

Fuzzy and Adaptive Neural Fuzzy Control of Compound Pendulum Angle

Ahmet Küçüker¹, Mustafa Rüzgar¹

¹Sakarya University, Electronic Engineering Department, Esentepe Campus,
Sakarya, Turkey

Abstract: In this study, A compound pendulum system has been designed. Open loop control answer of system, Fuzzy control of system, and Adaptive Neural Fuzzy Control of system has been compared. System has designed with a dc motor and propeller. Adaptive Neural Fuzzy Control gives better conclusions than Fuzzy control on this system

Keywords: Compound Pendulum, Fuzzy Control, ANFIS

Asili Sarkaç Açısının Bulanik Sonuç Çıkarım Yöntemi ve Adaptif Ağ yapılı Bulanik Sonuç Çıkarım Yöntemiyle Belirlenmesi

Özet: Bu çalışmada asili sarkaç sistemi oluşturulmuştur. Sistemin açık çevrim cevabı ile Bulanik denetleyicili ve Adaptif bulanik denetleyicili cevapları mukayese edilmiştir. Sistem dc motor ve pervane kullanılarak tasarlanmıştır. Adaptif bulanik sonuç çıkarım yönteminin bulanik sonuç çıkarımına kıyasla çok daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asili sarkaç, Bulanik Kontrol, Adaptif Sinirsel Bulanik Kontrol,

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

A. Küçüker, M. Rüzgar 'Fuzzy and Adaptive Neural Fuzzy Control of Compound Pendulum Angle', Elec. Lett. Sci. Eng., vol. 3(1), (2006), 27-32

1 Giriş

Asili sarkaç sistemi geçmisten günümüze birçok alanlarda hayatımızı kolaylaştırmıştır. Protez bacakların modellenmesinde, mikro hava araçlarının kontrolünde, sismik ölçüm cihazlarında, metronom cihazlarında, sarkaç saatlerde ve hatta eğlence sektörü olan lunaparklarda bile kullanılmıştır. [1,2]

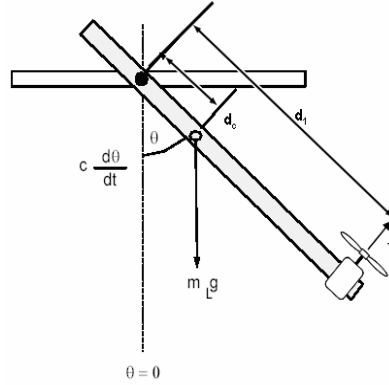
Sarkaç sistemin açısı sistemin en uç noktasında yerleştirilen motor ve pervane sayesinde ayarlanmaktadır. Motor hızı arttıkça açı artmakta motor hızı azaldıkça açı azalmaktadır. Amacımız sarkacı belirli bir açıda sabit tutmaktır. [3] Bu sistem rüzgar vb bozucu etkiler olduğu için sistemin modelinin değişebilmesi gibi sonuçlar doğurabilmektedir.

Bu çalışmada açık çevrim kontrol ile bulanik kontrol ve adaptif ağ yapılı sinirsel bulanik kontrol tekniklerinin mukayesesi yapılarak en performanslı kontrol yöntemi belirlenmiştir. Mamdani bulanik kontrolörün başarılı olmasına rağmen Adaptif sinirsel bulanik kontrolörlü sugeno yapımız çok daha iyi sonuç vermiştir.

* Corresponding author; Tel.: +(90), mustafa_ruzgar@yahoo.com

2 Asili Sarkaç Sistem Modeli

Sistemin asıldığı noktaya göre moment alınırsa $J\ddot{\theta} + c\dot{\theta} + m_L g d \sin\theta = T$ denklemi elde edilmiş olur. (Şekil 2.1)



Sekil 2.1

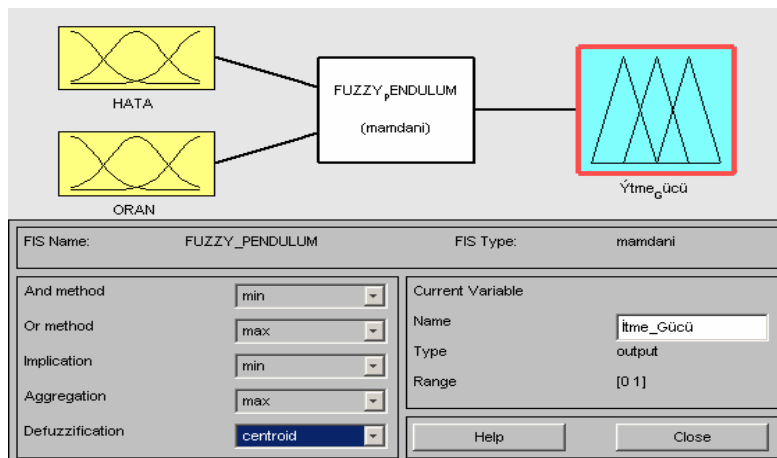
Bu denklemde T motorun ucundaki pervanenin dönmesiyle oluşacak itme gücünü temsil etmektedir. θ ise sabitlemek istediğimiz açıdır. Açıyla itme gücü arasındaki transfer fonksiyonunu şu şekilde yazabiliriz. [4]

$$\frac{\theta(s)_{(rad/sn)}}{T(s)_{Nm}} = \frac{1}{js^2 + cs + m_L g d \sin\theta}$$

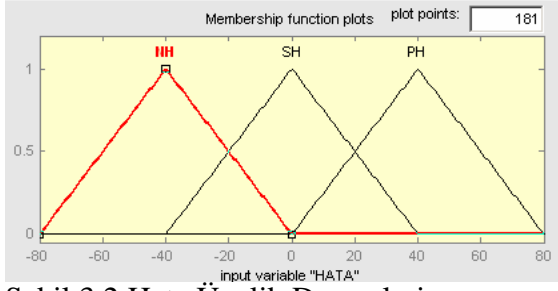
3 Bulanık Sonuç Çıkarım Yöntemiyle Kontrol

Tasarlanan kontrolörde iki adet giriş tek çıkış bulunmaktadır. İtme Gücü, bulanık denetleyicinin ve bulanık kuralların neticesidir. Bulanık denetleyicinin giriş ve çıkışları belli olduğuna göre tasarım aşamasında yapılacak ilk iş giriş ve çıkışlar için dilsel değişkenler ve dilsel terimler oluşturmaktır [5].

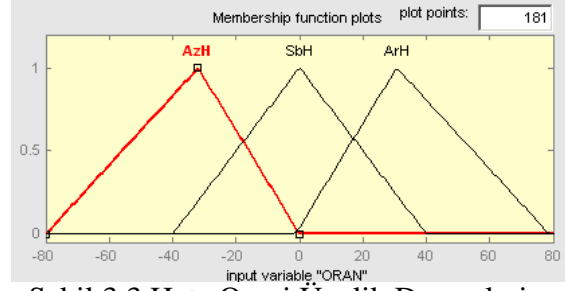
Girisler için dilsel değişkenler ,hata ve hata oranıdır. Çıkış için dilsel değişken İtmeGücü'dür. İki giriş tek çıkışlı mamdani bulanık denetleyici yapısı Şekil 3.1 de belirtilmiştir.



Sekil 3.1 Bulanık Denetleyici Yapısı

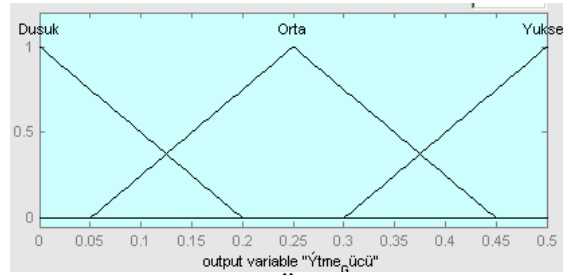


Sekil 3.2 Hata Üyelik Dereceleri



Sekil 3.3 Hata Oranı Üyelik Dereceleri

Negatif hata, sıfır hata ve pozitif hata olarak belirlenen üyelik dereceleri Sekil 3.2 de Azalan hata oranı, sabit hata oranı , artan hata oranı olarak adlandırılan üyelik dereceleri Sekil 3.3 de belirtilmiştir.



Sekil 3.4 Çıkis Üyelik Dereceleri

Çıkis üyelik dereceleri Sekil 3.4 deki gibi belirlenen kontrolörün hata ve hata oranına göre uygun çıkisleri verebilmesi için gerekli kurallar asagida verilmiştir.

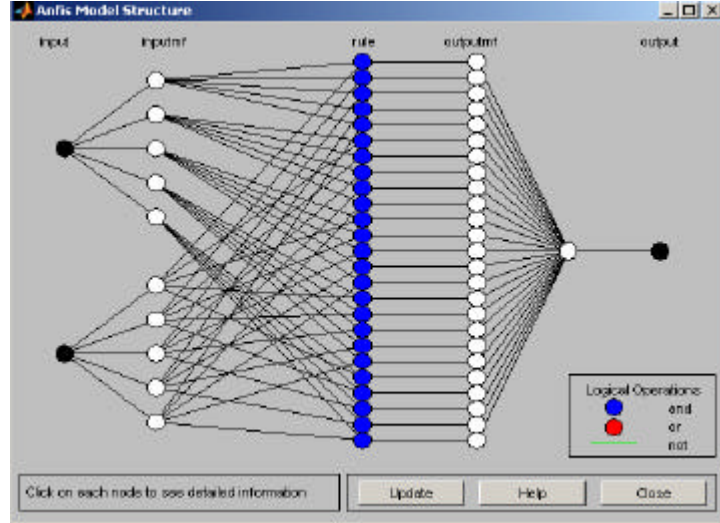
1. IF (HATA is NH) AND (ORAN is AzH) THEN (ITME_GUCU is DUSUK)
2. IF (HATA is NH) AND (ORAN is SbH) THEN ((ITME_GUCU is DUSUK)
3. IF (HATA is NH) AND (ORAN is ArH) THEN ((ITME_GUCU is ORTA)
4. IF (HATA is SH) AND (ORAN is AzH) THEN ((ITME_GUCU is DUSUK)
5. IF (HATA is SH) AND (ORAN is SbH) THEN (ITME_GUCU is ORTA)
6. IF (HATA is SH) AND (ORAN is ArH) THEN (ITME_GUCU is YUKSEK)
7. IF (HATA is PH) AND (ORAN is AzH) THEN (ITME_GUCU is ORTA)
8. IF (HATA is PH) AND (ORAN is SbH) THEN (ITME_GUCU is YUKSEK)
9. IF (HATA is PH) AND (ORAN is ArH) THEN (ITME_GUCU is YUKSEK)

4 Adaptif Ağ Yapılı Bulanık Sonuç Çıkarım Yöntemiyle Kontrolü

İki giriş tek çıkışlı yapı Sugeno Bulanık Çıkarım Sistemiyle oluşturulmuştur. Deneysel yolla elde edilen eğitim verilerimiz kullanılarak Hibrid metoduyla 3 epoch olarak eğitim yaptırılmıştır. Tablo 4.1 deki yöntemle oluşturulan FIS eğitildikten sonra Sekil 4.1 deki ANFIS model yapısı elde edildi [6,7].

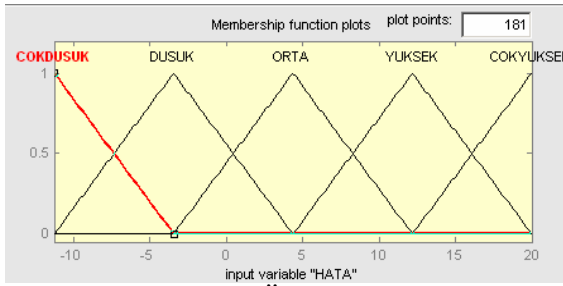
Tablo 4.1

anfissarkacc.name,	anfissarkacc	anfissarkacc.impMethod,	prof
anfissarkacc.type,	Sugeno	anfissarkacc.aggMethod,	sum
anfissarkacc.andMethod,	Prod	anfissarkacc.input,	1x2
anfissarkacc.orMethod,	probor	anfissarkacc.output,	1x1
anfissarkacc.defuzzMethod,	wtaver	anfissarkacc.rule	1x25

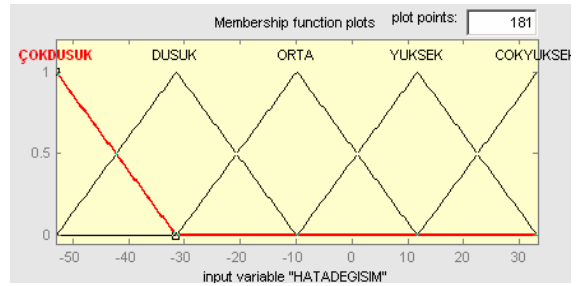


Sekil 4.1

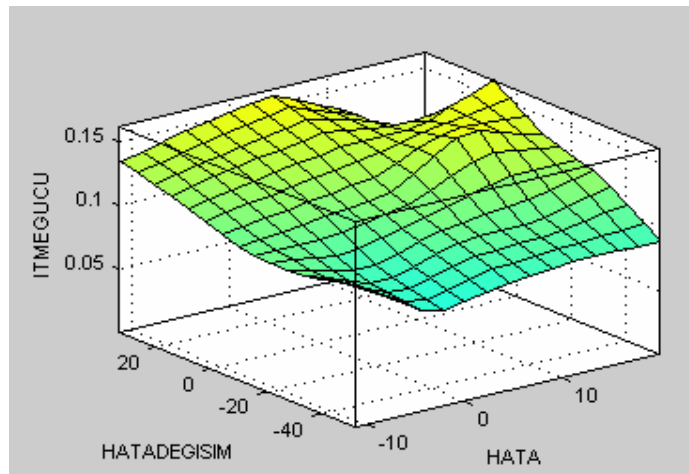
Eğitilen FIS' de oluşan üyelik fonksiyonları Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 de yüzey grafiği ise Şekil 4.4 de gösterilmiştir. [7]



Sekil 4.2 Hata Üyelik dereceleri



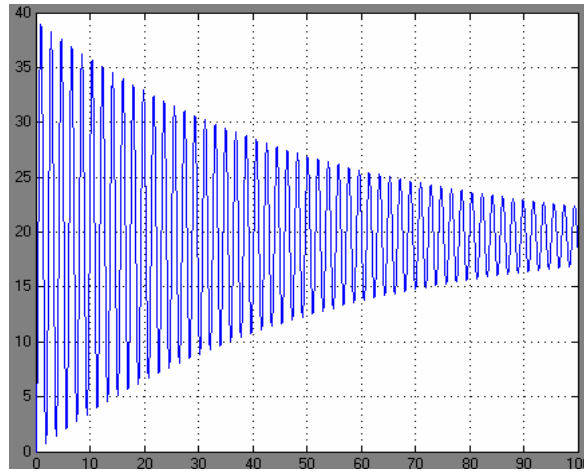
Sekil 4.3 Hata deęisim üyelik dereceleri



Sekil 4.4 Yüzey grafiği

5 Sonuç ve Öneriler

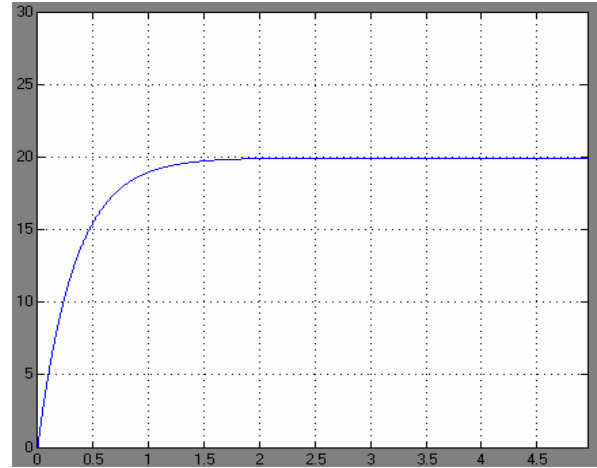
Bulanik çıkarım ve Adaptif Ağ yapılı bulanik sonuç çıkarım yöntemleriyle oluşturulan kontrolör sistemi açık çevrim kontrolde oluşan uzun süreli osilasyonlardan kurtararak kısa sürede istenen aciyi bulmamızı sağlamıştır. Bulanik sonuç çıkarım yöntemine oranla Adaptif ağ yapılı bulanik sonuç çıkarım yöntemi daha başarılı olmuştur. ANFIS kullanılarak tasarlanan kontrolör (Sekil 5.3) osilasyon olmadan 2 sn gibi kısa bir sürede sistemi istenen açığa getirirken bulanik kontrolörümüz (Sekil 5.2) 5 sn de sistemi istenen açığa getirmiştir. Adaptif ağ yapılı bulanik sonuç çıkarım yöntemiyle yapılacak kontrolün sistemimiz için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.



Sekil 5.1 Açık Çevrim Kontrolde 20 dereceye verilen cevap



Sekil 5.2 Bulanik Kontrolörlü sistemde 20 dereceye verilen cevap



Sekil 5.3 Adaptif Ağ Yapılı Bulanik Kontrolörlü sistemde 20 dereceye verilen cevap

References (Referanslar)

- [1] S.A. Hale “The Effect of Walking Speed on the Joint Displacement Patterns and Forces and Moments Acting on the Above-Knee Amputee Prosthetic Leg” *Journal of Prosthetics and Orthotics* 1991 Vol. 3, Num. 2
- [2] <http://scienceworld.wolfram.com/physics/Pendulum.html>
- [3] <http://www.pages.drexel.edu/~weg22>
- [4] M. Martinez-Sanchez, *Unified Engineering Notes*, Course 95-96.
- [5] *Bulanik Mantik Ders Notlari F.TEMURTAS*
- [6] *Sinirsel Bulanik Mantik Ders Notlari F.TEMURTAS*
- [7] *MATLAB® Documentation (2002) Fuzzy Control Toolbox Help, Version 7.0, Release*