

DÖRT ROTORLU HAVA ARACI İÇİN GERÇEK ZAMANDA YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KONTROLÖR TASARIMI

Mustafa ALBAYRAK*

Hava Harp Okulu
HUTEN, Elektronik Müh. ABD,
Yeşilyurt, İstanbul, TÜRKİYE
m.albayrak@hho.edu.tr

Aydemir ARISOY

Hava Harp Okulu
Elektronik Müh.Bölümü,
Yeşilyurt, İstanbul, TÜRKİYE
a.arisoy@hho.edu.tr

Geliş Tarihi: 15 Ağustos 2012, Kabul Tarihi: 29 Temmuz 2013

ÖZET

Bu çalışmada, Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi ile olduğu yerden kalkış-iniş yapabilen dört rotorlu hava aracı(quadrotor)için oryantasyon kontrolünü amaçlayan kontrolör tasarımı ve gerçek zamanlı quadrotor oryantasyon kontrol deney düzeneği ortamında gerçekleşmesi ele alınmıştır. YSA yönteminin özünde olan öğrenme yeteneğinden faydalanılarak daha geniş bir çalışma uzayında dayanıklı(robust) kontrolör yapısı elde edilmeye çalışılmıştır. Quadrotor, ayrışmayan doğrusal olmayan dinamiklere sahip ve yüksek doğrusal olmayan matematiksel modeli ile son yıllarda ilgi çekici bir sistem olarak kontrol mühendisliği alanında kontrol edilmeye çalışılan sistem olarak görülmektedir. Yüksek doğrusal olmayan yapıya sahip bu dinamik sistem için tasarlanan YSA kontrolörün performansı klasik PID kontrolörü ile karşılaştırılmıştır. Ele alınan sistemler için tasarlanan kontrolörlerin performans değerlendirmesi kurulan gerçek zamanlı deney düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Tasarlanan kontrolörlerin performans değerlendirmesi yunuslama, yalpa ve sapma eksenlerinde konum ve yörünge kontrolü için yapılmıştır. Tasarlanan kontrolörlerin dış bozuculara karşı dayanıklılık deneyleri üretilen darbe fonksiyonu ile değerlendirilmiştir. Tasarlanan YSA kontrolörün performansının PID kontrolör yapısına göre hem yörünge takibi hem de sistem dayanıklılığı açısından daha başarılı olduğu gösterilmiştir. Tasarım sürecinde yoğun matematiksel işlemler gerektirmeyen YSA yaklaşımının doğrusal olmayan dinamik sistemlerin kontrolü için mikroişlemci teknolojisindeki gelişmeler de göz önüne alındığındadaha yaygın biçimde kontrol sistemleri içinde yer alacağı değerlendirilmektedir.

***Anahtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, Dört Rotorlu Hava Aracı, Gerçek Zamanlı Donanımlı Benzetim.*

NEURAL NETWORK CONTROLLER DESIGN FOR QUADROTOR IN REAL TIME

ABSTRACT

In this study, a neural network assisted real-time controller has been designed for highly nonlinear quadrotor orientation control. As controlled dynamic system, a highly nonlinear quadrotor model were used in this study. The controller has been designed with neural networks for Quadrotor attitude and trajectory control, and this controller's performance was compared against the classical PID controller's performance. These controllers for dynamic systems performance evaluations were made with the help of real-time experimental setup. Attitude and trajectory controls have done for designed controllers performance evaluation. Neural network performance was compared against the classical PID controller which was designed in the same experimental setup. Designed controllers robustness was tested with pulse inputs. We observed that neural network assisted controller was more succesful than PID controller in more complicated nonlinear dynamic systems, both in attitude and trajectory control performance. We comment that with today's microcontroller technology, neural networks are faster and more simple for designing controllers for highly nonlinear dynamic systems.

***Keywords:** Artificial Neural Networks, Quadrotor, Real Time Hardware in the Loop Simulation.*

* Sorumlu Yazar

1. GİRİŞ

Doğrusal olmayan dinamik sistemlerin kontrolü, kontrol mühendisliği alanı için ilgi çekici olmaya devam etmektedir. Klasik hesaplamalı yöntemler ile dayanıklı kontrolör tasarımı çalışmaları yanında akıllı sistemler olarak tanımlanabilen yöntemlerle de bu alandaki çalışmalar araştırmacılar için cazibesini korumaktadır. Literatüre bakıldığında çok sayıda YSA tabanlı kontrolör sistemi çalışmaları bulunmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda dört rotorlu hava aracı kontrolü için yapılan çalışmalar incelendiğinde, 2009 da Dierks ve Jagannathan YSA yapısını dört rotorlu hava aracı çoklu uçuş formasyonlarında kullanmışlar, 2010 yılında ise dış bozuluculara karşı eş zamanlı öğrenme kabiliyetine sahip YSA destekli kontrolör yapmışlardır [1-2]. 2011 yılında Bai ve Gong tarafından bozucu etkilere karşı dayanıklı, YSA yapısında geribeslemeli kontrol modülü ve ters modelleme ile çalışan bir dört rotorlu hava aracı tasarımı öne sürmüşlerdir. Ters modeli hesaplamak için kontrol sistemine geribesleme lineerleştirme uygulanmıştır [3]. Yine 2011 yılında Bouhali ve Boudjeir, iki paralel ileri beslemeli YSA modeli oluşturmuşlardır. İlk ağ anlık kontrol işaretlerini oluştururken, ikincisi düzeltici işaretleri oluşturmaktadır. Böylece kayma kipli kontrolde ölçümlerdeki gürültüler azaltılmıştır. YSA öğrenme kuralı ise Lyapunov durum teorisine dayanmaktadır. Aynı yıl Efe, YSA destekli FIR (Finite Impulse Response) tipi kontrolör tasarımının, PID kontrolöre göre birçok yönden daha üstün olduğunu göstermiştir. Formentin ve Lovera ise pozisyon ve durum olarak ayrıştırılmış iki kontrol yapısı oluşturmuşlardır. Bir başka çalışmada ise Stingu ve Lewis, bilinmeyen bir ortamda bozuluculara karşı YSA destekli Adaptif Dinamik Programlama ile kontrolör yapısı geliştirmişlerdir. Zaman kısıtı ve durum uzayının büyüklüğünden dolayı fonksiyonları yaklaştırmak için lokal aktivasyon fonksiyonlu YSA kullanılmıştır [4-7].

Bu çalışmada; YSA yöntemi kullanılarak dört rotorlu hava aracı için oryantasyon hareket eksenlerinde konum ve yörünge takip kontrolü için kontrolör tasarımı ele alınmıştır. Kontrolör tasarım aşamasında gerçek zamanlı deney düzeneği kullanılarak tasarım aşamalarının hızlandırılması amaçlanmıştır. YSA kontrolörünün tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, uygun bir eğitim verisi oluşturmaktır. Bu çalışmada dinamik sistem olarak ele alınan dört rotorlu hava aracını içeren gerçek zamanlı deney düzeneği ile YSA eğitimi için gerekli uygun veriler toplanmıştır. Bu veriler ile yine aynı deney düzeneği kullanılarak YSA kontrolör tasarımı gerçekleştirilmiştir. YSA kontrol tasarımının önemli noktalarından olan ağ yapısının belirlenmesi yani uygun katman ve nöron sayılarının oluşturulması, bu gerçek zamanlı deney seti kullanılarak tasarım süreci hızlandırılmıştır. Bu çalışmanın katkılarında bir

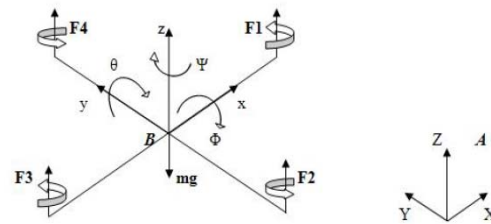
tanisi de; gerçek zamanlı deneysel ortamda çalışılabilecek uygun yöntemin bulunması için yapılan deneysel çalışmalardır. Bilgisayar benzetimi ortamında yapılan gerçeklemlerden farklı olarak gerçek zamanlı deney setinin örnekleme zamanı gibi kısıtları nedeniyle her YSA yapısı deneysel olarak tam gerçekleştirilemediği görülmüştür.

Dört rotorlu hava aracı oryantasyon kontrolü için YSA kontrolörü tasarlanmış, konum ve yörünge kontrolü performansı klasik PID kontrolör performansı ile karşılaştırılmıştır. Tasarlanan YSA kontrolörünün dayanıklılık (robustness) deneyleri yapılmıştır. Dayanıklılık deneyleri için uygun genlikli darbe fonksiyonları kullanılmıştır. Yalpa, yunuslama ve sapma eksenlerindeki hareket kontrolü uygun veriler oluşturulmuş YSA kontrolörü eğitiminde kullanılmışlardır. YSA tasarımında önemli bir diğer husus ise yapay sinir ağının yapısı olmaktadır. Tasarlanan YSA gizli katman sayısı ve her katmanda bulunması gerekli nöron sayısı ise tamamen deneysel sonuçlara göre karar verilmiştir.

Bu çalışmada ikinci bölümde dört rotorlu hava aracının dinamik modeli, üçüncü bölümde tasarlanmış olan YSA kontrolörün tasarım aşaması, dördüncü bölümde grafiklerle birlikte analiz ve yorumlar ve son bölümde ise sonuç kısmı verilmiştir.

2. MODELLEME

Dört rotorlu hava aracı, içinde bir operatör olmadan uçabilen insansız bir hava aracıdır. Bu sebepten dolayı, dört rotorlu hava araçları klasik helikopterlere kıyasla daha küçük boyutlara sahiptirler. "Artı işareti" şeklinde birbirine dik olarak yerleştirilmiş iki şafttan oluşur. Dört rotorlu hava araçlarının güvenlik görevleri, askeri araştırmalar, yüksek konumlardan fotoğraf çekme ve video kaydetme ve ayrıca sanayide diğer taşıt ya da robotlarla koordine çalışarak düşük ağırlıklı yük taşıma gibi geniş bir kullanım alanı vardır (Şekil 1).



Şekil 1. Dört Rotorlu Hava Aracı Modeli.

Bu çalışma dört rotorlu hava aracının sadece üç eksende kontrolü üzerine odaklanılmıştır. Bu yüzden sadece yunuslama, yalpalama ve sapma eksenlerindeki hareketi içeren denklemler ele alınmıştır.

Sistemin tam matematiksel modeli;

$$\ddot{\phi} = \dot{\psi} \dot{\theta} \left(\frac{I_y - I_z}{I_x} \right) - \frac{J}{I_x} \dot{\theta} (-\Omega_1 + \Omega_2 - \Omega_3 + \Omega_4) + \frac{1}{I_x} U_2 \quad (1)$$

$$\ddot{\theta} = \dot{\psi} \dot{\phi} \left(\frac{I_x - I_z}{I_y} \right) - \frac{J}{I_y} \dot{\phi} (-\Omega_1 + \Omega_2 - \Omega_3 + \Omega_4) + \frac{1}{I_y} U_3 \quad (2)$$

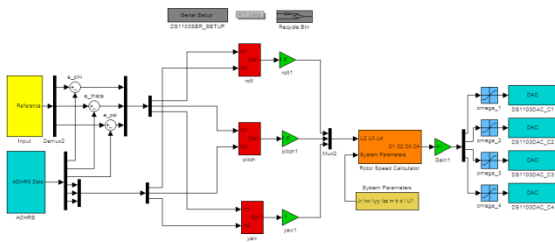
$$\ddot{\psi} = \dot{\theta} \dot{\phi} \left(\frac{I_x - I_y}{I_z} \right) - \frac{1}{I_z} U_4 \quad (3)$$

Modelleme detayları ile bilgilere [8] den ulaşılabilir.

3. YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KONTROLÖR TASARIMI

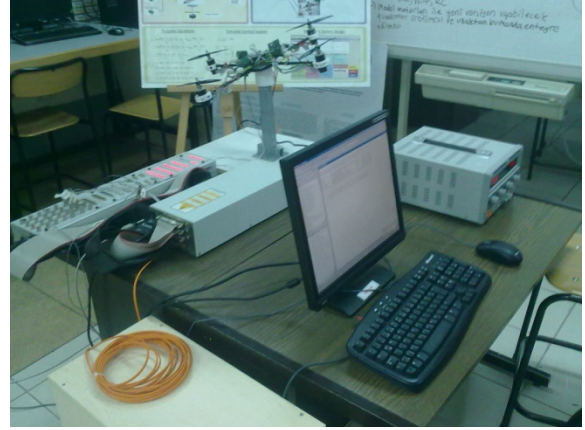
Dört rotorlu hava aracı için de öncelikle stabil olarak çalışan bir kontrolör modeli yapılmıştır. Yeni geliştirilecek YSA kontrolör için 0.005 örnek aralığında yaklaşık 20000 data alınmış ve bu datalar ile YSA eğitimi yapılmıştır. Bu model için önerilen kontrolör yapısında, yalpa, yunuslama ve sapma kontrollerinin her biri için ayrı ayrı YSA kontrolörler oluşturulmuş ve tek kontrolör altında birleştirilmişlerdir. YSA yapısında kullanılacak katman ve katmanlarda bulunacak nöron sayısı gerçek zamanlı deney düzeneğinden alınan sonuçlar neticesinde deneysel olarak karar verilmiştir. Bu çalışma esnasında tek, iki ve üç gizli katmana sahip 10 farklı YSA kontrolör modeli oluşturulmuş, çeşitli basamak giriş fonksiyonuna verdikleri cevaplar incelenmiş ve tek gizli katmanda 15 nöron bulunan YSA modeli seçilmiştir. Sistemden referans değer ve hata olarak alınan datalar sistem cevabı ile karşılaştırılarak, herbir kontrolör için 2000 iterasyon ile eğitim gerçekleştirilmiştir. Eğitimlerde MATLAB Neural Network Toolbox kullanılmıştır.

Sistem için önerilen YSA kontrolör yapısı şeklindedir.



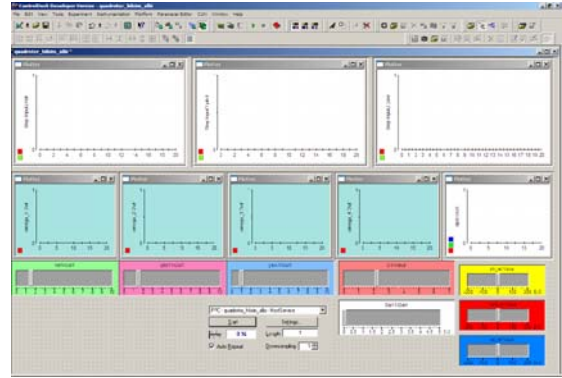
Şekil 2. Dört Rotorlu Hava Aracı Kontrolü YSA Modeli.

Deneyde kullanılacak kontrolör modeli MATLAB/Simulink programında geliştirildikten sonra dSPACE ortamının sağladığı kolaylıklar ile sistem kodları DSP içeren kontrol kartına aktarılır. Giriş-çıkış portları üzerinden motor sürücü kartlar ile dört adet fırçasız motor kontrol edilmektedir. Yalpa, yunus ve sapma değerleri ataletsel ölçüm ünitesi (IMU) tarafından ölçülmekte ve tekrar DS1103 kontrol kartı üzerinden bilgisayara geri dönmektedir. Motor sürücüleri 0-5 V aralığında çalışmaktadır.



Şekil 3. Dört Rotorlu Hava Aracı Kontrolü Deney Düzeneği.

Şekil 4'te arayüz programından da görüldüğü gibi yalpa, yunus ve sapma kontrolleri için referans ve sonuç bilgileri programın üst bölümünde görülmektedir. Altında her motor için kontrol işaretleri, en altta ise kontrolör yapısında kazanç ayarlarını düzenlemeye yarayan barlar bulunmaktadır. Sağda ise referans giriş işaretlerinin değiştirilebileceği barlar vardır. Bu kullanıcı dost arayüz mprogan ile gerçek zamanda parametre belirleme ve hassas ayarlama olanağı kullanıcıya sağlanır. Deneme yanılma ile sistem yanıtı ve istenen işaret incelenerek gerekli parametreler gerçek zamanda belirlenmiş olur.



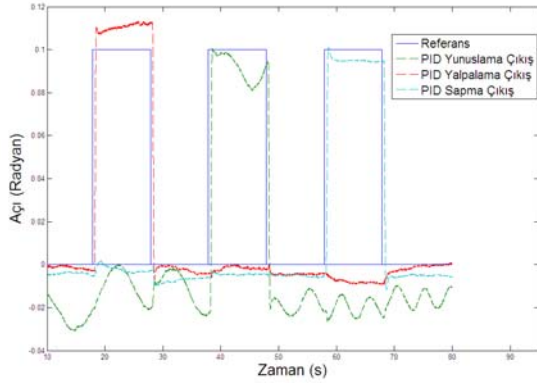
Şekil 4. Dört Rotorlu Hava Aracı Kontrol Masası.

4. DENEYSEL SONUÇLAR

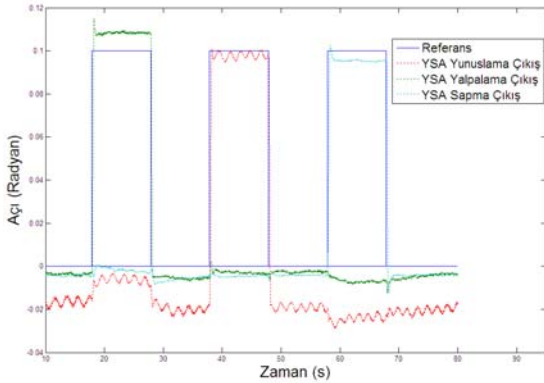
Bu bölümde sisteme adapte edilmiş olan YSA kontrolör ve PID kontrolörün verilen referans girişlere karşı sistem cevapları karşılaştırılmıştır. Kullanılan deney düzeneği quadrotor oryantasyon kontrolü için hazırlanmış özel bir düzeneştir. Gerçek zamanlı kontrolör tasarımına uygun olan deney düzeneği ile ilgili ayrıntılara [9] kullanılarak ulaşılabilir. İlk olarak her iki kontrolörün basamak giriş cevapları incelenmiştir. Buradaki amaç hangi kontrolcü aktifken sistemin daha dayanıklı olduğunu anlamaktır. Ardından aynı şekilde sistemin verilen referans yörüngeyi ne oranda takip ettiğini anlayabilmek için

de sinüs sinyali uygulanmıştır. Şekil 5, Şekil 6, Şekil 10 ve Şekil 11'den sisteme uygulanan her referans sinyalinin sürekli bir sinyal olduğu ve eksenlerin tümünün aynı sinyal ile test edildiği anlaşılmaktadır. Bu sürekli sinyal yalpalama, yunuslama ve sapma eksenlerine farklı zaman aralıklarında uygulanmıştır.

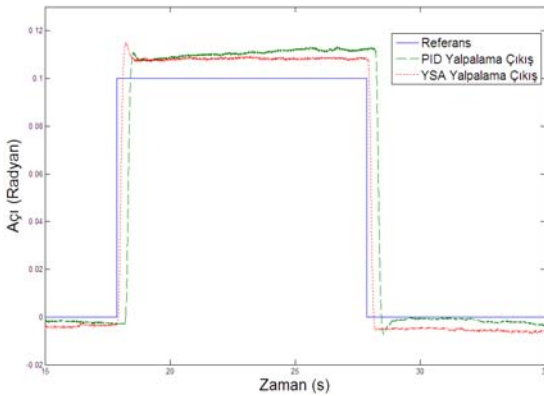
Sistemin konum kontrolü performansını değerlendirmek amacıyla, 0.1 radyan basamak girişi uygulanmıştır. Deney düzeneğinden kaynaklanan hatalar dikkate alınmazsa, YSA kontrolörde aşımın az miktarda fazla olmasına rağmen, yerleşme zamanı ve sürekli hal hatası uygun görülmektedir.



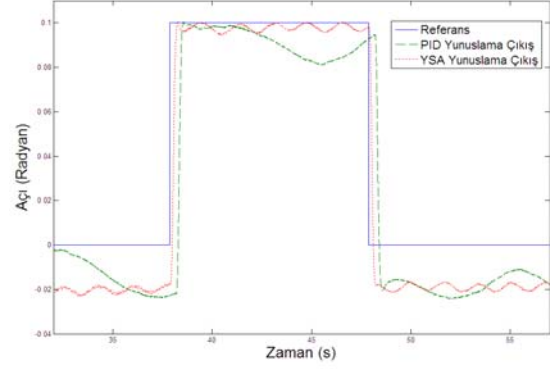
Şekil 5. Basamak Giriş PID Kontrolör Cevabı.



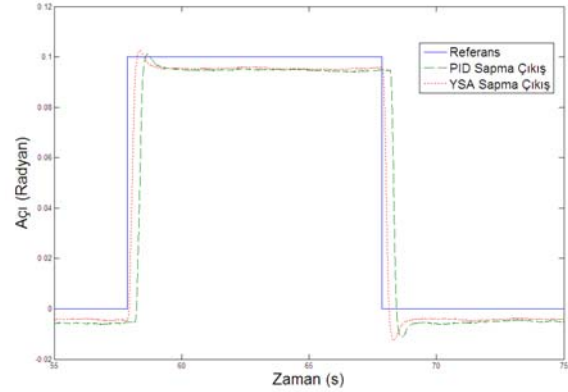
Şekil 6. Basamak Giriş YSA Kontrolör Cevabı.



Şekil 7. Yalpalama Ekseninde Karşılaştırma.

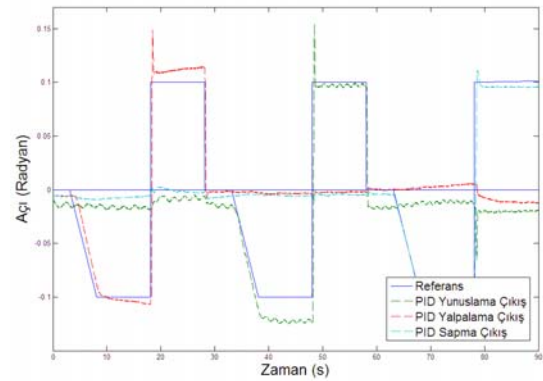


Şekil 8. Yunuslama Ekseninde Karşılaştırma.

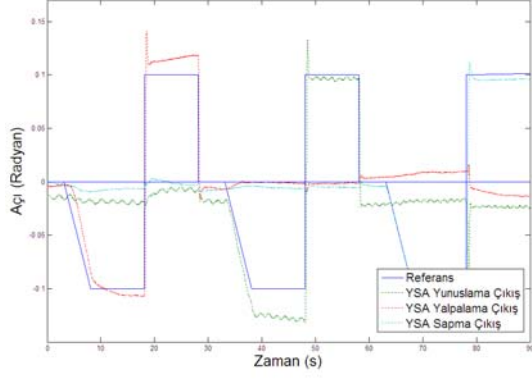


Şekil 9. Sapma Ekseninde Karşılaştırma.

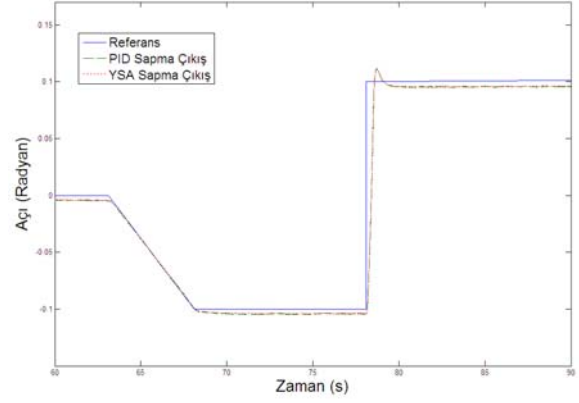
Sistemin konum kontrol performansını daha iyi görebilmek ve dayanıklılığını test etmek için -0.1 ile 0.1 radyan aralığında basamak giriş işareti verilmiştir. Sonuçlarda genel olarak PID ve YSA kontrolör birbirine yakın performans değerleri verirken, YSA kontrolörün daha az aşım yaptığı görülmektedir.



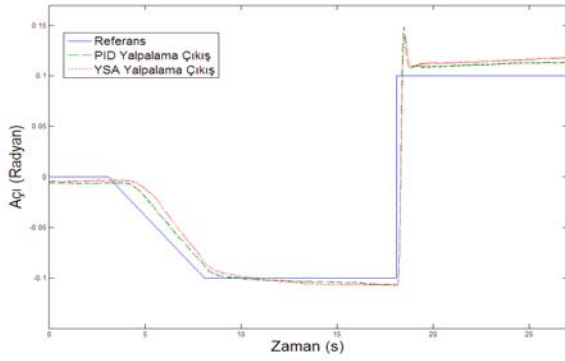
Şekil 10. Basamak Giriş PID Kontrolör Cevabı.



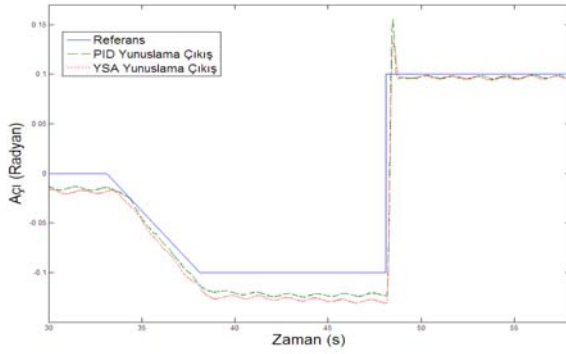
Şekil 11. Basamak Giriş YSA Kontrolör Cevabı.



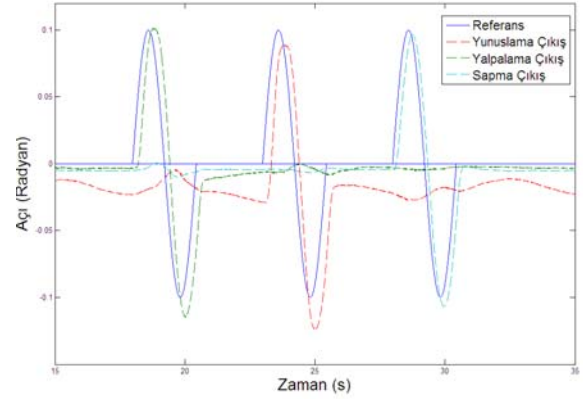
Şekil 14. Basamak Giriş Sapma Ekseninde Karşılaştırma.



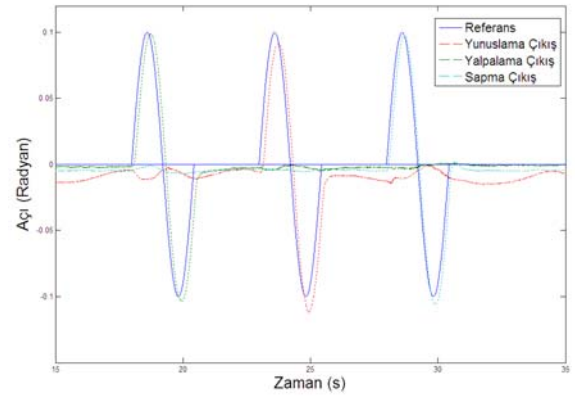
Şekil 12. Basamak Giriş Yalpalama Ekseninde Karşılaştırma.



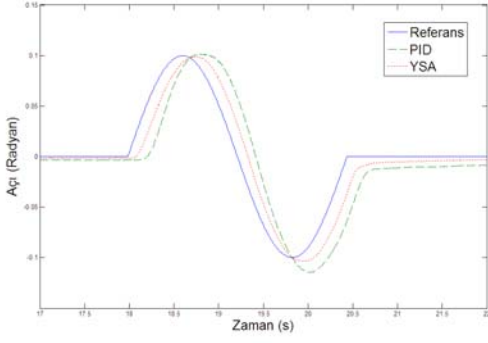
Şekil 13. Basamak Giriş Yunuslama Ekseninde Karşılaştırma.



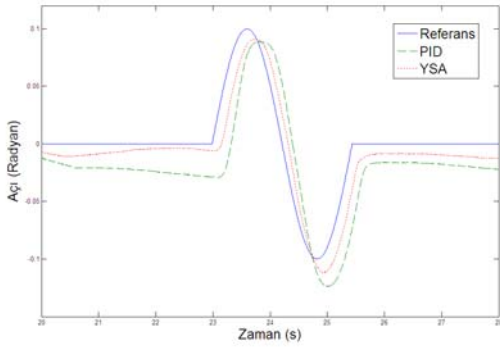
Şekil 15. PID Kontrolör Yörünge Kontrol Cevabı.



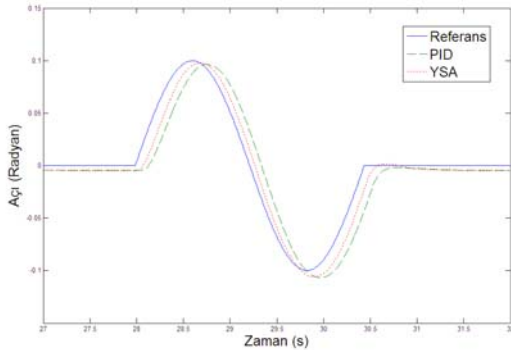
Şekil 16. YSA Kontrolör Yörünge Kontrol Cevabı.



Şekil 17. Yörünge Testi Yalpalama Ekseninde Karşılaştırma.



Şekil 18. Yörünge Testi Yunuslama Ekseninde Karşılaştırma.



Şekil 19. Yörünge Testi Sapma Ekseninde Karşılaştırma.

5. SONUÇ

Bu çalışmada; yapay sinir ağları (YSA) yöntemi ile quadrotor için kontrolör tasarlanması gerçek zamanlı deneysel ortam verileri ile kontrol sistemi tasarımı ve performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Kontrol edilen dinamik sistem olarak ayrışamayan doğrusal olmayan dinamiklere sahip ve yüksek doğrusal olmayan matematiksel modeli ile son yıllarda ilgi çekici bir sistem olan dört rotorlu hava aracı kullanılmıştır. Dört rotorlu hava aracının üç serbestlik dereceli davranış kontrolü için YSA kontrolörleri

tasarlanmıştır. Yüksek doğrusal olmayan yapıya sahip bu dinamik sistem için de tasarlanan YSA kontrolörün performansı klasik PID kontrolörü ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için kullanılan PID kontrolörün katsayılarının bulunmasında Ziegler-Nichols yöntemi kullanılarak değerlerin başlangıç noktaları hesaplanmış ve bu noktalardan itibaren deney setindeki denemelerle uygun değerler bulunmuştur. Ele alınan quadrotor oryantasyon kontrolü için tasarlanan kontrolörlerin performans değerlendirmesi kurulan gerçek zamanlı deney düzenekleri kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmada kontrolör yapısının YSA yaklaşımı ile tasarımında, öğrenme mekanizması olarak öğreticili öğrenme modeli kullanılmıştır. YSA kontrolörü eğitimi aşamasında mümkün olduğu kadar farklı sistem girişleri için sistem cevapları elde edilmiş ve yüksek dereceli doğrusal olmayan yapıdaki dinamik sistemlerin davranışına ait veri seti oluşturulmuştur. Tasarlanan kontrolör mimarisinde ise ileri sürümlü ağ yapısı seçilmiştir. Tasarımın diğer önemli bir hususu olan algoritma olarak Levenberg-Marquardt yöntemi kullanılırken, oluşturulan YSA daha önceden belirlenen giriş çıkış eşleştirmesini gerçekleştiremeye çalıştığı için zamandan bağımsız öğrenme ile parametre güncelleme işlemi yapılmıştır. Son olarak ağ parametrelerimiz, eğitim çiftlerinin tamamının ağ üzerinden geçirilip her bir geçişte hesaplanan değişim miktarının toplamı ile güncellendiğinden dolayı toplamsal güncelleme yöntemi kullanılmıştır. Tasarlanan YSA kontrolörü mimarisinde, birden çok sayıda katman kullanılması durumunda daha kötü kontrolör performansı elde edilmesi nedeniyle tek gizli katmanlı YSA yapısı tercih edilmiştir. Çalışmada, tek gizli katmanda bulunması gereken nöron sayısına odaklanılmıştır.

Dört rotorlu hava aracının davranış kontrolü için her bir eksenin hareket kontrolünü sağlayacak şekilde YSA kontrolörleri tasarlanmıştır. Tasarlanan kontrolörler tek gizli katmana sahip 5, 10, 15 nöronlu ve iki gizli katmana sahip, her bir gizli katmanında 5 nöron bulunan YSA yapıları kullanılmıştır. Tasarlanan YSA kontrolörü için 15 nörondan oluşan tek gizli katmanlı yapı başarılı sonuçlar vermiş olduğundan konum, yörünge ve dayanıklılık deneylerinde kullanılmıştır.

Kullanılan deney düzenekleri MATLAB/Simulink programı ile çalışabilmesi nedeniyle esnek ve hızlı bir şekilde YSA kontrolörünün tasarımına olanak sağlayan veri setlerinin oluşturulmasına ve tasarlanan kontrolörün hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. İçerdiği arayüz programı ile gerçek zamanlı olarak parametre ayarlamaya olanak sağlamakta, sonuçların yine gerçek zamanda grafiksel olarak gözlenebilmesine imkan vermekte ve uygun veri setlerinin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Deney sonuçlarının MATLAB ortamına alınabilmesine ve daha sonra analizine imkan sağlamaktadır.

Tasarlanan YSA kontrolörün performansının PID kontrolör yapısına göre hem yörünge takibi hem de sistem dayanıklılığı açısından performansı ele alındığında ele alınan dinamik sistemin matematiksel yapısı itibarıyla doğrusal olmayan dinamikleri arttıkça daha başarılı olabileceği gözlenmiştir. Tasarım sürecinde yoğun matematiksel işlemler gerektirmeyen YSA yaklaşımının doğrusal olmayan dinamik sistemlerin kontrolü için günümüz mikroişlemci teknolojisindeki gelişmeler de göz önüne alındığında tasarımı ve gerçeklemelerinin hızlı ve basit olduğu değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen YSA kontrolör yapısının, başta insansız hava araçları olmak üzere, yüksek dereceli doğrusal olmayan matematiksel modellere sahip dinamik sistemler için başarıyla uygulanabileceği değerlendirilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Travis Dierks, S. Jagannathan, "Neural Network Control of Quadrotor UAV Formations" Missouri University of Science and Technology, Rolla
- [2] Travis Dierks, S. Jagannathan, "Output Feedback Control of a Quadrotor UAV Using Neural Networks" Missouri University of Science and Technology, Rolla
- [3] Yue Bai, Xun Gong, Yan Tao Tian, "Stability Control of Quadrotor Based On Explicit Model Following with Inverse Model Feedforward Method", Jilin University, China
- [4] O. Bouhali, H. Boudjedir, "Neural Network Control with Neuro-Sliding Mode Observer Applied to Quadrotor Helicopter", Jijel University, Algeria
- [5] Mehmet Önder Efe, "Neural Network Assisted Computationally Simple PID Control of a Quadrotor UAV", Bahcesehir University, Turkey
- [6] Simone Formentin, Marco Lovera, "Flatness Based Control of a Quadrotor Helicopter via Feedforward Linearization" , Milano Politeknik, Milano
- [7] Emanuel Stingu, Frank L. Lewis, "An Approximate Dynamic Programming Based Controller for an Underactuated 6DOF Quadrotor", University of Texas, Arlington
- [8] Ender Ortak, 2010, "4 Rotorlu Bir İnsansız Hava Aracı (Quadrotor) İçin Bulanık Kontrolcü Tasarımı Ve Simülasyonu ", Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü İstanbul.
- [9] Bayrakceken, M.K.; Arisoy, A.; "An Educational Setup for Nonlinear Control Systems: Enhancing the motivation and learning in a targeted curriculum by experimental practices" Control Systems, IEEE , vol.:33, issue:2, pp. 64-81, April 2013.

ÖZGEÇMİŞLER

Mustafa ALBAYRAK

1982 yılında UŞAK ilinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Manisa'da tamamladı. 1997 yılında Bursa Işıklar Askeri Lisesi'nde lise eğitimine başladı. Liseyi müteakip 2001 yılında Hava Harp Okulu Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında lisans eğitimine başladı. 2005 yılında teğmen rütbesi ile mezun oldu, 2006-2007 yılları arasında Hv.Tek.Ok.K.lığı'nda MEBS Subay Temel Eğitimi'ni tamamladı. 2007-2010 yılları arasında 2'nci Destek Üs Komutanlığı ve 8'inci Ana Jet Üs Komutanlığı/DİYARBAKIR'da Bölük Komutanı, 228. Taşınabilir Hava Radar Kıta Komutanlığı/ŞIRNAK'ta Radar Kıta Komutanı olarak görev yaptı. 2010 yılında HUTEN(Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü)'de yüksek lisans eğitimine başladı.

Aydemir ARISOY

Aydemir ARISOY, 1989 yılında İstanbul Yıldız Üniversitesi'nden Lisans, 2000 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nden Yüksek Lisans ve 2008 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği programından Doktora derecelerini almıştır. 2010 yılında HHO Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kontrol ABD Bşk. olarak Yrd.Doç. kadrosuna atanmıştır. 2011 yılı Şubat ayında atandığı HHO Dekanlığı, Elektronik Mühendisliği Bölüm Bşk. lığı görevini halen yürütmektedir. Lineer ve lineer olmayan kontrol, kayma kipli kontrol, yüksek dereceli kayma kipli kontrol, esnek robotik sistemler, akıllı kontrol sistemleri, donanımlı sistem modelleme ve benzetimi çalışma konularındır.