ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/387592531

Bulanık Mantık Esaslı Sıvı Seviye Denetiminde Farklı Üyelik Fonksiyonlarının Denetim Performansına Etkisinin İncelenmesi

Conference Paper · September 2013

CITATIONS
5

4 authors, including:



Erdal Kılıç
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
55 PUBLICATIONS **160** CITATIONS
SEE PROFILE



Saban Yilmaz
Kilis 7 Aralık University
33 PUBLICATIONS **342** CITATIONS
SEE PROFILE



Ahmet Gani
Kayseri University
132 PUBLICATIONS **489** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Ahmet Gani on 01 January 2025.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Bulanık Mantık Esaslı Sıvı Seviye Denetiminde Farklı Üyelik Fonksiyonlarının Denetim Performansına Etkisinin İncelenmesi

Hasan Rıza Özçalık[1], *Erdal Kılıç*[2], *Şaban Yılmaz*[3], *Ahmet Gani*[1]

[1]Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Merkez/Kahramanmaraş
ozcalik@yahoo.com
ahmet_gani87@hotmail.com

[2]Afşin Meslek Yüksekokulu Elektrik ve Enerji Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Afşin/Kahramanmaraş
ekilic@ksu.edu.tr

[3]Kahramanmaraş Meslek Yüksekokulu Elektrik ve Enerji Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Merkez/Kahramanmaraş
sabanyilmaz@ksu.edu.tr

Özetçe

Sıvı seviye denetimi birçok endüstriyel alanda önemli yer tutmaktadır. Bir tanktaki sıvı seviyesinin denetimi, sistemin doğrusal olmayan dinamik yapısı nedeniyle zor olmaktadır. Bu tür sistemlerin kontrolünde bulanık mantık denetimin klasik denetim yöntemlerine göre daha başarılı sonuçlar verdiğini daha önce yapılan birçok çalışma göstermektedir. Bulanık mantık kontrol sistemlerinde yer alan parametrelerin nasıl seçileceği çoğu zaman belirgin değildir. Üyelik fonksiyonlarının, durulama ve çıkarım mekanizmalarının oluşturulması bu belirsizlikler arasındadır. Bu çalışmada bir tanktaki su seviyesi denetimi için simülasyon çalışması yapılmıştır. Sistemin denetimi bir bulanık mantık denetleyici ile yapılmıştır. Çalışmada farklı üyelik fonksiyonlarının denetleyici performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1. Giriş

Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. Bulanık mantık denetleyicinin temeli sözlü ifadeler ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur. Bulanık mantık denetleyici (BMD) uygulanırken sistemin matematiksel modellenmesi şart değildir [1]. Bulanık mantık denetleyiciyi geliştirmek, matematiksel ifadeler gerekmediği için kolaydır. Bu yüzden bulanık mantık lineer olmayan karmaşık sistemlerde kolaylıkla kullanılabilmektedir [2-4]

BMD, zamanla değişen, doğrusal olmayan ve özellikle matematiksel modeli tam olarak bilinmeyen sistemlerin denetlenmesinde son yıllarda klasik denetim yöntemlerine bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır [5].

Bulanık mantığın ilk uygulaması, Mamdani tarafından 1974 yılında bir buhar makinesinin denetiminin gerçekleştirilmesi tarzında olmuştur. Bu tarihten sonra bulanık mantık, su arıtma denetimi, metro denetimi, elektronik pazarlar, otomotiv ürünleri, ısı, sıvı, gaz akımı denetimleri, kimyasal ve fiziksel süreç denetimleri gibi bir çok alanda kullanılmıştır [6].

Sıvı seviye denetimi, gıda işlemede, atık su arıtmada, süt üretiminde, filtreleme işlemlerinde, nükleer enerji üretiminde, ilaç sanayinde, kaplamada ve daha birçok endüstriyel uygulamada oldukça önemli bir yer tutmaktadır [7]. Bir tanktaki sıvı seviyesinin denetimi, sistemin doğrusal olmayan dinamik yapısı nedeniyle zor olmaktadır. Bu tür sistemlerde BMD esaslı denetim oldukça başarılı sonuçlar vermektedir.

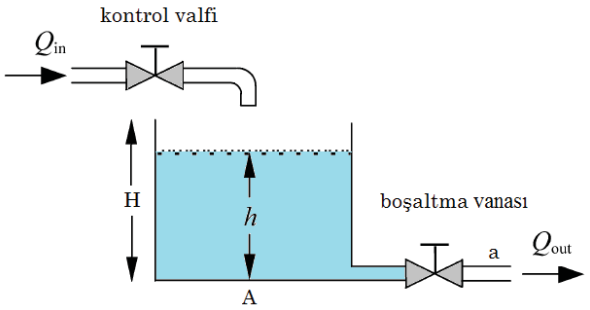
Bu çalışmada, bir su tankının seviye denetimi için Matlab/Simulink'te bulanık mantık esaslı bir denetim yöntemi oluşturulmuştur. Tanktaki su çıkışını sağlayan valfin açıklığı sistemin yüklenmesini temsil etmektedir. Valfin açıklık oranı değiştirilerek bulanık mantık esaslı denetim test edilmiştir.

Sistemin denetimini yapan BMD, üçgen, yamuk, gaussian ve çan tipi üyelik fonksiyonu kullanılarak dört farklı denetleyici tasarlanmıştır. Farklı üyelik fonksiyonları kullanılarak elde edilen

denetleyiciler sisteme aynı koşullar altında ayrı ayrı uygulanarak her üyelik fonksiyonun denetim üzerindeki performansı incelenmiştir. Denetim sisteminin başarısı, referans seviye değerlerine kısa bir sürede oldukça küçük hata değerleriyle ulaşılması ile kendini gösterecektir.

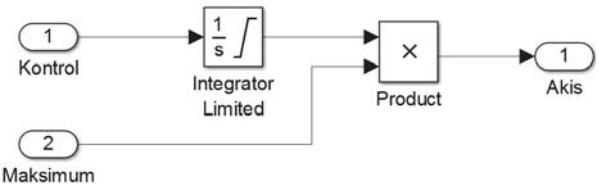
2. Su Tankı Sisteminin Matematiksel Modeli

Bu çalışmada simülasyonda kullanılmak üzere bir su tankı sisteminin seviye modellenmesi oluşturulmuştur. Bu tankın modeli, taban alanı A ve yüksekliği H olan bir dikdörtgen prizma şeklindedir. Tankta su girişi için kontrol valfi ve su çıkışı için boşaltma vanası bulunmaktadır. Kontrol valfinin ayarı denetleyici tarafından oluşturulan kontrol sinyali ile otomatik olarak yapılmaktadır. Boşaltma vanasının ayarı ise kullanıcı tarafından su ihtiyacına göre manuel olarak yapılmaktadır. Su tankı sisteminin genel yapısı Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Su tankı sistemi

Tanka giren suyun akış miktarını kontrol edebilmek amacıyla kullanılan akış kontrol valfinin simulink modeli Şekil 2'de gösterilmiştir.



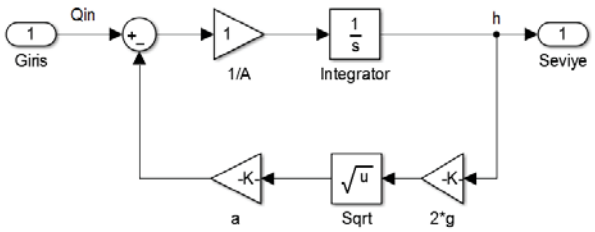
Şekil 2: Valfin simulink modeli [8-9, 13]

Bir su tankında h yüksekliğindeki suyun a kesitli çıkış ağzından akan su miktarı denklem 1 ile ifade edilmektedir. Bir tanktaki suyun seviyesindeki değişim ise denklem 2 ile ifade edilmektedir [8-13].

$$Qout = a\sqrt{2gh} \quad (\mathrm{m}^3/\mathrm{s}) \tag{1}$$

$$\frac{dh}{dt} = \frac{Qin - Qout}{A} = \frac{Qin - a\sqrt{2gh}}{A} \quad (\mathrm{m}) \tag{2}$$

Denklem 2'den yararlanılarak su tankının simulink modeli oluşturulmuştur. Bu model Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3: Su tankının simulink modeli [8-10, 13]

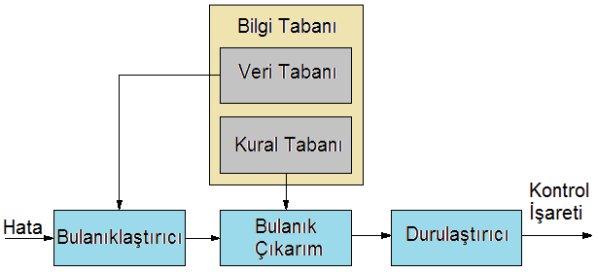
Simülasyon çalışmasında kullanılan su tankı modeli ile ilgili değerler Tablo 1'de verilmiştir.

*Tablo1:*Su tankının özellikleri

Açıklama	Sembol	Değer
Taban alanı	A	1 m^2
Çıkış ağzı kesiti	a	0,01 m^2
Yükseklik	H	2 m
Yer çekim ivmesi	g	9,82 m/s^2
Başlangıç su seviyesi	h_0	0 m
Su Giriş Debisi	Q_{in}	0,05 m^3/s

3. Bulanık Mantık Denetleyici

BMD, genel yapısıyla bulandırma birimi, bulanık çıkarım birimi, durulama birimi ve bilgi tabanı olmak üzere dört temel bileşenden oluşmuştur. Genel bir BMD blok diyagramı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4: Genel BMD yapısı

Bulandırma birimi, sistemden alınan giriş bilgilerini dilsel niteleyiciler olan sembolik değerlere dönüştürme işlemidir. Üyelik işlevinden faydalanılarak giriş bilgilerinin ait olduğu bulanık kümeleri ve üyelik derecesi tespit edip, girilen sayısal değere küçük, en küçük gibi dilsel değişken değerler atanır.

Bulanık çıkarım birimi, bulandırma biriminden gelen bulanık değerleri, kural tabanındaki

kurallar üzerinde uygulayarak bulanık sonuçlar üretilmektedir. Girişler ve çıkışlar arasındaki bağlantılar, kural tabanındaki kurallar kullanılarak sağlanır. Bu birimde elde edilen değer kural tablosundan dilsel ifadeye çevrilir ve durulama birimine gönderilir. Bulanık çıkarım yöntemleri içerisinde en yaygın kullanılan ve bu çalışmada da kullanılan yöntem Mamdani yöntemidir.

Durulama birimi, karar verme biriminden gelen bulanık bir bilgiden bulanık olmayan ve uygulamada kullanılacak gerçek değerin elde edilmesini sağlar. Durulama, bulanık bilgilerin kesin sonuçlara dönüştürülmesi işlemidir. Durulama işleminde değişik yöntemler esas alınmaktadır. Ağırlık merkezi yöntemi en yaygın kullanılan durulama yöntemidir.

Bilgi tabanı, sistemle ilgili bilgilerin toplandığı bir veri tablosundan ibarettir. Girişler ve çıkışlar arasındaki bağlantılar, kural tabanındaki kurallar kullanılarak sağlanır. Bulanık kontrol kuralları genellikle uzman bilgisinden türetilir [1, 8-9, 14-16].

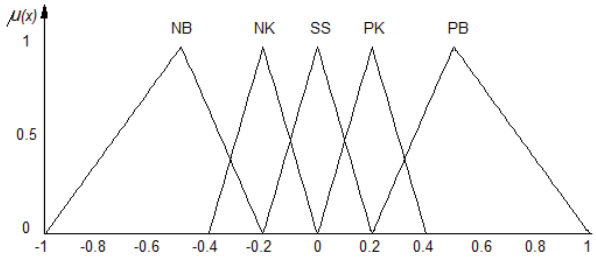
Bu çalışmada tasarlanan denetleyici için iki tane giriş seçilmiştir. Bu girişler hata ve hata değişimidir. Hata (e), istenen seviye değeri (r) ile gerçek seviye değeri (y) arasındaki farktır. Hata değişimi Δe(k), mevcut hata e(k) ile önceki hata e(k-1) arasındaki farktır. k simülasyon programındaki iterasyon sayısını göstermek üzere hata ve hata değişiminin ifadesi denklem 3 ve 4'teki gibi olacaktır.

$$e(k)=r(k)-y(k) \quad (3)$$

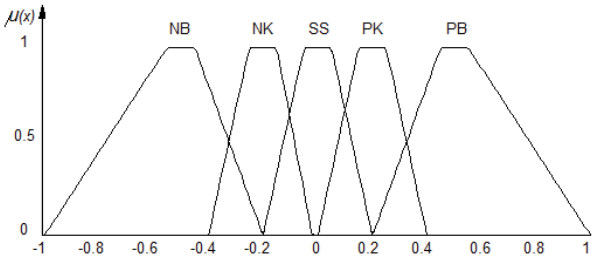
$$\Delta e(k)= e(k)-e(k-1) \quad (4)$$

BMD'nin bulandırma işleminde giriş ve çıkış değişkenleri sembolik ifadelere dönüştürülmektedir. Tasarlanan denetleyicide kullanılan dilsel değişkenleri NB (Negatif Büyük), NK (Negatif Küçük), SS (Sıfır), PK (Pozitif Küçük), PB (Pozitif Büyük) olmak üzere beş değişken kullanılmıştır.

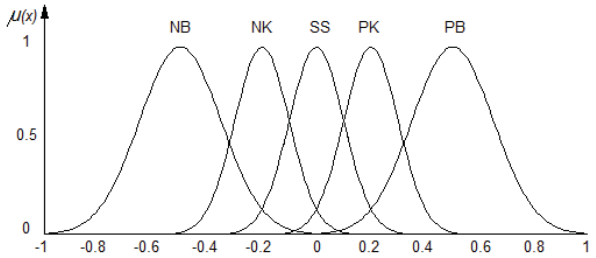
Sisteme verilen her bir giriş için üyelik fonksiyonlarının seçimi tamamen keyfi olmakla birlikte üçgen, yamuk, sinüsoid, cauchy, çan, sigmoid, gaussian tiplerde olabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan üyelik fonksiyonları Şekil 5-8'de gösterilmiştir [9, 14-16].



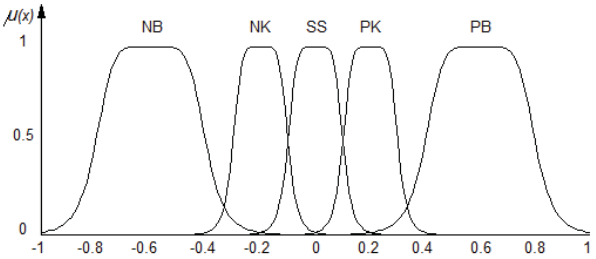
Şekil 5: Beş kurallı üçgen üyelik fonksiyonu



Şekil 6: Beş kurallı yamuk üyelik fonksiyonu



Şekil 7: Beş kurallı gaussian üyelik fonksiyonu



Şekil 8: Beş kurallı çan üyelik fonksiyonu

Denetleyicinin bulanık çıkarım biriminde girişlerin çıkış ile olan ilişkisi uzman bilgisinden faydalanılarak belirlenen kurallarla sağlanır. Çalışmada kurallar belirlenirken AND (ve) bulanık operatörü kullanılmıştır. Bu kurallar "Eğer *e* NB ve Δ*e* PB ise *u* SS" şeklinde oluşturulmuştur. Bu çalışmada tüm dilsel değişkenler kullanılarak yirmi beş tane kural oluşturulmuştur. Bu kural tablosu Tablo 2'de verilmiştir.

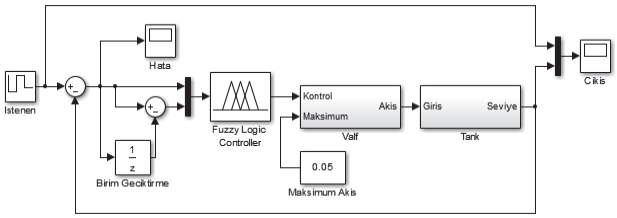
Tablo 2: Bulanık kural tablosu

u		Δ*e*				
		NB	NK	SS	PK	PB
e	NB	NB	NB	NB	NK	SS
	NK	NB	NB	NK	SS	PK
	SS	NB	NK	SS	PK	PB
	PK	NK	SS	PK	PB	PB
	PB	SS	PK	PB	PB	PB

Durulama biriminde, her kural için hata ve hata değişiminin üyelik ağırlık değerleri bulunarak, bu iki değerin en az üyelik ağırlığı ve buna göre çıkış üyelik (u) değerleri tespit edilir. Durulama biriminin çıkışında elde edilen sayısal değer sisteme uygulanır.

4. Simülasyon Çalışmaları

Bütün sistem elemanları MATLAB/Simulink ile modellenmiştir. Sisteminin genel simulink modeli Şekil 9'daki gibi oluşturulmuştur. Çalışmada belirlenen referans su seviye değerleri 0-200 saniye aralığında 0,5 m, 200-400 saniye aralığında 1,5 m, 400-600 saniye aralığında ise 0,75 m olarak verilmiştir. Sistemde bozucu etki oluşturmak amacıyla başlangıçta %50 açık olan boşaltma vanası çalışmanın 300. saniyesinde %75 açılmıştır.



Şekil 9: Sistemin simulink modeli

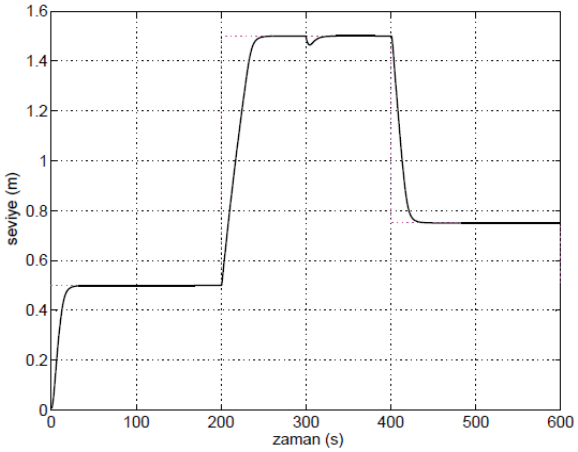
Tasarlanan BMD, dört farklı üyelik fonksiyonu ile kullanılmıştır. Üyelik fonksiyonlarının denetim sisteminin önemli performans özellikleri olan yükselme zamanı, yerleşme zamanı ve aşım parametre değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca bunların bozucu etki karşısındaki performansları da incelenmiştir.

Denetleyicilerin yükselme zamanı t_r, yerleşme zamanı t_y, aşım %M ve bozucu etki oluştuktan sonraki yerleşme zamanı tb_y olarak ifade edilmektedir. Bu parametrelerinin değerleri Tablo3'te verilmiştir.

Tablo 3: Denetim sonucu performans değerleri

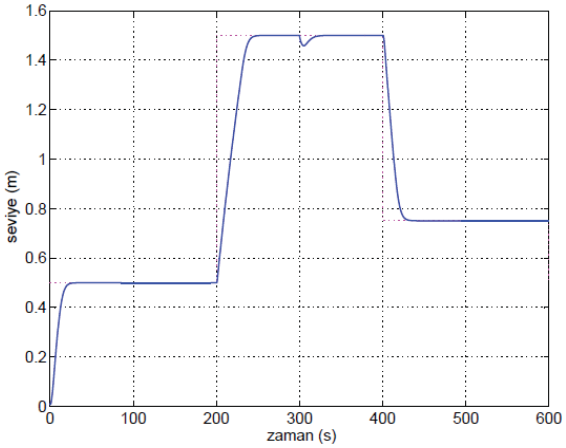
Fonksiyon	t_r (s)	t_y(s)	%M	tb_y(s)
Üçgen	16	35	0	25
Yamuk	16	30	0	30
Gauss	17	45	3	40
Çan	17	80	8	60

Üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak elde edilen çıkış grafiği Şekil 10'da gösterilmiştir.



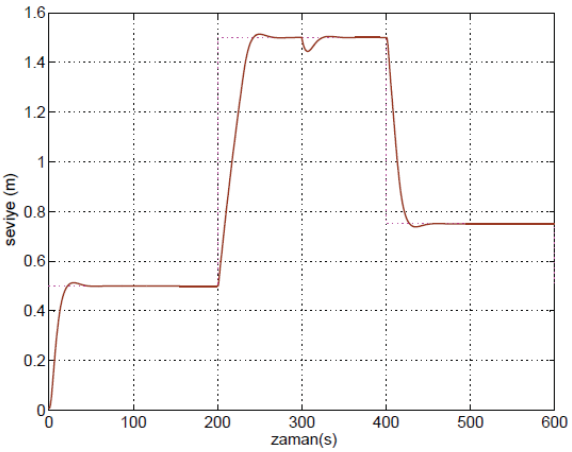
Şekil 10: Üçgen tipi üyelik fonksiyonuna ait çıkış

Yamuk üyelik fonksiyonu kullanılarak elde edilen çıkış Şekil 11'de gösterilmiştir.



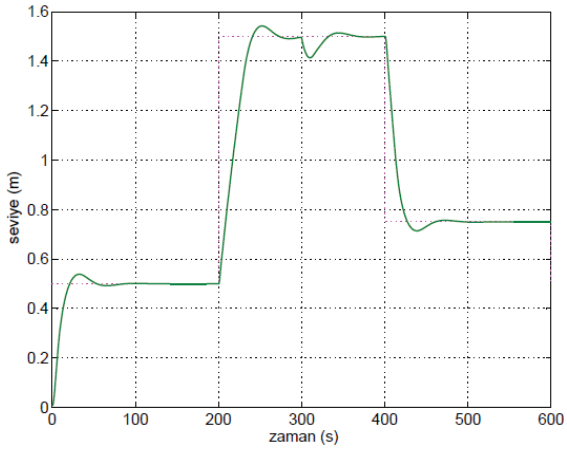
Şekil 11: Yamuk tipi üyelik fonksiyonuna ait çıkış

Gaussian üyelik fonksiyonu kullanılarak elde edilen çıkış Şekil 12'de gösterilmiştir.



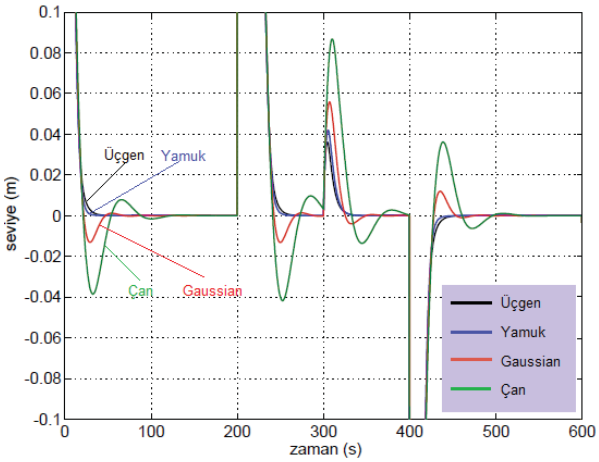
Şekil 12: Gaussian tipi üyelik fonksiyonuna ait çıkış

Çan üyelik fonksiyonu kullanılarak elde edilen çıkış Şekil 13'te gösterilmiştir.



Şekil 13: Çan tipi üyelik fonksiyonuna ait çıkış

Tüm üyelik fonksiyonlarına ait hata grafiği ise Şekil 14'te gösterilmiştir.



Şekil 14: Tüm üyelik fonksiyonlarına ait hata

6. Sonuç

Bu çalışmada su seviye denetim sisteminin bulanık mantık denetleyici ile kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bulanık mantık denetleyici içerisinde değişik üyelik fonksiyonları (üçgen, yamuk, gaussian, çan) kullanılarak sistem çıkışının davranışı incelenmiştir.

Tüm sistem performans özelliklerinde üçgen biçimli üyelik fonksiyonu ile yamuk biçimli üyelik fonksiyonu en iyi sonuçları vermiştir. Gaussian biçimli üyelik fonksiyonunda üçgen ve yamuk biçimli fonksiyonlara yakın sonuçlar elde edilmesine rağmen %3'lük aşım meydana gelmiştir. Çan biçimli üyelik fonksiyonu diğer üyelik fonksiyonlarına göre aşım ve yerleşme zamanı parametrelerinde daha düşük performans göstermiştir.

Kaynakça

[1] Elmas, Ç., "Yapay Zeka Uygulamaları", Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2011.

[2] Zadeh, L.A.: Outline of New Approach to Analysis of Complex Systems and Decision Processes, IEEE Trans. Syst. Man&Cybern, 1973.

[3] Mamdani, E.H., Assilian, S., An experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. International Journal of Machine Studies, 7, 1-13, 1975.

[4] Lee, C., Fuzzy Logic in Control Systems Fuzzy Logic Controller, Parts I and II. IEEE Trans. Syst. Man&Cybern, 20, 404-435, 1990

[5] Passino,K., and Yurkovich S., Fuzzy Control, Addison-Wesley Publishing Company, 1998.

[6] Özçalık, H.R., Türk, A., Yıldız, C., Koca, Z., "Katı Yakıtlı Buhar Kazanında Yakma Fanının Bulanık Mantık Denetleyici ile Kontrolü", KSÜ Fen Bilimleri Dergisi, 11(1), 2008.

[7] Aslam, F., Haider, M.Z., "An Implementation and Comparative Analysis of PID Controller and their Auto Tuning Method for Three Tank Liquid Level Control" International Journal of Computer Applications , Volume 21– No.8, May 2011.

[8] Dharamniwas, Ahmad, A., Redhu, V., Gupta, U., "Liquid Level Control by Using Fuzzy Logic Controller", International Journal of Advances in Engineering & Technology, July 2012.

[9] Gani, A., Kılıç, E., Yılmaz, Ş., "Bulanık Mantık Esaslı Sıvı Seviye Denetimi İçin Sugeno Çıkarım Yönteminin Performansının İncelenmesi", İBK 2013, 14-16 Haziran 2013, Ankara.

[10] Kılıç, E., Özbalcı, Ü., Özçalık, H.R., "Lineer Olmayan Dinamik Sistemlerin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesinde MLP ve RBF Yapılarının Karşılaştırılması", ELECO'2012, 29 Kasım – 1 Aralık 2012, Bursa.

[11] S.N.Engin, J.Kuvulmaz, V.E.Ömürlü "Fuzzy Control of an ANFIS Model Representing A Nonlinear Liquid-Level System" Neural Comput & Applic (2004) 13:202-210.

[12] Shahgholian, G., Movahedi, A., "Modeling and Controller Design Using ANFIS Method for Non-Linear Liquid Level System", International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 1, No. 3, November 2011.

[13] Jiang, W., "The Application of the Fuzzy Theory in the Design of Intelligent Building Control of Water Tank", Journal of Software, Vol. 6,, No. 6, June 2011.

[14] Akyazı, Ö., Usta, M.A., Akpınar, A.S., "Kapalı Ortam Sıcaklık ve Nem Denetiminin Farklı Üyelik Fonksiyonları Kullanılarak Gerçekleştirilmesi", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey

[15] Özkop, E., Altaş, İ.H, Akpınar, A.S., "Bulanık Mantık Denetleyicili Güç Sistem Uygulaması", Eleco 2004, Elektrik-Elektronik Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Sayfa:272-276, 8-12 Aralık 2004, Bursa.

[16] Akyazı, Ö., Zenk, H., Akpınar, A.S., "Farklı Bulanık Üyelik Fonksiyonları Kullanarak Sürekli Mıknatıslı DA Motorunun Hız Denetiminin Gerçeklenmesi", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey.

View publication stats