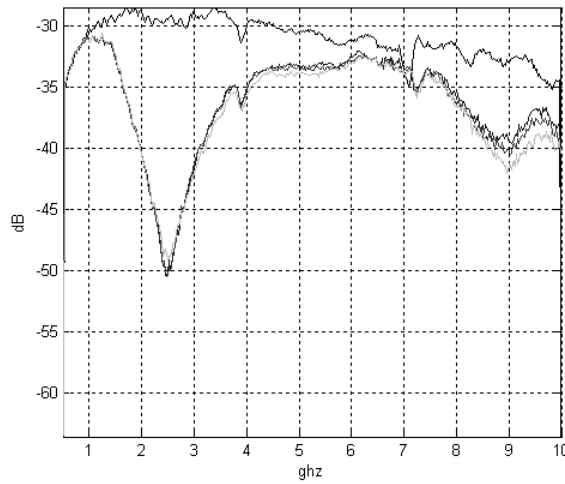
$$W(x, y) = w_1(x, y) \cup w_2(x, y) \quad (1)$$

$$w_1 \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.25 \\ 0.433 \end{bmatrix} \quad (2-a)$$

$$w_2 \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.25 \\ 0.433 \end{bmatrix} \quad (2-b)$$



Şekil 2. Başlangıç geometrisine dönüşüm uygulanarak elde edilmiş antenler;
(a) 1. türetme sonucu (b) 2. türetme sonucu (c) 3. türetme sonucu



Şekil 3. Empedans uyumu ölçüm sonucu (frekansa -GHz- göre güç seviyesi - dBm)

3. Sonuçlar

Bu çalışmada klasik Sierpinski yapısından farklı olarak daha geniş banda sahip bir anten yapısı elde edilmiş ve klasik Sierpinski geni' ni oluşturan dönüşümlerden daha az sayıda dönüşüm kullanılmıştır. Daha önce de sözü edilen geniş bantlı antenlerin tasarlanmasında fraktal yapıların kullanılmasının destekleyici sonuçları bir kez daha gözlemlenmiştir.

Böylelikle bir sonraki çalışmada yapılması düşünölen daha geniş bantlı fraktal anten yapısı için ilk adım atılmış olup sonuçlar umut vericidir. Ayrıca elde edilen ölçüm sonuçları da uygun benzeşim yazılımlarından elde edilecek sonuçlarla da desteklenecektir.

4. Kaynaklar

[1]. C.P. Baliarda, J. Romeu, R. Pous, A. Cardama; 'On the behavior of the Sierpinski Multiband Fractal Antenna' IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 46, No.4, sf.517-524, Nisan 1998

[2]. J. Romeu, J.Soler ; 'Generalized Sierpinski Fractal Multiband Antenna' IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 49, No.8, sf.1237-1239, Aėustos 2001

[3]. C.P. Baliarda, C.B. Borau, M.N. Rodero, Jordi Romeu Robert; 'An Iterative Model for Fractal Antennas: Application to the Sierpinski Gasket Antenna' IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 48, No.5, sf.713-719, Mayıs 2000