



AKILLI SİSTEMLERDE
YENİLİKLER VE UYGULAMALARI
SEMPOZYUMU
31 Mayıs - 2 Haziran, 2006

ÖNSÖZ

ORGANİZASYON

DESTEKLEYENLER

İÇİNDEKİLER

YAZAR İNDEKSİ

Derleyenler
Tülay YILDIRIM
Lale ÖZYILMAZ
Bülent BOLAT



İÇİNDEKİLER

DAVETLİ KONUŞMACILAR

Doğal Arazi Şartlarına Uygun Dinamik Robotlar İçin Otonom Davranış Programlama Yöntemleri <i>Uluç Saranlı</i>	I
İmge İşlemede İşlemsel Zeka Uygulamaları <i>M. Emin Yüksel</i>	II
El Önşekillendirmesi İçin 3B Animasyonu <i>Uğur Halıcı</i>	III

ÇARŞAMBA, 31 MAYIS, 2006 13:30

Salon A : Akıllı Sistemler için Donanım Gerçeklemeleri

Akıllı Giysilerde Sıcaklık Kontrolünün Elektronik Gerçeklenmesi <i>Özge Şahin, Ozan Kayacan, Ender Yazgan Bulgun</i>	1
İnternet ve GSM Üzerinden Maket Bir Evin Otomasyonu <i>Yalçın Ezginci, S.Sinan Gültekin, Hayri Oğurlu</i>	5
Ev Güvenlik Sistemi <i>Ali Kuleli, Lale Özyılmaz</i>	10
MONPageReplacement: Hareketli Nesne İndeksi Üzerinde Ara Bellek Tasarımı <i>Utku Kalay, Oya Kalıpsız</i>	14
Varikap Diyotun Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi İle Modellenmesi <i>Davut Hanbay, İbrahim Türkoğlu, Yakup Demir</i>	19

Salon B : Yapay Sinir Ağları - I

Mikrodenetleyici Tabanlı Doğrusallaştırma <i>İlkin Hayırsever, Hamit Erdem</i>	22
Hüresel Yapay Sinir Ağları (HYSA) Yöntemi Kullanarak Sivas-Divriği Bölgesi Akdağ Demir Cevherinin Rezervinin İncelenmesi <i>Tahir Çetin Akıncı, A. Muhittin Albora, Osman N. Uçan</i>	27
Yapay Sinir Ağları İle Bir Binanın Sismik İzolasyonu <i>Hasan Alli, Oğuz Yakut</i>	31
Kiriş Benzeri Yapılarda Titreşim Temelli Analizler ve Yapay Sinir Ağları İle Hasar Tespiti <i>Melin Şahin</i>	37

ÇARŞAMBA, 31 MAYIS, 2006 15:30

Salon A : Yapay Zeka Algoritmaları

Veri Madenciliği Süreci Kullanılarak Su Sıcaklığının Tahmini <i>Özlem Terzi, Ecir Uğur Küçükşille, M. Erol Keskin</i>	42
--	----

Bağışık Sistem Tabanlı Bulanık Arıza Teşhis Algoritması <i>İlhan Aydın, Mehmet Karaköse, Erhan Akın</i>	47
Q-Öğrenme Yöntemi İçin Olasılık Temelli Sekiz Yönlü Hareket Stratejisi Geliştirilmesi ve Uygulanması <i>Ekin Su Uğurlu, Göksel Biricik</i>	52
Fidan Gelişim Algoritması <i>Ali Karacı, Bilal Alataş, Erhan Akın</i>	57
Sınıflandırma Kurallarının Parçacık Sürü Optimizasyon Algoritmasıyla Keşfi <i>Bilal Alataş, Ali Karacı, Erhan Akın</i>	62
Mobil Anlık Ağlarda Güç Optimizasyonu: Karınca Kolonisi Sistemi Yaklaşımı Üzerine Sınama ve Denemeler <i>Haldun Kılıç, Mehmet Taylan Esin, Hürevren Kılıç</i>	67
Salon B : İşaret ve Görünü İşlemede Akıllı Yaklaşımlar	
Küçük Ekranlı Cihazlarda Akıllı Resim Yakınlaştırması <i>Hulusi Baysal, Semih Utku, Alp Kut</i>	73
APKD İle Çentik Süzgeç Gerçekleştirebilmek İçin Geliştirilen Yeni Bir Kodlama: Dairesel Kodlama <i>İ. Emrah Tabaru, Nurhan Karaboğa</i>	77
Histopatolojik İmgelerin Akıllı Yapılar İle Bölütlenmesi <i>Suat Toraman, İbrahim Türkoğlu</i>	81
Çok Katmanlı Sinir Ağı Kullanarak Sayısal İmgelerden Gauss Gürültüsünün Giderimi <i>M. Emin Yüksel, Alper Baştürk</i>	85
Bir ve İki Boyutlu Kendini Örgütleyen Ağlarla Renkli Görüntü Kuantalama <i>Göksel Biricik</i>	90
Dışbükey Nesnelere İçin Kullanıcı Etkileşimli Yeni Bir Bölütleme Yaklaşımı <i>Ramazan Polat, Burhan Ergen, Ahmet Çınar</i>	95
PERŞEMBE, 1 HAZİRAN, 2006 9:00	
Salon A : Yapay Sinir Ağları - II	
Hızlı Değişen Koşullarda Güneş Enerjili Araçlar İçin Yapay Sinir Ağları Tabanlı Maksimum Güç Noktası İzleyici <i>Emre Koyuncu, Erhan Demirok</i>	99
Geriye Yayılım Algoritmasının Tahmin Problemlerinde Kullanımı. Uygulama: Eskişehir Bölgesi Güneş Potansiyeli <i>Fatih Onur Hocaoğlu, Mehmet Kurban</i>	104
Lineer Olmayan Yükleri İçeren Enerji Sistemlerinde Harmonik Kayıpların Yapay Sinir Ağları İle Analizi <i>Bedri Kekezoğlu, Aslan İnan, Erhan İzgi</i>	109
Anahtarlamalı Relüktans Motorlarda Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Rotor Konumunun Kestirimi <i>Ferhat Daldaban, Nurettin Üstkoymuncu</i>	114

Salon B : Robotik ve Otomasyonda Akıllı Yaklaşımlar

İki Linkli Robot Manipülâtörün Adaptif Radyal Temelli Fonksiyonlu Nöral Ağa Dayalı Kayan Modlu Kontrolü <i>Ayça Gökhan Ak, Galip Cansever</i>	118
Dinamik Sistem: Robot Sistemin Uyumlu Sinirsel Bulanık Ağ Tabanlı Modellenmesi <i>Murat Sönmez, İsmet Kandilli, Mehmet Yakut</i>	123
3 Serbestlik Dereceli Bir Manipülâtör İçin Ters Kinematik Probleminin Yapay Sinir Ağları İle Çözümü <i>Selim Metin Yavuz, Kenan Kutlu</i>	128
Solar Otonom Araçlarda Verimli Rotanın Belirlenmesi <i>Umut Gökçen Yılmaz, Ozan Yücel, Lale Özyılmaz</i>	132
Anten Örüntüsünün Mikroadım Tekniği Kullanılarak Mikrodenetleyici Kontrolünde Çıkarılması <i>Serkan Erboral, Göker Kuzucu, Mehmet Yakut</i>	137

PERŞEMBE, 1 HAZİRAN, 2006 13:30

Salon A : Akıllı Kontrol Sistemleri

Eğitim Amaçlı Bulanık Mantık Simülâtörü <i>Hakan Aydar, İsmail H. Altaş</i>	141
Akıllı On-Off Kontrolör Tasarımı <i>Gökhan Gelen, M. Hadi Süzer, Ayetül Kara</i>	146
FPGA ile Seri Porttan Yükleme Çoklu PWM Üretimi <i>Mehmet Yakut, Kadir Baş</i>	151
Ev ve İşyeri Otomasyonunda Bluetooth'un Kullanımı <i>Doğa Can Bayram, Hamit Erdem</i>	156
RS485 Veri İletim Sistemini Kullanan Akıllı Algılayıcı Ağının Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi <i>Tuncay Aksungurlu, Mehmet Yakut</i>	161
Optik Ağlarda Kuantum Kriptografi Kullanarak Akıllı İletişim <i>Mustafa Toyran</i>	164

Salon B : Doğal Dil İşleme ve İnsan-Bilgisayar Etkileşimi

Türk İşaret Dilinin Bilgisayarlı Tanınmasında Sezgisel Yaklaşım <i>Vasif Nabiyef, Selda Bayrak</i>	169
Türkçe Otomatik Dudak Okuma Sistemi <i>Alper Coşkun, Mehmet Göktürk</i>	174
Türkçe için Cümle Sonu Belirleme Yöntemine Yeni Bir Bakış <i>Özlem Aktaş, Ufuk Demir</i>	179
Davranışsal Türkçe Metin Sınıflandırıcı Tasarımı ve Kodlanması <i>Şadi Evren Şeker, Banu Diri</i>	184
Kabartmalı Kodlamanın Bilgisayarlı Tanınması <i>Vasif Nabiyef</i>	189

Anlamsal Ağlar Yardımı ile Anlama Amaçlı Bilgi Modelleme <i>Hasan Karal, Adnan Baki, Ünal Çakıroğlu</i>	194
--	-----

CUMA, 2 HAZİRAN, 2006 9:30

Salon A : Bulanık Mantık

Doğrusal Olmayan Sistemlerin Modellenmesi ve Kontrolü için Bulanık Kural Yapısı Tasarımı <i>Aytekin Bağış</i>	199
Dinamik Yük Koşullarında TCSC'nin Bulanık Mantık İle Kontrolü <i>Uğur Yolaç, Tankut Yalçınöz, Ayetül Kara</i>	204
Bulanık Bir Güç Sistem Kararlayıcısının Karşılaştırmalı Analizi <i>Ümmühan Başaran Filik, Mehmet Kurban</i>	209
Kesici Takım Aşınma Durumunun Sensör Birleştirme Tekniği Kullanılarak Belirlenmesi <i>Cüneyt Aliustaoğlu, H. Metin Ertunç</i>	214
Bulanık Çıkarım Sistemi İle Elektriksel Boşalma Sesinden Gerilim Düzeyinin Belirlenmesi <i>Özcan Kalenderli, Suna Bolat, Bülent Bolat</i>	219

Salon B : Genetik Algoritmalar

Genelleştirilmiş Regresyon Sinir Ağının Genetik Algoritma ile Optimizasyonu <i>Övünç Polat, Tülay Yıldırım</i>	224
Genetik Algoritmalar Kullanan Dizi Hizalama Problemi için Yeni Bir Uygunluk Fonksiyonu Kullanımı <i>Ali Karcı, Seda Arslan Tuncer, Pınar Sanaç</i>	227
Genetik Algoritma ile Başlangıç Koşulları Belirlenmiş Örnek Aratma Algoritması ile Mikrodalga Kuvvetlendirici <i>Yavuz Cengiz, Serdar Günaydın, Filiz Güneş</i>	232
Kalıcı Durum Evrimsel Algoritmalarda Yerine Koyma Tekniklerinin Deneysel İncelenmesi <i>Alper Çiftçi, Şima Etaner Uyar</i>	236
Genetik Algoritma ile Yapay Sinir Ağı Parametrelerinin Belirlenmesi <i>Gül Yazıcı, Tülay Yıldırım</i>	241

YAZAR İNDEKSİ

A.Muhittin Albora	27	Hamit Erdem	22, 156	Pınar Sanaç	229
Adnan Baki	194	Hasan Alli	31	Ramazan Polat	95
Ahmet Çınar	95	Hasan Karal	194	S.Sinan Gültekin	5
Ali Karcı	57, 62, 229	Hayri Oğurlu	5	Seda Arslan Tuncer	229
Ali Kuleli	10	Hulusi Baysal	73	Selda Bayrak	169
Alp Kut	73	Hürevren Kılıç	67	Selim Metin Yavuz	128
Alper Baştürk	85	İ.Emrah Tabaru	77	Semih Utku	73
Alper Coşkun	174	İbrahim Türkoğlu	19, 81	Serdar Günaydın	232
Alper Çiftçi	236	İlhan Aydın	47	Serkan Erboral	137
Aslan İnan	109	İlkin Hayırsver	22	Suat Toraman	81
Ayça Gökhan Ak	118	İsmail H.Ataş	141	Suna Bolat	219
Ayetül Kara	146, 204	İsmet Kandilli	123	Şadi Evren Şeker	184
Aytekin Bağış	199	Kadir Baş	155	Şima Etaner Uyar	236
Banu Diri	184	Kenan Kutlu	128	Tahir Çetin Akıncı	27
Bedri Kekezoğlu	109	Lale Özyılmaz	10, 132	Tankut Yalçınöz	204
Bilal Alataş	57, 62	M.Emin Yüksel	85	Tuncay Aksungurlu	161
Burhan Ergen	95	M.Erol Keskin	42	Tülay Yıldırım	224, 241
Bülent Bolat	219	M.Hadi Süzer	146	Ufuk Demir	179
Cüneyt Aliustaoğlu	214	Mehmet Göktürk	174	Uğur Yolaç	204
Davut Hanbay	19	Mehmet Karaköse	47	Umut Gökçen Yılmaz	132
Doğa Can Bayram	156	Mehmet Kurban	104, 209	Utku Kalay	14
Ecir Uğur Küçüksille	42	Mehmet Taylan Esin	67	Ümmühan Başaran Filik	209
Ekin Su Uğurlu	52	Mehmet Yakut	123, 137, 151, 161	Ünal Çakıroğlu	194
Emre Koyuncu	99	Melin Şahin	37	Vasif Nabiyef	169, 189
Ender Yazgan Bulgun	1	Murat Sönmez	123	Yakup Demir	19
Ercan İzgi	109	Mustafa Toyran	164	Yalçın Ezginci	5
Erhan Akın	47, 57, 62	Nurettin Üstkoyuncu	114	Yavuz Cengiz	232
Erhan Demirok	99	Nurhan Karaboğa	77		
Fatih Onur Hoccoğlu	104	Oğuz Yakut	31		
Ferhat Daldaban	114	Osman N.Uçan	27		
Filiz Güneş	232	Oya Kalıpsız	14		
Galip Cansever	118	Ozan Kayacan	1		
Göker Kuzucu	137	Ozan Yücel	132		
Gökhan Gelen	146	Övünç Polat	224		
Göksel Biricik	52, 90	Özcan Kalenderli	219		
Gül Yazıcı	241	Özge Şahin	1		
H.Metin Ertunç	214	Özlem Aktaş	179		
Hakan Aydar	141	Özlem Terzi	42		
Haldun Kılıç	67				

ASYU 2006 ORGANİZASYONU

ASYU 2006, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Elektronik Fakültesi tarafından düzenlenmiştir.

Genel Başkan

Galip Cansever, Yıldız Teknik Üniv.

Düzenleme Kurulu Başkanı

Tülay Yıldırım, Yıldız Teknik Üniv.

Danışma Kurulu

Levent AKIN (BÜ)
Mehmet AKIN (Dicle Ü.)
Hacı BODUR (YTÜ)
Cihan DAĞLI (Missouri-Rolla U.)
Yakup DEMİR (Fırat Ü.)
Okan ERSOY (Purdue U.)
Sarp ERTURK (Kocaeli Ü.)
Leyla GÖREN (İTÜ)
Filiz GÜNEŞ (YTÜ)
Fikret GÜRGEN (BÜ)

Altay GÜVENİR (Bilkent Ü.)
Cüneyt GÜZELİŞ (DEÜ)
Uğur HALICI (ODTÜ)
Oya KALIPSIZ (YTÜ)
M. Kemal KIYMIK (KSİ Ü.)
Tamer ÖLMEZ (İTÜ)
Hakan TEMELTAŞ (İTÜ)
Coşkun SÖNMEZ (YTÜ)
Tankut YALÇINÖZ (Niğde Ü.)
M. Emin YÜKSEL (Erciyes Ü.)

Düzenleme Kurulu

Revna ACAR VURAL
Songül ALBAYRAK
M. Fatih AMASYALI
Aslı BİROL
Bülent BOLAT

Nihan COŞKUN
M. Cem DİKBAŞ
Tarkan DİNÇ
Cenk DİNÇBAKIR
Banu DİRİ

Ş.Naci ENGİN
Burcu ERKMEN
Lale ÖZYILMAZ
Sırma YAVUZ
Sibel ZORLU

Bilim Kurulu

M.A. AKÇAYOL (Gazi Ü.)
L. AKIN (BÜ)
M. AKIN (Dicle Ü.)
S. AKYOKUŞ (Doğuş Ü.)
S. ALBAYRAK (YTÜ)
M. ALÇI (Erciyes Ü.)
İ. H. ALTAŞ (KTÜ)
F. AMASYALI (YTÜ)
U. ARIFOĞLU (Sakarya Ü.)
A. ARSLAN (Selçuk Ü.)
N. AYDIN (Bahçeşehir Ü.)
Ö. F. BAY (Gazi Ü.)
N. BEKİROĞLU (YTÜ)
H. Ş. BİLGE (Gazi Ü.)
A. S. BİNGÖL (Hacettepe Ü.)
B. BOLAT (YTÜ)
Ö. Ö. BOZKURT (YTÜ)
C. BOZSAHİN (ODTÜ)
G. CANSEVER (YTÜ)
V. COŞKUN (Işık Ü.)
K. ÇAĞILTAY (ODTÜ)
O. ÇİÇEKOĞLU (BÜ)
G. DALKILIÇ (DEÜ)
M. DANACI (Erciyes Ü.)
Y. DEMİR (Fırat Ü.)
B. DİRİ (YTÜ)
M. DOGRUEL (Marmara Ü.)
Z. DOKUR (İTÜ)
Ç. ELMAS (Gazi Ü.)
Ş. N. ENGİN (YTÜ)

O. K. EROL (İTÜ)
S. ERTÜRK (Kocaeli Ü.)
E. M. ESİN (GYTE)
H. İESKİKURT (Sakarya Ü.)
A. Ş. ETANER UYAR (İTÜ)
M. GÖKTÜRK (GYTE)
H. GÖRGÜN (YTÜ)
K. GÜLEZ (YTÜ)
Ş. GÜMÜŞTEKİN (İYTE)
T. GÜNDEM (BÜ)
M. GÜNDÜZALP (DEÜ)
T. GÜNEL (İTÜ)
F. GÜNEŞ (YTÜ)
T. GÜNGÖR (BÜ)
F. GÜRGEN (BÜ)
A. GÜRSOY (Koc Ü.)
E. İMAL (Fatih Ü.)
Y. KAHYA (BÜ)
Ö. KALENDERLİ (İTÜ)
O. KALIPSIZ (YTÜ)
D. KARABOĞA (Erciyes Ü.)
N. KARABOĞA (Erciyes Ü.)
E. KARSLIGİL (YTÜ)
R. KAZAN (Sakarya Ü.)
S. KENT (İTÜ)
U. KESEN (Marmara Ü.)
H. KILIÇ (Atılım Ü.)
M. KUNTALP (DEÜ)
Ü. KÜÇÜK (YTÜ)
İ. B. KÜÇÜKDEMİRAL (YTÜ)

I. LAZOĞLU (Koç Ü.)
V. NABİYEV (KTÜ)
A. ONAT (Sabancı Ü.)
Y. ÖZBAY (Selçuk Ü.)
E. ÖZCAN (Yeditepe Ü.)
A. ÖZCERİT (Sakarya Ü.)
Ö. F. ÖZGUVEN (İnönü Ü.)
Y. ÖZKAZANÇ (Hacettepe Ü.)
L. ÖZYILMAZ (YTÜ)
Y. H. ÖZYILMAZ (Tesan Ltd.)
B. SAY (ODTÜ)
C. SAY (BÜ)
H. SEDEF (YTÜ)
E. SEVİLGEN (GYTE)
A. SUBAŞI (KSİ Ü.)
A. C. SÖNMEZ (YTÜ)
H. TEMELTAŞ (İTÜ)
F. TEMURTAŞ (Sakarya Ü.)
H. TORPİ (YTÜ)
O.N. UÇAN (İÜ)
N. UMURKAN (YTÜ)
Ö. ULUSOY (Bilkent Ü.)
M. YAKUT (Kocaeli Ü.)
T. YALÇINÖZ (Niğde Ü.)
S. YAVUZ (YTÜ)
E. YAZGAN (Hacettepe Ü.)
T. YILDIRIM (YTÜ)
A. YILMAZ (Hacettepe Ü.)
M. E. YÜKSEL (Erciyes Ü.)

Eğitim Amaçlı Bulanık Mantık Denetleyici Simülatorü

Hakan Aydar¹

İsmail H. Altaş²

¹Turgut Reis Mah. 435. Sok. No 13, 34190 Esenler, İstanbul

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Müh. Böl. 61080, Trabzon
hakan_aydar@yahoo.com¹, ihaltas@altas.org²

Özet

Bulanık mantık tabanlı denetleyicilerin yapı ve uygulama özelliklerinin daha kolay anlaşılmasını sağlamak üzere geliştirilen bir simülator bu bildiriye tanıtılmaktadır. Kullanıcı dostu bir ara yüze sahip olan simülator; üçgen, yamuk ve gaussian tipi üyelik fonksiyonlarını tercihe göre kullanarak bir su tankındaki suyun seviyesini ayarlamaktadır. Kullanıcı hem bulanık kuralları hem de üyelik fonksiyonlarının tanım aralıklarını istediği gibi değiştirebilme şansına sahiptir. Kural tablosu, su tankı animasyonu, üyelik fonksiyonları ve sistem çıkışının zaman göre değişiminin çizdirildiği grafik ara yüzü aynı anda görünecek şekilde yerleştirilerek bulanık denetleyicinin çalışma safhaları ve elemanları kullanıcıya sunulmaktadır.

1. Giriş

Bulanık mantık teorisi ve farklı uygulama alanlarına yönelik oldukça fazla sayıda çalışma literatürde yer almaktadır. Burada sıralanamayacak kadar fazla basılı kitap, makale ve bildiri bulunmaktadır. Bütün bu kaynak bolluğuna rağmen, bulanık mantığın uygulanabilirliği ile ilgili somut örnekler bulmak özellikle bu konuda uygulama yapmak isteyen genç araştırmacılar için bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bilgisayarda gerçekleştirilen eğitim animasyonları teorik bilgi ve uygulamayı birleştirerek görsel olarak öğretime katılmakta ve konuların daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadırlar. Bu amaçla derslere destek olması için bir çok farklı konuda animasyona dayalı simülatorler gerçekleştirilip kullanılmaktadır. İnteraktif kullanıcı ara yüzüne sahip böyle bir otomatik kontrol sistem yazılım platformu [1] de verilmektedir. Kontrol sistemleri öğretimi için geliştirilen PSpice tabanlı bir başka sanal simülasyon (VAS) [2] de tanıtılmaktadır. Mühendislik öğrencilerinin temel enerji sistemlerinin öğretiminde kullanabilecekleri bir yazılım [3] de tanıtılmakta, üç fazlı güç bileşenlerinin sanal ortamda ölçülebileceklerini öneren LabVIEW tabanlı bir sistem ise [4] de önerilmektedir. Elektrik ve elektroniğin bilgisayar destekli örneklerle öğretilmesini hedefleyen LabVIEW tabanlı bir başka çalışma da [5] de verilmektedir. Bu örnekler daha da

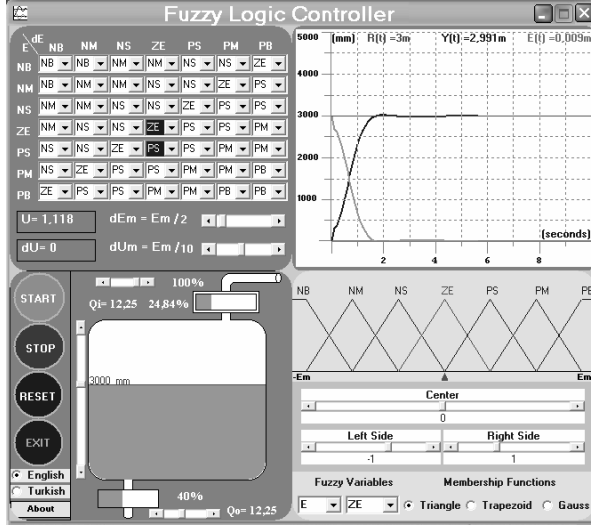
arttırılabilir. Ancak bilgisayar animasyonları ve simülatorlerinin teorik bilgilerin daha iyi anlaşılmasındaki önemini ortaya koymak açısından verilen bu örnekler yeterlidir.

Teoriyi uygulamaya dönüştürme konusunda daha öğretici olması bakımından bulanık mantık konusunda da bir çok simulator geliştirilmiştir. Nural bulanık sistemlerin tasarım, deney ve eğitimini gerçekleştirmek üzere geliştirilen NEFCLASS [6], bulanık mantık denetleyicilerin tasarım, ve gerçekleşmesinde kullanılabilecek bir araç olan MATLAB Fuzzy Logic Toolbox [7], ISO 9000 ve IEC 1131-7 bulanık mantık standartlarına dayalı olarak endüstriyel uygulamalara yönelik geliştirilen fuzzyTECH [8] bu yazılımlardan en tanınmışları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunların dışında bulanık mantık teori ve kavramlarının öğretilmesinde kullanılmak üzere geliştirilmiş yazılımlar da bulunmaktadır. İspanyolca olarak yazılmış olan FLEB [9] ile bulanık mantığın matematik alt yapısı grafikler, animasyonlar ve uygulamalarla öğretilmeye çalışılmaktadır. Bir başka yazılım olan Xfuzzy [10] ise XFL yazılım dili ile geliştirilmiş olup CAD araçlarını kullanarak bulanık sistemlerin tanım ve sentezini yapmaktadır. Ayrıca Java tabanlı bulanık denetleyici simülasyonları da değişik kaynaklarda verilmektedir. Bulanık tabanlı denetleyicilerin elektrik makinelerindeki uygulamalarını öğretmek amacıyla bir fırsatız doğru akım motorunun kontrolü için geliştirilmiş bulanık mantık denetleyici kaynak [11] de verilmektedir.

Bu çalışmada önerilen bulanık mantık denetleyici simülatorü, bir su tankındaki su seviyesini kontrol etmek için geliştirilmiş olup, bulanık mantık tabanlı denetleyicinin çalışma sırasındaki yapısal özelliklerinin ve gerçekleştirilen işlemlerin izlenmesine olanak vermektedir. Kullanıcı dostu bir ara yüze sahip olan simülator; üçgen, yamuk ve gaussian tipi üyelik fonksiyonlarını tercihe göre kullanarak su tankındaki suyun seviyesini ayarlamaktadır. Kullanıcı hem bulanık kuralları hem de üyelik fonksiyonlarının tanım aralıklarını istediği gibi değiştirebilme şansına sahiptir. Kural tablosu, su tankı animasyonu, üyelik fonksiyonları ve sistem çıkışının zaman göre değişiminin çizdirildiği grafik ara yüzü aynı anda görünecek şekilde yerleştirilerek bulanık denetleyicinin çalışma safhaları ve elemanları kullanıcıya sunulmakta, konunun görsel olarak daha kolay anlaşılması sağlanmaktadır.

2. Simülâtörün Genel Yapısı

Önerilen bulanık mantık denetleyici simülâtör (BMDS) penceresi beş farklı alana bölünmüştür. Bunlar sırasıyla kontrol paneli, denetlenen fiziki sistem, bulanık kurallar, üyelik fonksiyonları ve zaman tepkesi penceresidir. Şekil 1 de bu beş alanın yerleri görülmektedir.

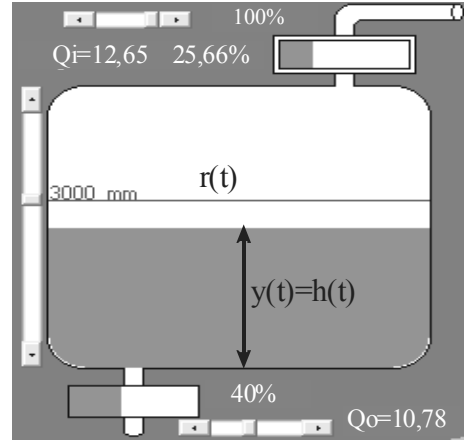


Şekil 1. BMDS'in genel görünümü

Kullanıcı ara yüzünün sol alt kısmında yer alan *kontrol paneli* yardımıyla simülâtörün çalışması başlatılıp durdurulabilir, ayarlar sıfırlanabilir, ara yüzün dili Türkçe veya İngilizce olarak seçilebilir. *Kontrol panelinin* hemen yanında denetlenecek olan sıvı tankı yer almaktadır. Bu sıvı tankı ile ilgili daha geniş bilgi birazdan verilecektir. Sol üst kısımda yer alan 49 kurallı bir *bulanık kural çizelgesi* yer almaktadır. Kullanıcı bu kuralların her birini istediği gibi değiştirebilme şansına sahiptir. Ayrıca kural çizelgesinin hemen altında verilen kayar tip ayarlayıcılarla kontrol hatasındaki dE değişimi ve bulanık denetleyici kesin değer çıkışındaki dU değişimi ayarlanabilmektedir. Sistemin çalışması sırasında denetleyici tarafından ayarlanan denetim çıkışı dU ve genel denetim işareti U değerleri yine kural çizelgesinin hemen altında sayısal olarak görülebilmektedir. Kullanıcı ara yüzünün sağ alt kısmında kullanılan üyelik fonksiyonları yer almaktadır. E , dE ve dU değişkenlerinden hangisi seçilirse buna ait üyelik fonksiyonları bu alanda görülebilir. Ayrıca kullanılan yedi üyelik fonksiyonunda herhangi biri seçilerek bu üyelik fonksiyonunun tanım aralığı ve parametreleri ayarlanabilir. Kullanıcı bu alanda kullanılan üyelik fonksiyonlarının tipini de üçgen, yamuk veya gaussian olarak değiştirebilmektedir. Kullanıcı ara yüzün sağ üst kısmında sistem tepkesinin çizdirildiği grafik alanı bulunmaktadır. Bu alanda referans değere göre sistemin gerçek çıkışı ve kontrol hatası çizdirilmektedir.

3. Denetlenen Su Tankı

Burada kullanılan su tankı, taban alanı 1 m^2 , yüksekliği 5 m olan silindirik yapıda bir tanktır. Su girişi için kontrol edilebilen bir vanası, su çıkışı için de ayarlanabilen bir başka vanası bulunmaktadır. Çıkış ve giriş vanalarının açıklık oranları aynı ise depodaki suyun seviyesi değişmeden aynı kalırken, deponun dolabilmesi için giriş vanasının açıklık oranı çıkışa göre daha fazla olmalıdır. Su tankının büyütülmüş bir görüntüsü Şekil 2 de verilmektedir.



Şekil 2. Su tankının modeli

Su tankının çıkış suyu oranı alt kısımda bulunan kayar tip ayarlayıcı ile kullanıcı tarafından değiştirilebilir. İstenilen su seviyesi sol tarafa düşey olarak yerleştirilmiş olan kaydırıcı ile önceden veya sistem çalıştırdıktan sonra ayarlanabilir. Denetleyici tarafından giriş vanasında gerekli ayarlamalar yapılarak çıkış vanasından alınan su miktarını etkilemeden tankın içerisindeki su seviyesi olması istenilen referans seviye getirilebilmektedir. Giriş vanasının açıklık oranı kaydırıcı kullanılarak el ile ayarlanabilir. Ancak bulanık denetleyicinin istenilen doğrulukta çalışması için giriş vanasının başlangıçta %100 açık tutulması daha uygun olur.

Çıkış vanası akış oranı katsayısı $K_o=1/X_o$, $0 < K_o < 1$ aralığında tanımlı olup, $K_o=0$ ise çıkış vanası kapalı, $K_o=1$ ise çıkış vanası tam açıktır. Deponun maksimum sıvı giriş oranı $X_i=5 \text{ m}^3/\text{s}$ dir. Deponun taban alanı S , sıvı çıkış oranı katsayısı K_o ve X_i sıvı giriş oranı katsayısına bağlı olarak depodaki suyun seviyesi aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\frac{dh(t)}{dt} = -\frac{K_o}{S} h(t) + \frac{1}{S} X_i \quad (1)$$

Tankın maksimum yüksekliği 5 m olup, su seviyesi 0.5 m ile 4.5 m arasında kontrol edilebilmektedir.

4. Bulanık Mantık Denetleyici

Bulanık kuralların üretilmesi ve bulanık denetleyici modellenmesine ilişkin ayrıntılar [12] de, kullanılan üyelik fonksiyonları ve bunların kullanımı ile ilgili

ayrıntılar ise [13] verilmektedir. Dolayısıyla, bu ayrıntılar burada tekrarlanmayacaktır.

Kurallar ara yüzü kullanıcıya istediği ayarlamayı yapabileceği esnekliğini sunmaktadır. Geliştirilen BMDS’de 49 kurallı bir kural çizelgesi kullanılmıştır. Farklı kurallar seçildiğinde BM denetleyici performansının nasıl etkilendiği gözlenebilir. Şekil 3 de çizelgenin orta kısmında yer alan farklı renkteki o anda etkin olan kurallardır. Sistemin çalışmasını etkileyen iki önemli değişkenin sistemi çalıştırmadan önce veya çalışma sırasında ayarlanabilmesini sağlayan iki kaydırıcı çizelgenin altında yer almaktadır. Bu kaydırıcılar kullanılarak kontrol hatasındaki dE ve denetleyici çıkışındaki dU değişkenlerinin maksimum değerleri E denetim hatasının maksimum değerine ($E_m=r(t)$) bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Bu ayarlamaların sistem çıkışı üzerindeki etkileri zaman grafiği penceresinden izlenebilir.

E	dE	NB	NO	NK	SS	PK	PO	PB
NB	NB	NB	NO	NO	NK	NK	SS	
NO	NB	NO	NO	NK	NK	SS	PK	
NK	NO	NO	NK	NK	SS	PK	PK	
SS	NO	NK	NK	SS	PK	PK	PO	
PK	NK	NK	SS	PK	PK	PO	PO	
PO	NK	SS	PK	PK	PO	PO	PB	
PB	SS	PK	PK	PO	PO	PB	PB	

U= 1,115 dEm = Em / 2

dU= 0 dUm = Em / 10

Şekil 3. Bulanık kurallar ara yüzü

Üyelik fonksiyonları ara yüzü kullanılarak bulanık kurallar çizelgesinde kullanılan negatif büyük(NB), negatif orta (NO), negatif küçük (NK), sıfır (SS), pozitif küçük (PK), pozitif orta (PO), ve pozitif büyük (PB) üyelik fonksiyonlarının yapısı ve parametre değerleri belirlenebilir. Şekil 4, 5 ve 6 da seçilebilecek üyelik fonksiyonu tipleri verilmektedir. Burada üç farklı üyelik fonksiyonu tipi kullanılmaktadır. Bunlar üçgen, yamuk ve gaussian tipi üyelik fonksiyonları olup sırasıyla denklem (2-4) ile tanımlanmışlardır.

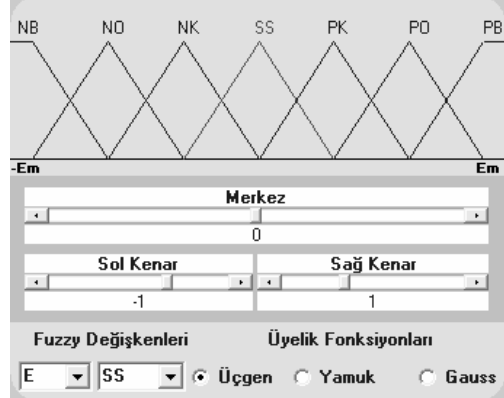
$$A_{\Delta} = \max \left(\min \left(\frac{x - x_{SOL}}{x_T - x_{SOL}}, \frac{x_{SAG} - x}{x_{SAG} - x_T} \right), 0 \right) \quad (2)$$

$$A_Y = \max \left(\min \left(\frac{x - x_{SOL}}{x_{T1} - x_{SOL}}, 1, \frac{x_{SAG} - x}{x_{SAG} - x_{T2}} \right), 0 \right) \quad (3)$$

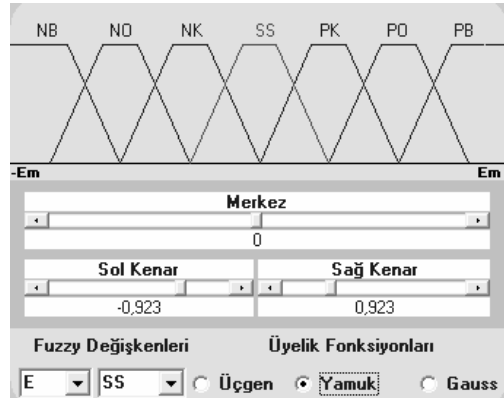
$$A_G = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-x_T}{w} \right)^2} \quad (4)$$

Bu denklemlerde x kullanılan E, dE ve dU değişkenlerinden herhangi biri, x_{SOL} ilgili üyelik fonksiyonu sol kenarının temas ettiği yatay eksen değerini, x_{SAG} ilgili üyelik fonksiyonu sağ kenarının temas ettiği yatay eksen değerini temsil etmektedir. x_{SOL} ve x_{SAG} kesin değerlerinde ilgili üyelik değeri sıfırdır. Üyelik fonksiyonlarının maksimum değerine

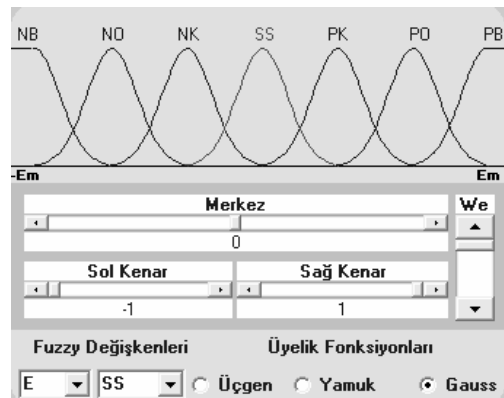
karşılık gelen, yani üyelik değeri 1 olan ve şekillerde merkez olarak gösterilen, kesin değişken değeri X_T ile temsil edilmektedir. Yamuk biçimli üyelik fonksiyonu için X_{T1} tepenin sol başlangıç noktasını, X_{T2} ise tepenin sağdaki bitiş noktasını belirtmektedir. Burada yamuk üyelik fonksiyonları için X_{T1} ve X_{T2} arasındaki mesafe sabit alınmıştır. Gaussian üyelik fonksiyonunun genişliği ise w_e parametresi ile ayarlanabilmektedir.



Şekil 4. Üçgen üyelik fonksiyonları ara yüzü



Şekil 5. Yamuk üyelik fonksiyonları ara yüzü



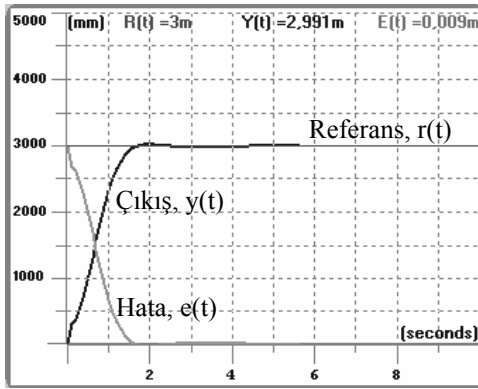
Şekil 6. Gaussian üyelik fonksiyonları ara yüzü

Üyelik fonksiyonları ara yüzü kullanılarak üyelik fonksiyonu tipi belirlenebileceği gibi bu ara yüzün sol alt kısmında bulunan ve *fuzzy Değişkenleri* olarak isimlendirilen bölümde aşağı doğru açılan seçenek listesi yardımıyla E, dE ve dU değişkenlerinden biri seçilebilir. Burada hangi değişken seçilmişse ona ait

üyelik fonksiyonları üst kısımda görüntülenmektedir. E, dE ve dU kesin değişken seçiminin hemen yanında üyelik fonksiyonu seçimi verilmektedir. E, dE ve dU kesin değişkenlerinden biri seçildikten sonra bu değişken uzayında tanımlı 7 üyelik fonksiyonundan biri hemen yandaki seçenektan seçilir. Şekil 4, 5 ve 6 da SS üyelik fonksiyonu seçilmiş olarak görünmektedir. Seçilen üyelik fonksiyonunun rengi üstteki üyelik fonksiyonları görüntüsünde farklı bir renkle temsil edilmektedir.

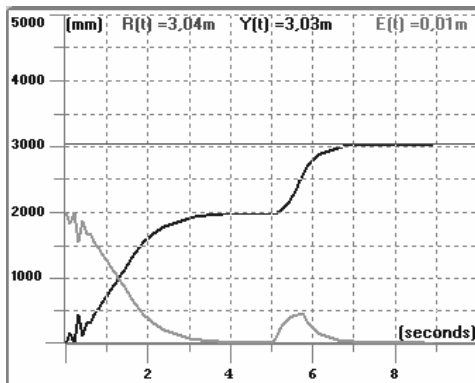
6. Sonuçlar

Denetlenen sistem çıkışının zamana göre değişimi ara yüzün sağ üst kısmında yer almaktadır. Şekil 7 de açıkça gösterildiği gibi seçilen referans değere göre sistem çıkışı ve denetim hatası bu grafik penceresinde çizdirilmekte ve osiloskop penceresine benzer bir görüntüyle kullanıcıya sunulmaktadır.



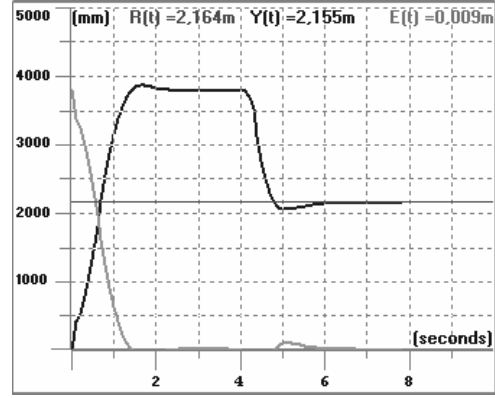
Şekil 7. Gaussian üyelik fonksiyonları ara yüzü

Referans değerinde veya su tankından boşaltılan su miktarında bir değişiklik yapıldığı zaman bunun etkilerini su tankı animasyonunda görmek mümkün olmaktadır. Ancak su seviyesinde meydana gelen değişimlerin zaman göre yayılımı ve denetleyicinin tepke zamanı grafik penceresinden daha rahat görünüp izlenebilmektedir. Şekil 8 de suyun seviyesi başlangıçta 2 m olacak şekilde girilmiş, seviye 2 m olduktan kısa bir süre sonra referans değeri 3 m nin üzerine çıkarılmış ve su seviyesinin bu yeni referansa yükselmesi gözlenmiştir.



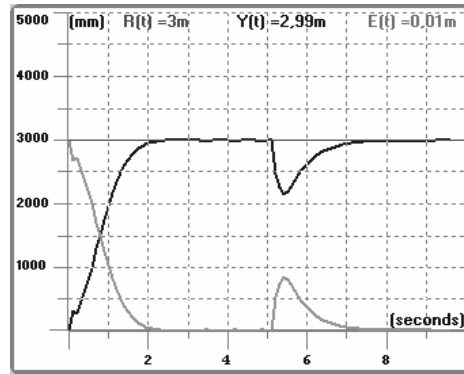
Şekil 8. Referanstaki artışın etkisi

Benzer sonuca referans değeri azaltılınca da ulaşılabilmektedir. Şekil 9 da referans başlangıçta 3,8 metreye (şekilde 3800 mm) ayarlanmış, suyun seviyesi be referans değere ulaştıktan sonra referans değeri 2,164 m'ye düşürülmüştür. Denetleyicinin hemen gerekli denetim işaretlerini üretmesi ile su seviyesi yeni değerine düşecek şekilde giriş vanasından gelen su miktarı azaltılmıştır.



Şekil 9. Referanstaki azalmanın etkisi

Şekil 10 da ise su tankının çıkış vanası %50 açıkken su seviyesi 3 m'lik referansa getirilmiş, daha sonra çıkış vanası el ile %69 açık konumuna getirildiğinde denetleyicinin etkisiyle giriş vanasından gelen su oranı artırılarak boşalan su oranı karşılanmış ve suyun seviyesi tekrar 3 m'ye yükseltilmiştir.

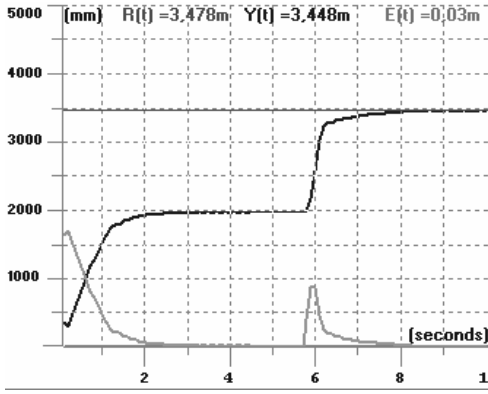


Şekil 10. Çıkış suyu değişikliğinin etkisi

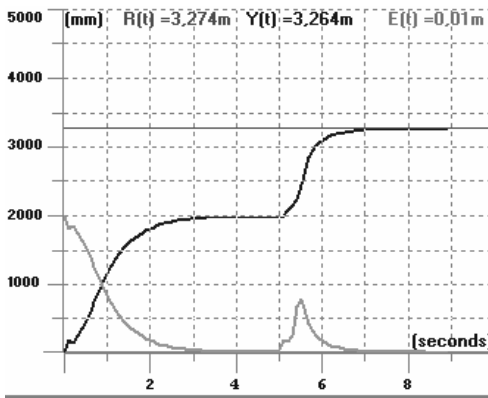
Bu son çalışma durumu aslında tasarlanan bulanık denetleyicinin bozucu girişlere karşı performansını göstermektedir. Burada su tankının çıkışındaki vananın açıklık oranı rast gele değiştirildiğinde denetleyici giriş vanasının açıklık oranını buna göre ayarlamakta ve çıkıştan boşaltılan su miktarını dengeleyerek su tankında istenilen su seviyesini sabit tutabilmektedir.

Bu kısımda verilen sonuçlar üçgen biçimli üyelik fonksiyonları ve Şekil 3 de verilen ana köşegene göre simetrik yapıdaki bulanık kurallar çizelgesi kullanılarak elde edilmiştir. Farklı yapıdaki bulanık kurallar çizelgesi ve farklı üyelik fonksiyonları kullanılarak denetleyicinin çalışması tüm ayrıntılarıyla gözlenebilir.

Şekil 11 ve 12 de sırasıyla gaussian ve yamuk biçimli üyelik fonksiyonlarının kullanılmasıyla elde edilen tepkeler verilmektedir. Her iki durumda da başlangıçta referans su seviyesi 2 m olarak seçilmiş, bu değere ulaşıldıktan sonra referans su seviyesi artırılarak denetleyici performansı gözlenmiştir. Denetleyici her iki durumda da istenilen performansı vermektedir. Ancak Şekil 8 de üçgen üyelik fonksiyonları ile elde edilen tepke yaklaşık 3.5 saniyede 2 m'lik referansa ulaşırken bu süre gaussian üyelik fonksiyonlarının kullanıldığı sonucu gösteren Şekil 11 de 2.5 saniye civarında, yamuk üyelik fonksiyonlarına ait sonucun bulunduğu Şekil 12 de ise 3.5 saniye civarındadır.



Şekil 11. Gaussian üyelik fonksiyonlarına göre tepke



Şekil 12. Yamuk üyelik fonksiyonlarına göre tepke

7. Değerlendirmeler

Bu simülator, bulanık mantık denetleyicilerin nasıl çalıştığını öğrenmek isteyenlere konunun daha iyi anlatılmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Kullanıcı, kural tablosundaki değişikliklerin, üyelik fonksiyonu tipindeki değişikliklerin, üyelik fonksiyonlarına ait parametrelerdeki değişikliklerin etkilerini deneyerek görebilir. Çalışma sırasında sisteme müdahale edip, ayarlarda değişiklik yapabilir, bu değişiklikleri gözlemleyebilir. Geliştirilen bu simülator farklı amaçlarla da kullanılabilir. Kullanıcıya bir çok esneklik ve seçenek sunulmasına rağmen denetlenen sistemin değiştirilmesi konusunda bir

esneklik bulunmamaktadır. Eğer burada su tankı modeli yerine başka fiziki sistemlerin de kullanılabilmesine olanak sağlanırsa simülator daha genel ve kullanışlı olacaktır. Bu durumda kullanıcı modellediği herhangi bir sistemi su tankı yerine entegre ederek bulanık mantıkla denetimini ve simülasyonunu yapabilecektir. Böyle bir aşama ile bu simülator bir tasarım aracına dönüşebilir. Bu kısmın, ileride dikkate alınmasıyla çalışma daha genel ve modüler bir yapıya kavuşturulabilir.

10. Kaynaklar

- [1]. V. Petridis, S. Kazarlis, ve V.G. Kaburlasos, "ACES: An Interactive Software Platform for Self-Instruction and Self-Evaluation in Automatic Control Systems", *IEEE Transactions On Education*, Vol. 46, No. 1, February 2003, sf. 102-110.
- [2]. W. N. Cheung, "Virtual analogue simulation of control systems", *International Journal of Electrical Engineering Education*, Jul 1997.
- [3]. A. Morelato, "A Computer Tool for Helping Engineering Students In Their Learning of Electrical Engineering Basics", *IEEE Transactions On Education*, Vol. 44, No. 2, May 2001, sf. 216.
- [4]. T. J. Goulart ve D. Consonni, "Automated System for Measuring Electrical Three-Phase Power Components", *IEEE Transactions On Education*, Vol. 44, No. 4, November 2001, Pp. 336-341.
- [5]. D. Consonni ve A. C. Seabra, "A Modern Approach to Teaching Basic Experimental Electricity and Electronics", *IEEE Transactions On Education*, Vol. 44, No. 1, February 2001, Pp. 5-15.
- [6]. NEFLCLASS, 18 Şubat 2006 tarihindeki aktif adres: <http://fuzzy.cs.uni-magdeburg.de/nefclass/>
- [7]. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox, 18.02.2006 tarihindeki aktif adres: <http://www.mathworks.com/>
- [8]. fuzzyTECH, 18.02.2006 tarihindeki aktif adres: <http://www.fuzzytech.com/>
- [9]. FLEB, 18.02.2006 tarihindeki aktif adres: <http://www.imse.cnm.es/Xfuzzy/Fleb/Fleb.htm>
- [10]. Xfuzzy, 18 Şubat 2006 tarihindeki aktif adres: http://www.imse.cnm.es/Xfuzzy/Xfuzzy_2.1/index.htm
- [11]. M. A. Akcayol, A. Cetin, ve C. Elmas, "An Educational Tool for Fuzzy Logic-Controlled BDCM", *IEEE Transactions On Education*, Vol. 45, No. 1, February 2002, Pp. 33-42.
- [12]. İ. Eminoğlu and İ. H. Altaş, "A Method To Form Fuzzy Logic Control Rules For A pmc Motor Drive System", *Electric Power Systems Research Journal*, Vol. 39, Issue 2, 1996, pp 81-87.
- [13]. İ. H. Altaş "The Effects of Fuzziness in Fuzzy Logic Controllers", *2nd International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems*, August 6-7 1998, Sakarya University, Turkey, pp.211-220.