

Sadece Faz Kullanarak Dizi Anten Örüntü Sentezi Uygulamaları

Akın DALKILIÇ, Erdiñ ERÇİL
ASELSAN

Radar, Elektronik Harp ve İstihbarat Sistemleri Grup Başkanlığı
Ankara

adalkilic@aselsan.com.tr, ercil@aselsan.com.tr

Özet: Sadece faz ile sentez, fazlı dizi yapısındaki radar antenlerinde çeşitli sebeplerden dolayı tercih edilmektedir. Bu çalışmada daha önce geliştirilen bir sadece faz ile sentez yöntemi ile hesaplanan faz değerlerinin X-Bantta çalışan bir antene uygulanmasıyla elde edilen ışıma örüntüleri sunulmaktadır. Çalışmada hedeflenen huzme şekli, iki boyutlu bir arama radarında tipik olarak gereksinim duyulan şekillendirilmiş huzmedir. Bu huzmeyi elde etmek için gereken faz değerleri önceki çalışmada elde edilen denklem setinin MATLAB’da çözülmesi ile tespit edilmiş, ardından bu katsayılar antene uygulanarak ışıma örüntüsü ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümler, MATLAB benzetimleri ile karşılaştırılmıştır.

I. Sadece Faz ile Sentez için Kullanılan Yöntem

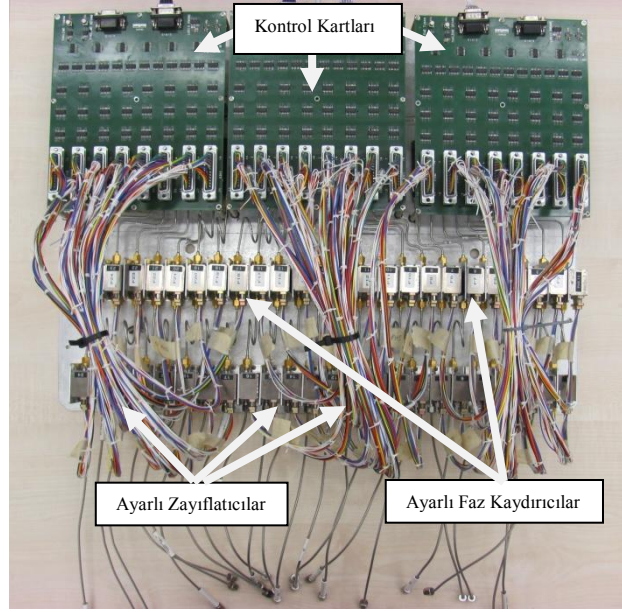
Uygulanacak olan faz terimlerinin tespiti için [1]’de geliştirilmiş olan özgün formülasyon kullanılmıştır. Bu formülasyonda elde edilen sonuçta uyarım fazlarına bağlı çizgisel olmayan ((1)’de verilen) bir denklem kümesi elde edilmekte, çözüm için MATLAB’da bulunan *fsolve* fonksiyonu kullanılmaktadır. Sentezlenen örüntünün istenen örüntüye uyumu *fsolve* fonksiyonunu farklı başlangıç vektörleri ile çalıştırıp yineleme yaparak ve en iyi örüntüyü seçerek optimize edilmektedir.

$$\begin{aligned} w_1 w_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2) &+ w_2 w_3 \cos(\alpha_2 - \alpha_3) & \dots & + w_{N-1} w_N \cos(\alpha_{N-1} - \alpha_N) &= f_1 \\ &+ w_1 w_3 \cos(\alpha_1 - \alpha_3) & + w_2 w_4 \cos(\alpha_2 - \alpha_4) & \dots & + w_{N-2} w_N \cos(\alpha_{N-2} - \alpha_N) &= f_2 \\ & & & & & \vdots \\ & & & & & w_1 w_N \cos(\alpha_1 - \alpha_N) &= f_{N-1} \\ w_1 w_2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2) &+ w_2 w_3 \sin(\alpha_2 - \alpha_3) & \dots & + w_{N-1} w_N \sin(\alpha_{N-1} - \alpha_N) &= g_1 \\ &+ w_1 w_3 \sin(\alpha_1 - \alpha_3) & + w_2 w_4 \sin(\alpha_2 - \alpha_4) & \dots & + w_{N-2} w_N \sin(\alpha_{N-2} - \alpha_N) &= g_2 \\ & & & & & \vdots \\ & & & & & + w_1 w_N \sin(\alpha_1 - \alpha_N) &= g_{N-1} \end{aligned} \quad (1)$$

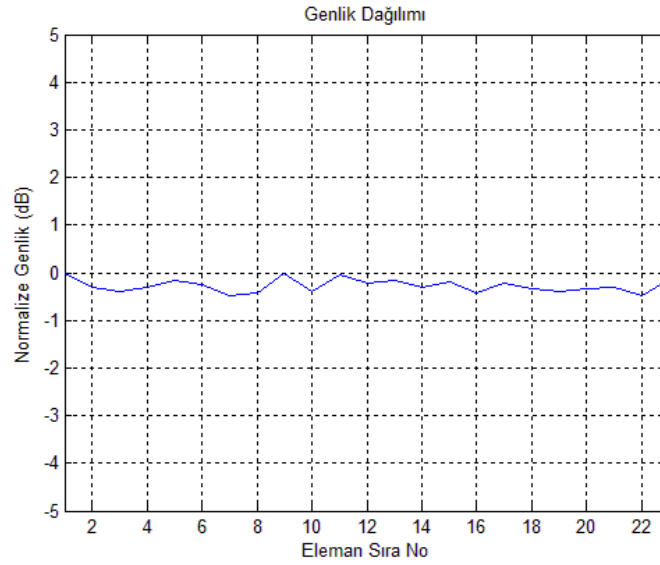
(1) Nolu denklemde w_i , i. elemanın genliğini, α_i i. elemanın fazını temsil etmektedir. Denklemlerdeki $f_1, f_2 \dots f_N$ ve $g_1, g_2, \dots g_N$ istenen ışıma örüntüsünün fonksiyonu olan sayılarıdır.

II. X-Bant Huzme Oluşturma Birimi

X-Bant huzme oluşturma birimi, X-Bant güç bölücüler, yarı esnek RF kablolar, ayarlı faz kaydırıcılar, ayarlı zayıflatıcılar ve veri yükleme kartlarından oluşmaktadır. Veri yükleme kartları bilgisayardan gelen seri veriyi faz kaydırıcı ve zayıflatıcının gerektirdiği formatta paralel veriye dönüştürerek faz kaydırıcı ve zayıflatıcıya aktarmaktadır. Uygulanmak istenen genlik dağılımı sabit bir genlik dağılımıdır. Zayıflatıcıların görevi, güç bölücü kolları ve faz kaydırıcı durumları arasındaki genlik dengesizliklerini minimize ederek salt faz ile sentez konseptinin bozulmamasını sağlamaktır. Şekil 1’de X-Bant huzme oluşturma biriminin fotoğrafı görülmektedir. Şekil 2’de ise X-Bant huzme oluşturma birimi çıkışındaki eleman genlik dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 1. X-Bant huzme oluşturma birimi

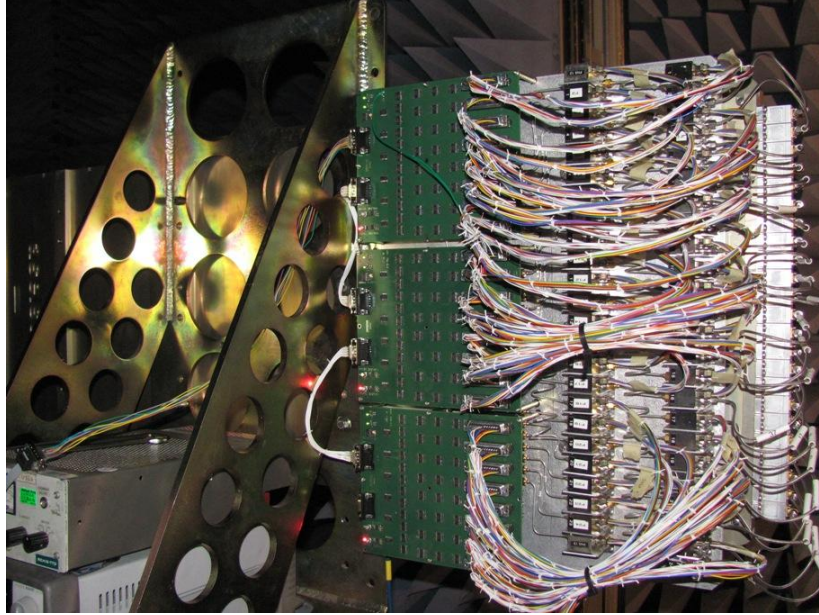


Şekil 2. Huzme oluşturma birimi çıkışındaki eleman genlik dağılımı

X-Bant huzme oluşturma biriminin öncelikle karakterize edilmesi gerekmektedir. Karakterizasyon işleminde birimin 5x64'lük zayıflatıcı-faz kaydırıcı durumları için S-parametresi ölçümü yapılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir. Sadece faz ile huzme oluşturma amaçlandığından kollar arasındaki genlik dengesizliklerini telafi etmek için zayıflatıcıların 5 durumunun yeterli olacağı öngörülmüştür. Daha sonra huzme sentezi aşamasında elde edilen faz ve genlik dağılımlarını sağlayacak ayar setleri oluşturularak, anten ölçümü sırasında X-Bant huzme oluşturma birimine bu ayarlar gönderilmiştir.

III. Anten yapısı

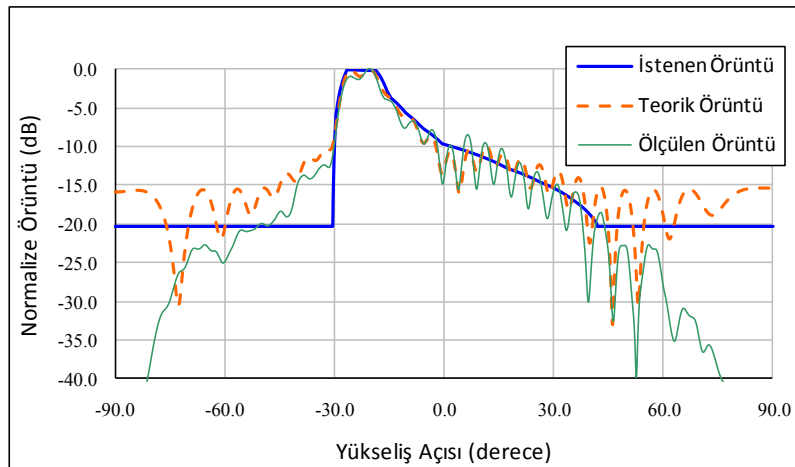
Kullanılan anten X-Bantta çalışan ilerleyen dalga tipinde bir yarıklı dalga kılavuzu anten dizisi formundadır. Yanca ekseninde huzme şekli, anten tasarımı ile sağlanan dar bir kalem huzmedir. Yükseliş ekseninde ise iki boyutlu bir arama radarında genellikle ihtiyaç duyulan tipik bir şekillendirilmiş huzme hedeflenmektedir. Bu şekillendirilmiş huzme, X-Bant huzme oluşturma birimi aracılığıyla sağlanmaktadır. Şekil 3'te antene ait bir fotoğraf görülmektedir.



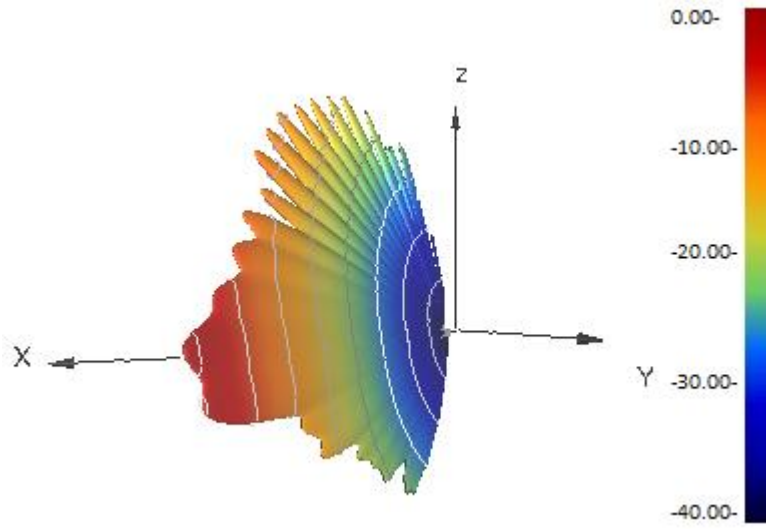
Şekil 3. X-Bant dalga kılavuzu anten dizisi ve X-Bant huzme oluşturma birimi

IV. Anten Örüntü Ölçümleri

Anten örüntü ölçümleri yakın alan test odasında yapılmıştır. Ölçümler sırasında X-Bant huzme oluşturma birimi antenin arkasına monte edilmiştir (Şekil 3). Test bilgisayarından huzme oluşturma birimine gönderilen her bir ayar setinden sonra ölçümler gerçekleştirilmiştir. Şekil 4'te merkez frekansta ölçülen örüntünün istenilen ideal örüntüyle ve sentezlenen teorik örüntüyle karşılaştırılması gösterilmektedir. Huzme birimi ayarları teorik örüntüye göre oluşturulmuştur. Bu huzmeye ait 3 boyutlu polar gösteriminden de anlaşılacağı üzere (Şekil 5) huzme dar bir yelpaze şeklindedir.

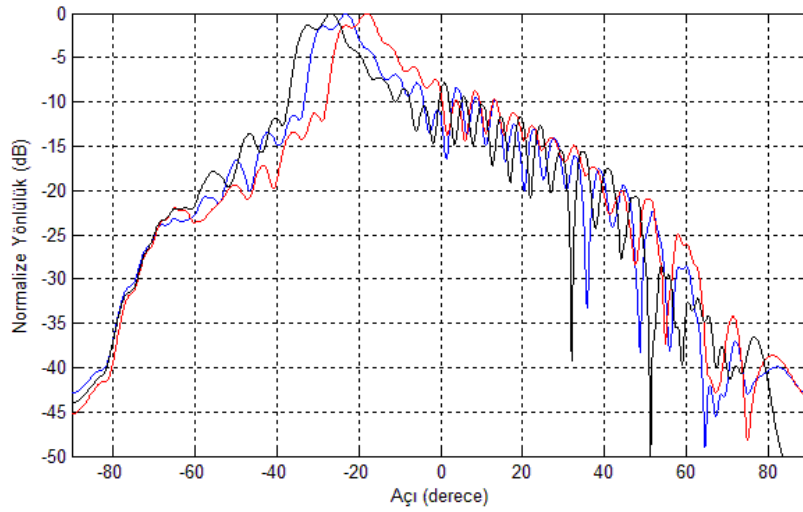


Şekil 4: Merkez frekans için istenen, teorik ve ölçülen örüntülerin kıyaslanması



Şekil 5. 3 boyutlu merkez frekans huzmesi

Ölçümler sırasında antenin merkez frekanstaki elektronik tarama kabiliyeti de test edilmiştir. Şekil 6’da anten sıralarına farklı ilerleyen faz dağılımları verilmek suretiyle elde edilen elektronik tarama sonuçları verilmiştir.



Şekil 6. Merkez frekans huzme kaydırma çalışmaları

KAYNAKÇA:

[1]: Ercil, E., “Faz Dizili Antenlerde Sadece Faz İle Sentezleme Problemine Yeni Bir Bakış”
, URSI, Güzelyurt, KKTC., 2010.