

MİKROİŞLEMCİ TABANLI İKİ BOYUTTA PARABOLİK ANTEN KONTROLÖRÜ TASARIMI

Haluk Gözde¹, Veysel Silindir²

¹ 700ncü Muhabere Ana Depo ve Fabrika Komutanlığı, Ankara, Türkiye

² Gazi Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler: Parabolik Anten, Servo Kontrol, Mikroişlemci

ÖZET: Günümüzde; gelişen teknolojinin sonucu olarak evlerde, işyerlerinde, uyduların yer istasyonlarında ve farklı askeri uygulama alanlarında yaygın olarak kullanılan parabolik antenlerin, çeşitli uygulamalar için, farklı zaman aralıklarında, farklı yönlere konumlandırılmaları gerekir. Hassasiyet ve doğruluğun büyük ölçüde önemli olduğu bu işlemi gerçekleştirebilmek için, mikroişlemcilerle denetlenen kapalı döngü servo kontrol sistemleri kullanılır. Bu çalışmada 90 cm. çaplı bir parabolik anteni, istenen açısız konuma yönlendirebilmek amacıyla mikroişlemci tabanlı bir kontrol sistemi gerçekleştirilerek, uygulamada sistem içerisinde kontrol doğruluğunu etkileyen parametreler incelenmiştir.

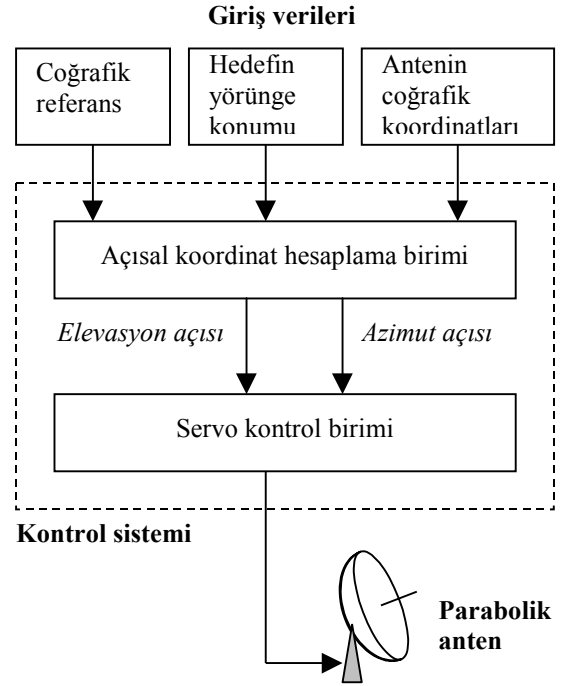
GİRİŞ

Bir uçaksavar füze sistemindeki atış-kontrol radarına ait parabolik antenin, hedefini takip ederken onun değişen konumlarına yönlendirilmesi gerekir. Radarın, hedefi kaçırmaması için hassasiyet ve doğruluğun büyük ölçüde önemli olduğu bu işlem, referans verilerin ve hedefin konumundan elde edilen geribesleme verilerinin karmaşık hesaplama algoritmaları ile hassas işlemler yapabilen gelişmiş mikroişlemcilerde işlenmesiyle gerçekleştirilir. Bu çalışmada, bu tip bir sistemde, sistem cevabının doğruluğunu ve hassasiyetini etkileyebilecek parametrelerin görülebilmesi amacıyla, nispeten basit bir parabolik anten kontrol sistemi tasarlanarak, sistemin doğruluğunu etkileyen parametreler incelenmiştir. Projede; öncelikle parabolik antenin boyutu seçilerek, antenin istenen açısız konuma yönlendirilmesini sağlayacak olan mekanik aksamın tasarımı yapılmıştır. Ardından, uygun DC servo motorlar seçilmiş ve sürücü devreleri tasarlanmıştır. Geri besleme elemanı olarak, döner kodlayıcılı bir optik sensör sistemi tasarlanmış ve motor millerine montajları yapılmıştır. Daha sonra; konum kontrolünün sağlanması için gerekli denetim sinyallerini üretecek kontrol devresi, tuş takımı ve gösterge devreleri tasarlanmıştır. Son olarak; tasarlanan kontrol algoritmalarına göre, assember dilinde, kullanılan mikroişlemciye ait kontrol yazılımı geliştirilmiş ve tasarımın tamamlanmasının ardından sistemin denemeleri yapılarak, sonuçlar incelenmiştir.

PARABOLİK ANTEN KONTROL SİSTEMİNİN YAPISI

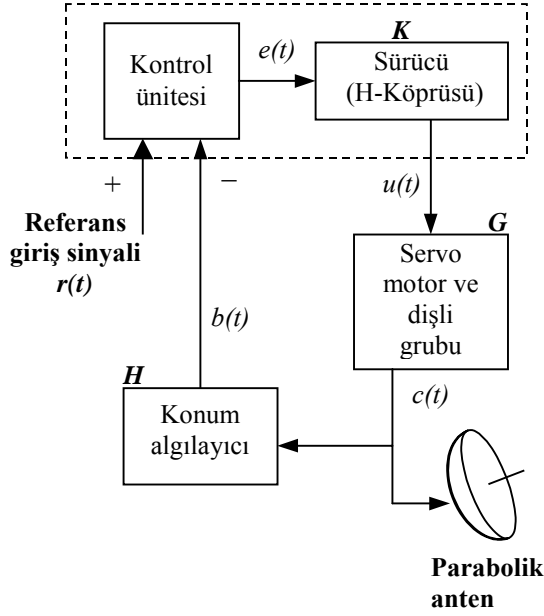
Parabolik anten kontrol sistemi; giriş verileriyle anteni yönlendireceği koordinat açılarını hesaplayan ve bu

açıları kullanarak bünyesindeki servo kontrol mekanizmasıyla parabolik anteni istenen konuma yönlendiren bir kontrol sistemi olarak tanımlanır. Sistem genel olarak; Şekil.1'den de görüldüğü gibi açısız koordinat hesaplama birimi, servo kontrol birimi ve parabolik antenden oluşur. Sistemde, giriş verileri olarak hedefin yörünge konumu (uydunun boylamı), parabolik antenin coğrafik koordinatları (antenin enlemi ve boylamı) ve coğrafik referans (genellikle pusula kuzeyi) kullanılır. [1]



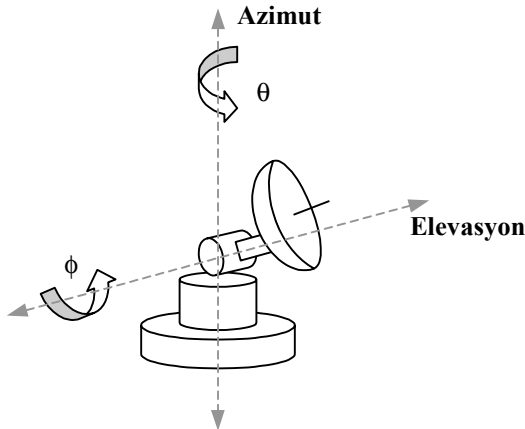
Şekil.1. Parabolik anten kontrol sisteminin blok şeması.

Açısız koordinat hesaplama birimi, PC tabanlı çalışan bir bilgisayar programı veya özel bir hesaplama ünitesi olabilir. Bu birimde, yukarıda belirtilen giriş verileri kullanılarak antenin yönlendirileceği koordinat açıları hesaplanır ve servo kontrol birimine giriş verisi olarak gönderilir. Servo kontrol birimi ise Şekil.2'de de görüldüğü gibi açısız koordinat hesaplama biriminden gelen koordinat açılarını referans girişi olarak kullanan çok girişli ve çok çıkışlı bir kapalı döngü kontrol mekanizmasından oluşur. Döngüde; antenin o an ki konumundan alınan geribesleme bilgisi, referans girişle birlikte kontrol algoritmasında işlenerek parabolik anteni yönlendirecek kontrol sinyali üretilir.



Şekil.2 Servo kontrol birimi blok şeması

Kontrol sistemi; kontrol ettiği parabolik anteni, giriş verilerini kullanarak hesapladığı koordinat açılarını, servo motorlar ve dişli grubu ile antenin Şekil.3'de görülen azimut ve elevasyon açılarını değiştirerek konumlandırır. [2]



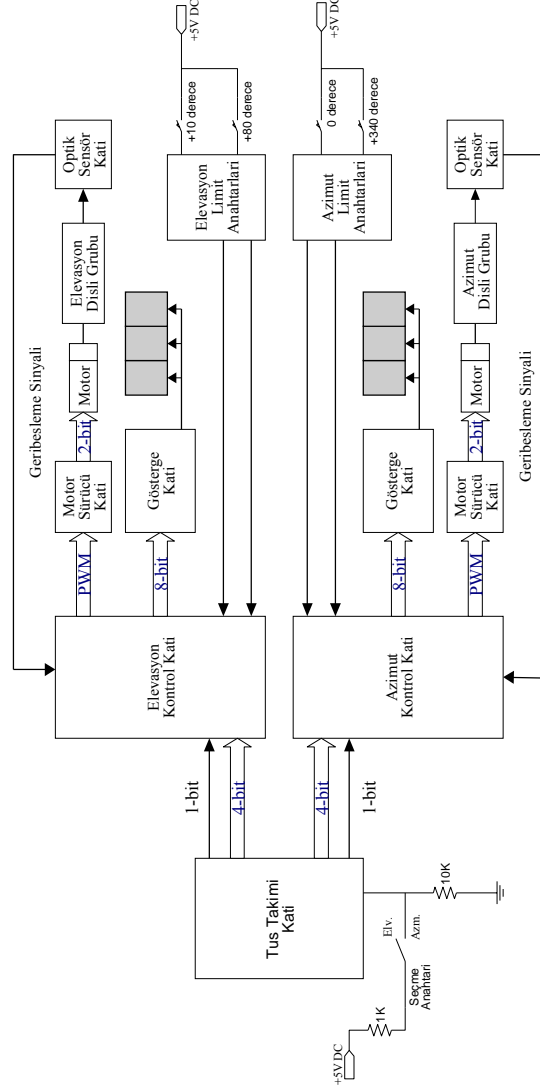
Şekil.3 Azimut ve elevasyon açıları [3]

Bir parabolik anten kontrol sistemi genellikle, antene azimut ve elevasyon açılarında hareket veren iki eksende tasarlanmasına karşın, polarizasyonun da değiştirilmek istendiği durumlarda üç eksenli olarak tasarlanabilir.

KONTROLÖR TASARIMI

Projede, 90 cm. çaplı bir parabolik anteni istenen açısal konuma yönlendirebilmek amacıyla mikroişlemci tabanlı bir kontrolör tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan kontrolör; parabolik antene azimut ve elevasyon hareketlerini veren servo kontrol birimlerinin, temel olarak aynı birimden giriş verilerini alan ve benzer işleri yapan iki bağımsız kontrol sistemi olduğu yaklaşımıyla, iki girişli ve iki çıkışlı kapalı döngü kontrol sistemi yerine, iki adet tek

girişli ve tek çıkışlı kapalı döngü kontrol sistemi olarak tasarlanmıştır. Sistemde; bir açısal koordinat hesaplama birimi kullanılmamış, bunun yerine, parabolik antenin yönlendirileceği koordinat açılarının dışında hesaplanarak, bir tuş takımı yoluyla sisteme girilmesi sağlanmıştır. Tasarlanan sistemin blok şeması Şekil.4'de gösterilmiştir.



Şekil.4 Tasarlanan kontrol sisteminin blok şeması

Sistem tasarımına öncelikle, parabolik anteni taşıyacak ve antenin istenen açısal konuma gelmesini sağlayacak olan mekanik aksamın tasarımı ile başlanmıştır. Mekanik aksam; 90 cm. çaplı bir parabolik antene, iki adet DC servo motor ile Şekil.3'de belirtilen iki boyutta hareket verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan mekanik aksam Şekil.5'de gösterilmiştir.

Mekanik tasarımda, imalat sınırlamalarıyla birlikte; elevasyon dişli grubu ile, motor mili üç tam tur dönerken parabolik antenin, motorun dönüş yönüne bağlı olarak aşağı ya da yukarı yönde 2.5 mm hareket

etmesi; azimut dişli grubu ile de, motor milinin bir tam turunda, dairesel dişlinin bir diş hareket etmesi sağlanmıştır.



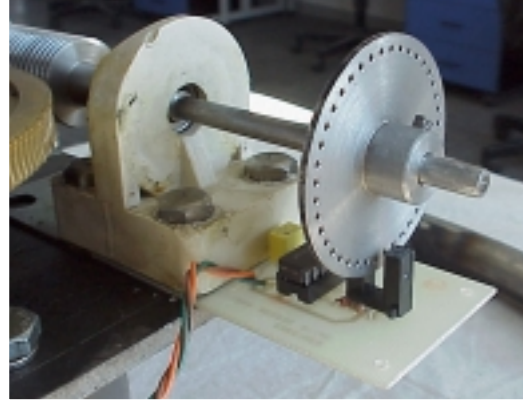
Şekil.5. Tasarlanan mekanik sistem

Ayrıca mekanik sistemde, ikisi azimut ve ikisi elevasyon hareketini sınırlamak üzere dört adet sınırlama anahtarı kullanılmıştır. Sınırlama anahtarları; azimut hareket bölgesinde 0° ve 340° noktalarına, elevasyon hareket bölgesinde ise 10° ve 80° noktalarına yerleştirilmişlerdir. Sistemde; parabolik antenin azimut hareketini sağlaması amacıyla bir adet daimi mıknatıslı DC servo motor kullanılmıştır. Servo motorun durma anında, motorun rotor sargılarına uygulanan kontrol sinyalinin ani kesilmesinden dolayı oluşan eylemsizlik momentinden kaynaklanan ve istenmeyen motor mili dönüşlerinin sistemde oluşturacağı konum bilgisi sapmalarının minimuma indirilmesi amacıyla, darbe genişlik modülasyonu kullanılarak hız kontrolü yapılmıştır [4]. Darbe genişlik modülasyonu kontrol sinyali, mikroişlemciye yazılım ile üretilmiştir.

Sisteminde, servo motorları 12VDC sürme gerilimiyle çalıştırabilmek için MJE3055 NPN ve MJE2955 PNP güç transistörleriyle iki adet H-köprülü sürücü devresi tasarlanmıştır. Sürücü devreleri, mikroişlemciyi korumak amacıyla birer optokuplör ile mikroişlemci devresinden ayrılmışlardır.

Konum bilgisinin, kontrol katına geribesleme yapılabilmesi için, her iki kontrol katı için birer adet tek kanallı optik algılayıcı kullanılan geribesleme devresi tasarlanmıştır. Şekil.6'da azimut geribesleme katı gösterilmiştir. Azimut geribesleme katında kullanılan delikli optik algılayıcı dairesi, dişli grubuna

dayalı hesap sonucunda antenin 1° 'lik hareketi için 17 çentik sayılacak şekilde, 50 mm. çapında ve 40 çentikli olarak tasarlanmıştır. Benzer şekilde elevasyon geribesleme katında kullanılan delikli optik algılayıcı dairesi ise, antenin 1° 'lik hareketi için 15 çentik sayılacak şekilde, yine 50 mm. çapında ve 1 çentikli olarak tasarlanmıştır.



Şekil.6 Azimut geribesleme katı

Sistemin kontrol edilebilmesi için, birbirinin eşi olan iki adet tek girişli ve tek çıkışlı kapalı döngü kontrol birimi tasarlanmıştır. Bu birimlerden birinin azimut kontrolünü yaparken, diğerinin elevasyon kontrolünü yapması öngörülmüştür. Kontrol birimlerinde, kolay bulunması ve basit kullanımından dolayı 8-bit'lik AT89C52 mikroişlemcisi [5] kullanılmıştır. Her bir kontrol birimi; parabolik antenin konumlanması için girilen açı değerini almak, bu değeri hafızasında bulunan ve antenin önceki konumunu belirten açı değeriyle karşılaştırarak, kontrol algoritmasıyla antenin dönmesi gereken yönü ve dönüş miktarını bulmak, bu bilgileri darbe genişlik modülasyonu sinyalleri ile servo motor sürücü katına iletmek ve geribesleme katından gelen sinyalleri alıp değerlendirmekle görevlendirilmiştir. Ayrıca kullanıcının, kontrol sistemine parabolik antenin konumlandırılacağı açı değerlerini girebilmesi amacıyla onaltı tuşlu bir tuş takımı ve bu değerleri görebilmesi amacıyla her bir eksen için üç dijital birer 7-segment gösterge tasarlanmıştır. Tasarlanan devrelerin, basılı devre kartları hazırlanmıştır. Donanım tasarımının ardından, tasarlanan sistem algoritmalarına göre, assembler dilinde mikroişlemciye ait kontrol yazılımı geliştirilmiş ve denemeleri yapılmıştır.

Ayrıca sistemde; motorların aşırı yüklenmesi veya sürme sinyallerinin olmaması gibi hataları algılayarak, kullanıcıya gösterebilmesi amacıyla bir hata algılama devresi tasarlanmıştır.

Son olarak, sisteme gerekli olan +5V DC ve +12V DC gerilimi sağlayabilmek amacıyla, 1.5A'lık +5V DC ve 1A'lık +12V DC güç kaynağı tasarlanmıştır. Şekil.7'da gerçekleştirilen kontrol kutusu gösterilmiştir.



Şekil.7 Gerçekleştirilen kontrol kutusu

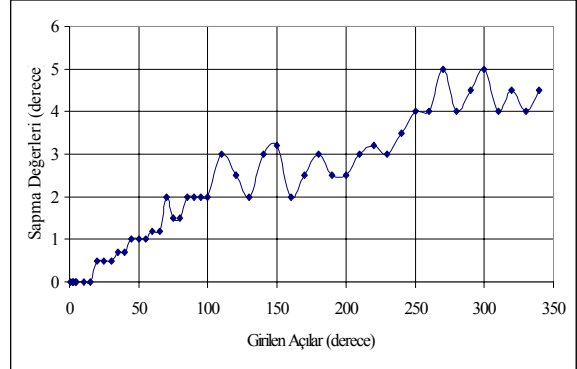
SONUÇ

Bir parabolik anten kontrol sisteminde, sistem cevabının doğruluğunu pratik olarak etkileyen parametrelerin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, nispeten basit yapıda olan ve jeosenkron yörüngedeki haberleşme uydularından gelen sinyalleri almak için kullanılan bir parabolik anten kontrol sistemi tasarlanmıştır. Tasarımda, parabolik antenin kontrolü mikroişlemci ile yazılım ağırlıklı olarak yapılmış ve bu amaçla çeşitli yazılım algoritmaları geliştirilmiştir. Bununla beraber, sistemin devre tasarımları yapılmıştır.

Tasarımın tamamlanmasının ardından, azimut ve elevasyon eksenleri için örnekleme açı değerleri belirlenmiş ve değerler için ilgili optik sensörün sayacağı darbe sayıları hesaplanmıştır. Bununla beraber, optik sensörün gerçekte kaç darbe sayacağını görebilmek amacıyla çıkışlarına harici bir sayıcı bağlanmış; ayrıca parabolik antenin gerçekte kaç derece hareket ettiğini belirleyebilmek amacıyla da, antenin uygun kısımlarına azimut ve elevasyon açılarını gösteren birer açı şablonu yerleştirilmiştir. Daha sonra her iki eksen için ayrı ayrı belirlenen açı değerleri sırasıyla azimut ve elevasyon kontrol katlarına uygulanmıştır.

Azimut hareketi için uygulama sonuçları incelendiğinde, girilen açı değerleri için hesaplama sonucunda bulunan ve mikroişlemcinin saydığı darbe sayısı ile optik sensörün çıkışına bağlanan harici sayıcıda sayılan darbe sayılarının birbirleri ile yaklaşık aynı değerlerde oldukları gözlenmiştir. Harici sayıcı tarafından zaman zaman bir ya da iki adet fazla darbenin sayıldığı gözlenmiş ve bunun servo motorun rotorunda oluşan eylemsizlikten kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Yine uygulama sonuçları incelendiğinde, her bir açı için sayılan darbe sayısının yaklaşık olarak aynı olmasına rağmen parabolik antenin hareket sonunda konumlandığı açı değerlerinde nispeten doğrusal bir sapma olduğu gözlenmiştir. Sapma değeri, 50° için yaklaşık 1° iken,

100° için yaklaşık 2°, 200° için yaklaşık 2,5° ve 340° için yaklaşık 4,5° olmaktadır. Şekil.8'de azimut kontrolü için denemeler sonucunda, her bir açı değerinde oluşan sapmaları belirten grafik gösterilmektedir.



Şekil.8 Azimut kontrolü için girilen açı değerlerinde oluşan sapma miktarlarını gösteren grafik.

Elevasyon hareketi için uygulama sonuçları incelendiğinde ise girilen açı değerlerinin ve dolayısıyla yapılan hareket miktarının küçüklüğü nedeniyle fazla bir sapma olmadığı gözlenmiştir.

Azimut hareketinde oluşan açı sapmalarının, Şekil.8'deki açı sapmalarını gösteren grafiğe bir eğri uydurularak, oluşturulacak bir denklem ve buna bağlı bir algoritma ile düzeltme yapılabileceği öngörülmektedir.

Ayrıca, sistem maliyetini arttırmasına rağmen, tek kanallı ve yazılım ağırlıklı tasarlanan geribesleme katının, iki kanallı ve daha yüksek çözünürlüklü bir optik sensör ve döner kodlayıcı takımı ile tasarlanması, bunun yanında harici enkoder sayıcıları ya da konum kontrol entegreleri gibi daha amaca uygun entegreler kullanılması ve ayrıca daha geniş veri yolu ve daha gelişmiş matematik işlem kapasitesine sahip mikroişlemciler kullanılmasının da sistem doğruluğunu ve hassasiyetini olumlu yönde etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Bayrakçı, H.E., 1993, Analog Sayısal ve Optik Uydular İletişim Sistemleri, Neta Elektronik Cihazlar Sanayi A.Ş., s 19-22, İstanbul.
- [2] Kuo, B.C., 2002, Otomatik Kontrol Sistemleri, Literatür Yayınevi, İstanbul.
- [3] Newport Inc., Motion Tutorial. www.newport.com/file_store/Motion_Control/Tutorial/PDF_Files/motion_tutorial.pdf
- [4] Kayhan, A.H., Panayır, E., Aygölü, Ü., 1998, Sayısal Haberleşme, Birsen Yayınevi, s 33, İstanbul.
- [5] Microcontroller Databook, 1995, Atmel.