T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE İÇTEN YANMALI MOTORLARDAKİ MARŞ MOTORU ARIZALARININ BELİRLENMESİ

Selver Çağdaş KAVRAAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI

KONYA, 2009

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BULANIK MANTIK YÖNTEMİ İLE İÇTEN YANMALI MOTORLARDAKİ MARŞ MOTORU ARIZALARININ BELİRLENMESİ

Selver Çağdaş KAVRAAL

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan IŞIK

2009, 59 sayfa

Marş motorları, içten yanmalı motorlara ilk hareketi veren seri bağlı doğru akım motorlarıdır. Marş motorunda çıkacak bir arıza, içten yanmalı motorların çalışmamasına sebep olur. Bu durum da, çeşitli kayıplara yol açar. Bu çalışmada bulanık mantık yöntemi kullanılarak C# dilinde marş motor arızalarının tespit ve teşhisi için bir kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Veri girişi olarak akım ve gerilim değerleri kullanılmıştır. Bu değerler, bir deney düzeneği oluşturularak veri toplama kartı ile alınmıştır. Geliştirilen arayüzde, bu değerler kullanılarak 7 arıza çıkışı tespit edilmiştir. Elde edilen çıktılar Matlab programında da denenmiş ve sonuçların örtüştüğü görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Bulanık mantık, Marş motoru, Arıza tespiti, Grafiksel Kullanıcı Arayüzü

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF STARTER MOTORS FAULT USE FOR FUEL-INJECTION ENGINE MOTORS WITH FUZZY LOGIC METHODE

Selver Çağdaş KAVRAAL

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electronic and Computer Systems Education

Supervisor: Assoc. Prof. Hakan ISIK

2009, 59 pages

Starter motors are series direct current motors which gives the first movement to fuel-injection engine. A fault coming out in starter motor causes that the fuel-injenction engine is out of order. This situation causes various loss. In this study, a graphical user interface software has been developed to determine and detect engine fault by using fuzzy logic methods in C#. Current and voltage values have been used as data entry. These values have been acquired via data collection card by building up a testing apparatus. In this developed interface, 7 fault outputs have been detected by using these values. Also, these acquired outputs have been tested in Matlab program and it has been clearly seen that the results have been coincided.

Key Words: Fuzzy Logic, Starter motor, Fault detection, Graphical User Interface(GUI)

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez çalışmalarımda, danışmanım olarak konu seçimi ve diğer çalışmalarımda yardımcı olan sayın hocam Doç.Dr. Hakan IŞIK' a, çalışmalarım sırasında hiçbir desteği benden esirgemeyen ve bu tezde en az benim kadar emek sarf eden eşim Gürhan AKAN' a, maddi manevi her türlü bana destek veren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Konya 2009 Selver Çağdaş KAVRAAL

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖNSÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
SİMGELER vii
ŞEKİLLER TABLOSU viii
TABLOLAR LİSTESİ x
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı: 2
1.2. Literatür Araştırması: 2
1.3. Tezin Organizasyonu 3
2. MARŞ MOTORLARI 4
2.1. Marş Sistemi 6
2.2. Marş Motorunun Çalışma Prensibi 7
2.3. Marş Motorunun Genel Parçaları 9
2.4. Marş Motorunun Genel Yapısı 10
2.4.1 Endüktör 10
2.4.2 Endüvi 11
2.4.3 Gövde ve kapaklar 12
2.4.4 Şalter ve kavrama tertibatları 13
2.5. Arıza Tespiti 13
2.5.1 Kablo üstü ampermetresi (Pens Ampermetresi) ile ölçme: 14
2.5.2 Mukayese yöntemi ile ölçme: 14
3. MATERYAL VE METOT 15
3.1. Bulanık Mantık: 15
3.2. Bulanık Sistemler 17
3.2.1 Bulanıklaştırma 18
3.2.2 Kural işleme birimi 23
3.2.3 Durulaştırma: 25
3.2.3.1 Maksimum değeri alma (Max-Membership Principle): 25
3.2.3.2 Maksimumların ortalamasını alma (MOM)) 26
3.2.3.3 Alan merkezi metodu (The Center of Area Method – COA) 27
3.2.3.4 Ağırlıklı Ortalama Yöntemi (Weighted Average Method): 28
4. UYGULAMA 29
4.1. Marş Motoru Akım ve Gerilim Sinyallerinin Gerçek Zamanlı Ölçülmesi 29
4.2. Üyelik Sınıflarının Belirlenmesi 33
4.3. Arızalar İçin Kural Tabanları 35
4.4. Üçgen Fonksiyonu Kullanarak Üyelik Değerlerinin Bulunması 39
4.4.1 Akım için üyelik derecelerini bulmak için kullanılacak fonk. 39
4.4.2 Gerilim için üyelik derecelerini bulmak için kullanılacak fonk. 41
4.5. Kurallar Tabanının Oluşturulması: 42
4.6. Kuralların Yorumlanması: 43
4.7. Min/Max Normların yapılandırılması: 46
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI: 48
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 56
KAYNAKLAR 57

SİMGELER

X : Giriş değişkeni

Y : Giriş değişkeni

$İf$: Çıkış değişkeni

iA : Bulanık küme

iB : Bulanık küme

p_i : Sonuç değişkeni

q_i : Sonuç değişkeni

r_i : Sonuç değişkeni

μ(x) : Üyelik derecesi

o_i : Düğüm çıkışı

x : Ağ girişi

y : Ağ girişi

Π : Giren tüm işaretlerin çarpımını gösterir.

N : Bir kuralın normalleştirilmiş ateşleme seviyesini hesaplamak için kullanılır.

Σ : Toplama işlevi

F : Sistemin gerçek çıkışı

U^* : Durulaştırma işleminde sonuç değişkeni

I : Akım(amper)

V : Gerilim(volt)

Z^* : Sayısal denetim işareti (Gerçek denetim işareti)

Wj : Bulanık mantık denetim çıkışı

μz (wj): Üyelik fonksiyonu

n : Kural Sayısı

Kısaltmalar

COA : Alan merkezi metodu

İYM : İçten Yanmalı Motor

MOM : Maksimumların ortalamasını alma

DC : Doğru Akım

ŞEKİLLER TABLOSU

ŞEKİL	Syf
Şekil 2.1 Marş sisteminin motorlardaki yeri…….....	5
Şekil 2.2 DC serisi marş motoru……..	6
Şekil 2.3 Marş motorunun çalışma prensibi…….	7
Şekil 2.4 Marş motorunun genel parçaları……	9
Şekil 2.5 İki kollu seri endüvi sargısı devre şeması ……	11
Şekil 3.1 Bulanık mantık ve ikili mantığın kıyaslanması…….	15
Şekil 3.2 Bulanık sistem yapısının genel gösterimi……..	17
Şekil 3.3 Üçgen üyelik fonksiyonu……...	19
Şekil 3.4 Yamuk üyelik fonksiyonu……..	20
Şekil 3.5 Çan eğrisi üyelik fonksiyonu…….	20
Şekil 3.6 **“**Genç”, “orta yaşlı” ve “yaşlı” kavramlarını temsil eden üyelik fonk..	22
Şekil 3.7 Kesme metodu ile kuralın uygulanması…….	25
Şekil 3.8 Ölçekleme metodu ile kuralın uygulanması……..	25
Şekil 3.9 Maksimum üyelik metodu grafiği …….	26
Şekil 3.10 COA metoduna göre netleştirilmiş çıkış değeri……..	27
Şekil 4.1 Marş motoru sinyallerinin ölçüldüğü test düzeneği……...	29
Şekil 4.2 PCI 1710HG görünüşü ve özelliği ……	30
Şekil 4.3.a: Akü Arızası……	31
Şekil 4.3.b: Bağlantı Arızası…….	31
Şekil 4.3.c: Selenoid Arızası…….	31
Şekil 4.3.d: Alan Sargısı Arızası……...	31
Şekil 4.3.e:Gevsek Endüvi Arızası ……..	31
Şekil4.3.f:Endüvi Sargısı Kopuk Arızası……..	31
Şekil 4.3.h: İçten Yanmalı Motor Arızası ……	32
Şekil 4.4 Marş motoru arıza tespitinin bulanık sistemdeki blok şeması……...	32
Şekil 4.5 Akım için üyelik sınıfları……..	33
Şekil 4.6 Gerilim için üyelik sınıfları……	34
Şekil 4.7 Çıkışlar için üyelik sınıfları……...	35

Şekil 4.8 Min /Max norm örneği …….. 46
Şekil 4.9 Min /Max norm ve COA durulaştırma…….. 47
Şekil 5.1 Akü arızası için Matlab kural tablosu…… 49
Şekil 5.2 Akü arızası için arayüz görüntüsü……. 49
Şekil 5.3 Alan sargısı arızası için Matlab kural tablosu……..... 50
Şekil 5.4 Alan sargısı arızası için arayüz görüntüsü……. 50
Şekil 5.5 Bağlantı arızası için Matlab kural tablosu……. 51
Şekil 5.6 Bağlantı arızası için arayüz görüntüsü……... 51
Şekil 5.7 Endüvi sargısı kopuk arızası için Matlab kural tablosu……. 52
Şekil 5.8 Endüvi sargısı kopuk arızası için arayüz görüntüsü…….. 52
Şekil 5.9 Gevşek endüvi arızası için Matlab kural tablosu……... 53
Şekil 5.10 Gevşek endüvi arızası için arayüz görüntüsü……... 53
Şekil 5.11 İYM arızası için Matlab kural tablosu……. 54
Şekil 5.12 İYM arızası için arayüz görüntüsü…….. 54
Şekil 5.13 Selenoid arızası için Matlab kural tablosu……... 55
Şekil 5.14 Selenoid arızası için arayüz görüntüsü…… 55

TABLOLAR LİSTESİ

TABLOLAR	Syf
Tablo 3.1 Bazı dilsel değişkenler ve bunların tipik değerleri……..	16
Tablo 4.1. Akım(I)…….	33
Tablo 4.2 Gerilim (V)……..	34
Tablo 4.3 Arıza Durumu……..	35
Tablo 4.4 Akü Arızasının Doğruluk Tablosu……..	36
Tablo 4.5 Bağlantı Arızasının Doğruluk Tablosu……	36
Tablo 4.6 Selenoid Arızasının Doğruluk Tablosu……...	37
Tablo 4.7 Alan Sargısı Arızasının Doğruluk Tablosu…….	37
Tablo 4.8 Gevşek Endüvi Arızasının Doğruluk Tablosu…….	38
Tablo 4.9 Endüvi Sargısı Kopuk Arızasının Doğruluk Tablosu……..	38
Tablo 4.10 İYM Arızasının Doğruluk Tablosu……	39
Tablo 5.1 Şekil-Arıza İlişki Tablosu……	48

1. GİRİŞ

Marş motorları, İYM (İçten Yanmalı Motor)' lara ilk hareketi veren parçalardır. Araçta marşa basıldığı anda, marş motorunun dişlisi ile krank miline bağlı volan dişlisi birbirine geçerek marş motorunun oluşturduğu dönme kuvveti, volan dişlisi aracılığı ile krank miline aktarılır. Krank mili, dairesel hareketi doğrusal harekete çevirerek pistonları hareketlendirir. Böylelikle İYM' lar için gereken ilk hareket sağlanmış olur. Marş motorlarının arızalanması demek, İYM' ların çalıştırılamaması demektir. Bu yüzden marş motoru arızalarının tespiti ve teşhisi önemlidir.

Elektrik motorlarında elektriksel, mekanik veya bu ikisinin bileşimi şeklinde arızalar oluşabilir (Burke ve Finley 1994). Elektrik motorlarının yaptığı işler giderek karmaşık hale gelmekte ve bu motorlar insanlar için hayati önem arz eden yerlerde kullanılmaktadırlar. Bu motorların zamansız bozulması, hem büyük maddi kayıplara, hem de hata teşhis edilip gerekli tedbir alınmadığında, makinenin zamanından önce yenilenmesine neden olmaktadır (Isemann 1997).

Geleneksel teşhis sistemleri ile motorların içerisinde oluşan arızaların tespiti, hem zor hem de uzun zaman almaktadır (Gao ve Ovazska 2001). Doğru akım motorlarında, hata teşhisi ve hatanın tespit edilmesi konusunda, birçok metot kullanılmaktadır. Bu metotlara; sinyal analiz temelli metot, motorun dinamik modeli temel alınarak yapılan hata teşhis metodu ve bilgi tabanı temel alınarak yapılan hata teşhis sistemleri örnek olarak verilebilir. Ancak her bir metodun üstünlüklerinin yanında sakıncaları da bulunmaktadır. Doğru akım motorlarında, hata teşhisi ve hatanın tespit edilmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Bay ve Bayır 2006). Geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan hata teşhisleri hem zordur hem de uzun zaman alır. Bulanık mantık, motorlarda hataların bulunması ve teşhis edilmesinde başarıyla kullanılmaktadır (Gazdik 1985).

1.1. Çalışmanın Amacı:

İçten yanmalı motorlara (İYM) ilk hareketini veren marş motorundan alınan akım ve gerilim bilgileri, marş motoru arızalarının tespit ve teşhis edilmesinde önem arz eder. Bu çalışmada, bulanık mantık yöntemleri kullanılarak, marş motorundan alınan akım ve gerilim değerlerine göre, marş motorlarının arızalarını tespit ve teşhis eden, C# dilinde geliştirilmiş bir kullanıcı arayüzü hazırlamak amaçlanmaktadır. Marş motoru arızalarının zamanında tespitini ve teşhisini sağlamak, arızanın boyutunu öğrenmek ve böylelikle marş motoru arızalarının neden olduğu, maddi hasarları ve zaman kayıplarını en aza indirmek temel amaçtır.

1.2. Literatür Araştırması:

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, marş motoru arıza tespit ve teşhisinde akım ve gerilim değerlerini giriş olarak alan, bulanık mantık yönteminin kullanımına rastlanmamıştır. Fakat bulanık mantık yöntemi, daha önceleri de çeşitli değerler temel alınarak diğer motor arıza tespitlerinde kullanılmıştır.

Zeng ve Wang 1991 yılında, döner makinelerin hatalarının sınıflandırılmasında bulanık mantığı kullanmışlardır. Bulanık mantık ve uzman sistem yöntemleri kullanarak elektrik makinelerinde döner elemanların arızalarını tespit etmişlerdir. Bunda diğer sistemlerden çok daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Liu 1996 yılında, çalışmalarında titreşim sinyallerini analiz ederek rulman hatalarını teşhis etmiştir. Çalışmalarında bulanık mantığın, rulman arızalarının teşhisinde, diğer metotlara göre % 100 doğrulukla doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Bulanık mantık kullanılarak, titreşim tabanlı hata teşhis çalışmaları da yapılmıştır. Bu çalışmalarda titreşim sinyali analiz edilerek rulman hataları teşhis edilmiştir (Bayır ve Bay 2006).

Nejjari ve Benbouzid 1999 yılında, çalışmalarında asenkron motorların stator ve faz akımlarının durumunu tespit etmek için bulanık mantığı başarıyla kullanmışlardır. Stator akımının genliğindeki karakteristik değişmeler temel alınarak hata teşhisi yapılmıştır.

Bayır ve Bay 2006 yılında, marş motoru akım sinyallerini Dalgacık(*Wavelet*) analiz yöntemini kullanarak sınıflandırma çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmalarında marş motoru arıza tespitinde %88'lik başarı elde etmişlerdir.

Yine Bayır 2007 yılında, öğrenme vektör nicelendirme ağı ile marş motoru arızalarının gerçek zamanlı olarak tespiti ve teşhisini yapan bir ara yüz program tasarımı yapmıştır. Bunda farklı olarak Yapay Sinir Ağları yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışma ile de %88 başarı oranı elde edilmiştir.

1.3. Tezin Organizasyonu

Bu tez çalışması altı bölümden meydana gelmiştir. Birinci bölümde; çalışmaya giriş yapılıp, bulanık mantık yöntemi ile marş motor arızalarından bahsedilerek çalışmanın amacı açıklanmış ve literatür araştırması anlatılmıştır.

İkinci bölümde; marş motoru, marş motoru parçaları ve arıza tespitinden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde; marş motor arıza tespiti için kullanılan bulanık mantık yöntemi açıklanmış ve temel işlemler hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde; marş motor arıza tespitini, bulanık mantığa uyarlamak için giriş ve çıkışlar tanımlanmış, kural tabanı oluşturulmuştur. Üyelik dereceleri tanımlanmıştır.

Beşinci bölümde; uygulamanın çalışması ve sonuçları örneklerle gösterilmiştir.

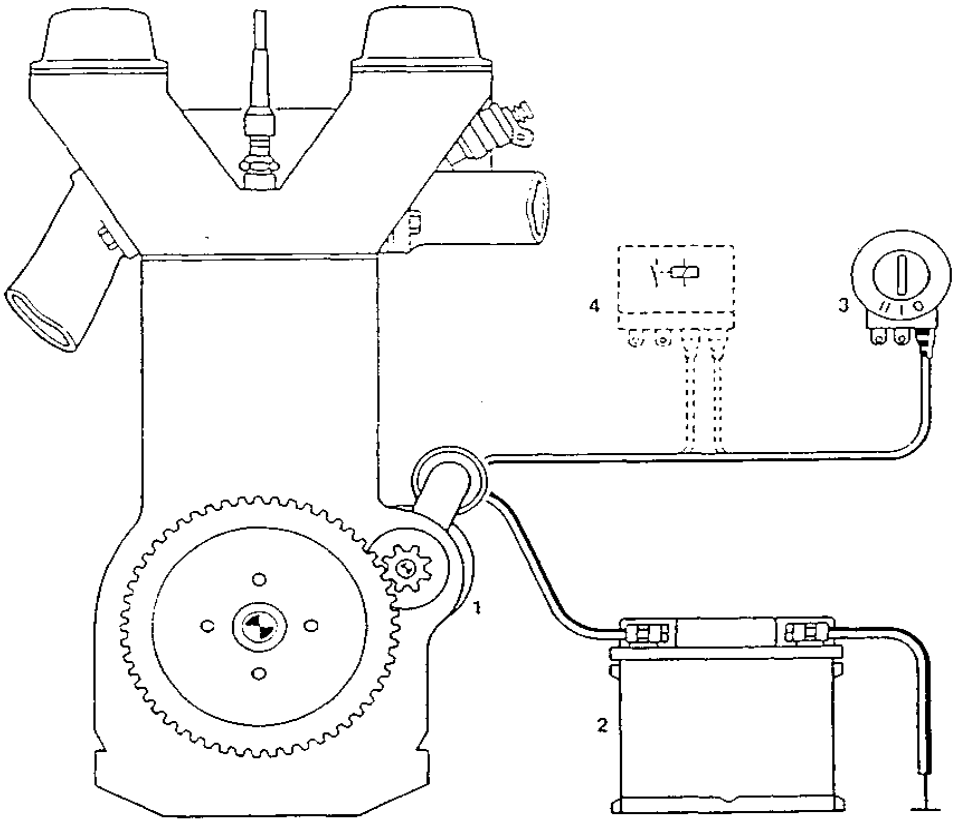
Altıncı bölümde ise; daha sonra yapılacak çalışmalar için öneriler anlatılmıştır.

2. MARŞ MOTORLARI

Marş motorları, ağır yük altında çalışan dc (doğru akım) elektrik motorlarıdır. Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren aygıtlara elektrik motorları denir. Her elektrik motoru, biri sabit (statör) , diğeri kendi etrafında dönen (rotor ya da endüvi) iki ana parçadan oluşur. Bu ana parçalar, elektrik akımı ileten parçalar (örneğin; sargılar), manyetik akıyı ileten parçalar ve konstrüksiyon parçaları (örneğin; vidalar, yataklar) olmak üzere tekrar kısımlara ayrılır (Erşan 2000).

Marş motorlarının, geleneksel doğru akım motorlarından, farklı elektriksel ve mekanik kısımları vardır. Bu da onları daha karmaşık hale getirmektedir. Marş motorlarının taşıt için hayati önemi vardır. Bu yüzden marş motoru arızalarının önceden tespiti ve teşhisi önemlidir (Yolaçan 1987).

Marş motorları İYM' ların çalışması için ilk hareketi sağlar. İYM çalışması için minimum ilk hareket hızını (yaklaşık 100dev/dak) yakalaması gerekir. İlk hızı yakalama sırasında, çeşitli zorluklarla karşılaşır. Bu zorlukların kaynakları, piston sürtünmeleri, kompresyon sırasında meydana gelen direnç ve yatakların sürtünmesidir. Bu kuvvetler, motorun tipine ve büyüklüğüne, silindir sayısına, yağlama karakteristiklerine ve motor sıcaklığına bağlı olarak değişir. Sürtünme direnci, düşük sıcaklıklarda daha yüksektir. Şekil 2.1'de marş sisteminin genel bir yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Marş sisteminin motorlardaki yeri

Şekil 2.1'de marş siteminin motorlardaki yeri gösterilmiştir. Burada;

1-Marş motoru

2-Batarya

3-Kontak anahtarı

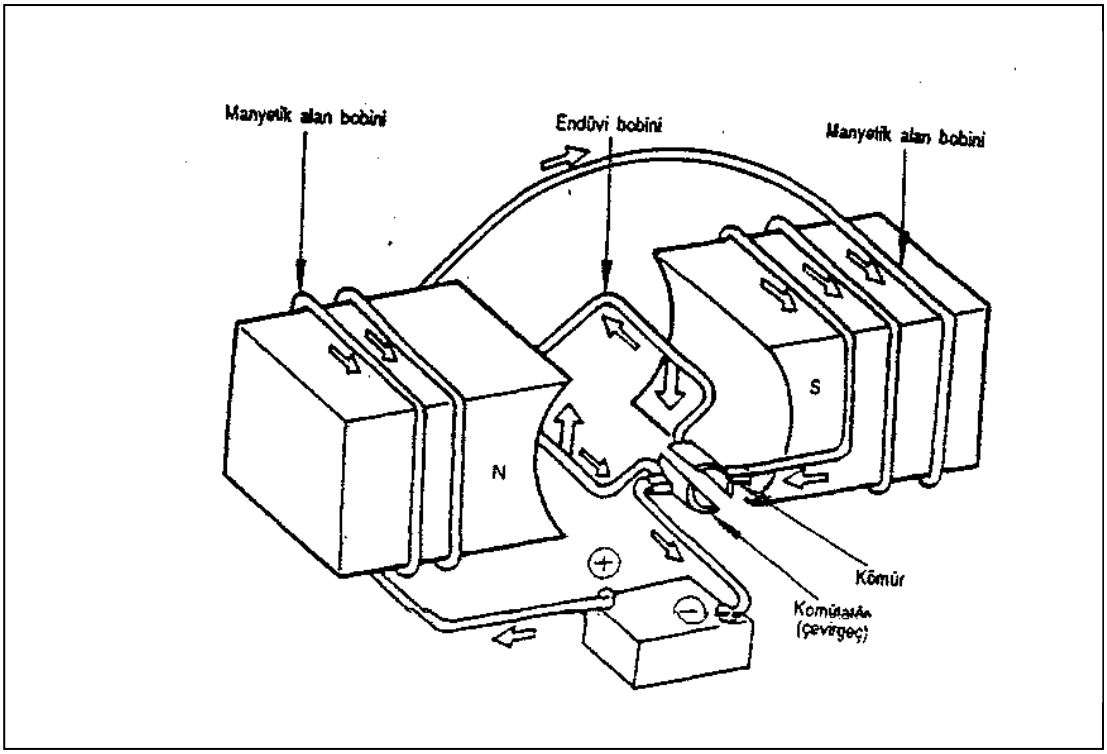
4-Roleler (Yolaçan 1987)

Çalışma başlangıç sıcaklığına ait tipik değerler; otomobiller için -18 ile 25 ^{o}C, kamyon ve otobüsler için -15 ile 20 °C arasındadır (Tükek 2000).

2.1. Marş Sistemi

Marş sisteminin görevi, motora ilk hareketi vermektir. Bunu marş motoru sayesinde gerçekleştirir. Marş motoru, elektrik enerjisini hareket enerjisine çevirir. Hareket için ilk enerjiyi akümülatörden alır. Marş motoru, hareketini volan dişlisine iletir. Volan dişlisi de krank milini harekete geçirerek motorun çalışmasını sağlar. Sürekli olarak marş yapma süresi 10-15 sn'dir. 10-15 sn' den fazla marş yapılırsa akü boşalır. Marş motorları seri bağlı dc motorlardır. Seri bağlı dc motorların yapısı Şekil 2.2' de gösterilmiştir (Erşan 2000).

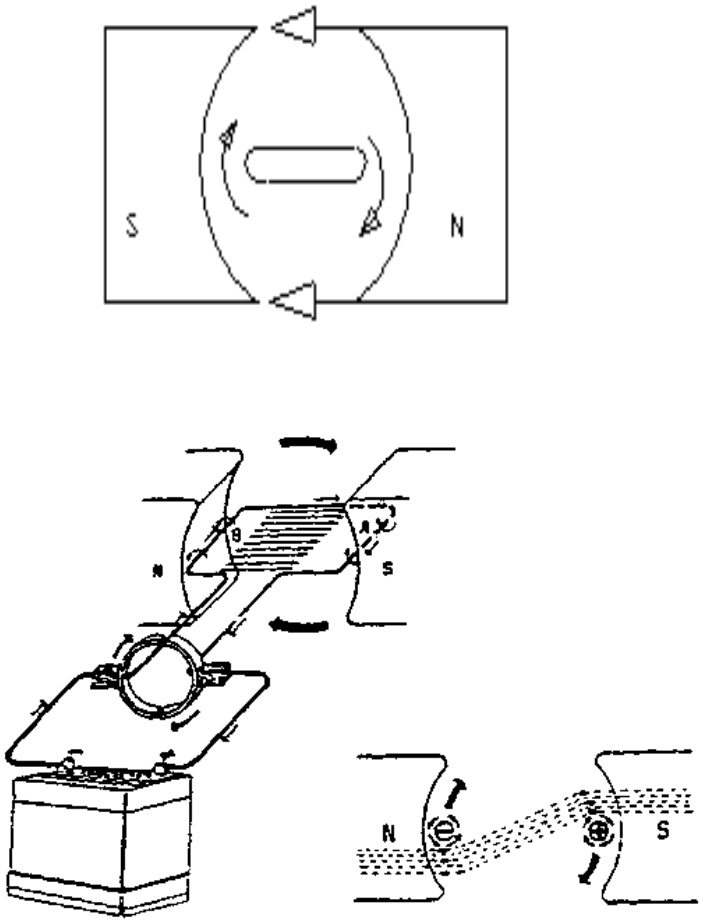
Motor çalışırken marş yapılmaz. Eğer yapılırsa marş ve volan dişlileri zarar görür. Marş durumunda marş motoru dönmüyorsa sorun akümülatörün zayıflamasından kaynaklanır.



Şekil 2.2 DC serisi marş motoru

2.2. Marş Motorunun Çalışma Prensibi

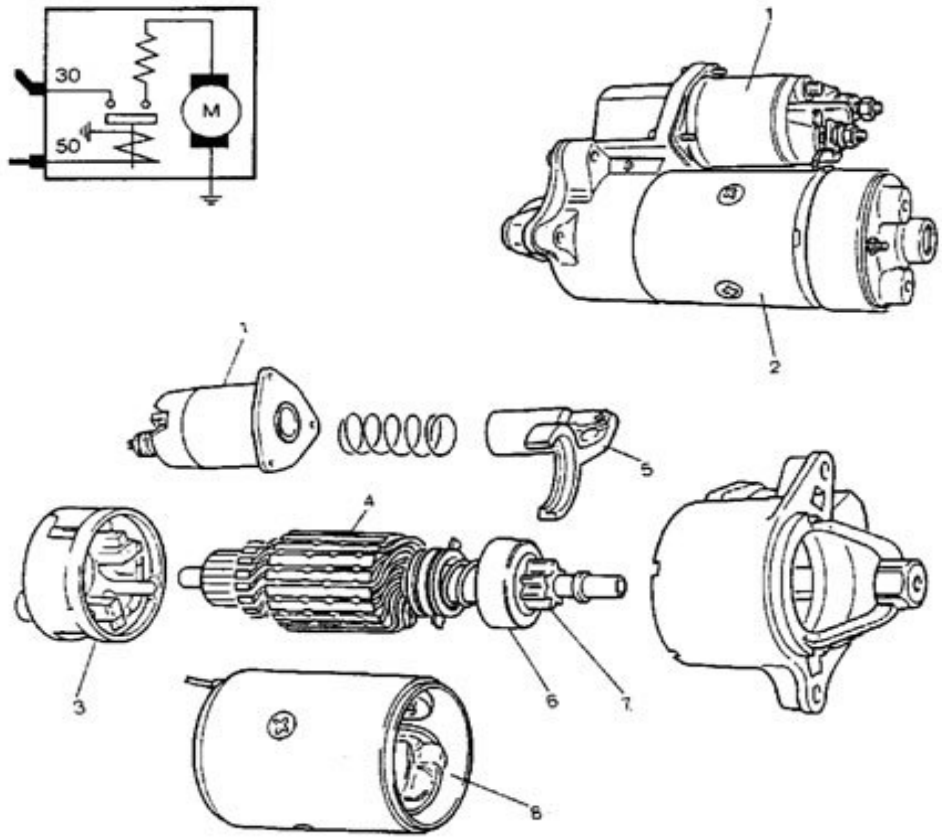
Sabit manyetik alan içerisindeki iletkenden akım geçirildiğinde, iletken hareket eder; marş motoru bu fizik kanununa göre çalışır (Şekil 2.3'te görüldüğü gibi). Marş motoru sabit manyetik alanı içerisindeki ikaz sargılarıyla yapar. Endüvi ise burada iletken pozisyonundadır ve marş motorundan akım geçmeye başladığı andan itibaren endüvi hareket etmeye başlar. Bu hareket sayesinde pinyon dişli volanla kavraşarak motora ilk hareketi verir (Demirel 1971).



Şekil 2.3 Marş motorunun çalışma prensibi

İtme ve çekme kuvvetleri, iletkenin kutup pabuçlarına olan uzaklığına ve ortamın kuvvet hatlarını iyi iletmesine bağlı olduğu kadar, kutuplardaki manyetik alan şiddetine ve iletkenden geçen akım miktarına da bağlıdır. İletkenden ne kadar çok akım geçerse, oluşacak manyetik alan o kadar büyük olacaktır ve motoru ilk harekete geçirecek kadar moment oluşturacaktır. Eğer, motorun döndürme momentlerinin de büyük olması isteniyorsa, ilk harekette endüvi sargılarından geçen akımın olabildiğince büyük olması gerekir. Bunun için, marş sargılarının küçük yapılması gerekir. Bu sayede marş motoru çok fazla akım çeker. Yalnız burada momentin büyük olması için, marş motoru endüvisinin çok fazla akım çekmesi yetmez. Endüvinin arasında bulunduğu manyetik alan kuvveti de çok büyük olmalıdır. Ancak doğal mıknatıs sayesinde bu kadar büyük bir manyetik alan üretilemeyeceğinden, gerekli olan manyetik alanın elektro mıknatısla üretilmesi gerekecektir. Bir bobinden geçen akım ne kadar büyükse, bobinin manyetik şiddeti de o kadar artar. Marş endüvisinin çektiği bu akım, kutup pabuçları etrafına sarılan sargılardan geçirilirse istenilen güç elde edilmiş olur. Böylece hem endüvi iletkenlerinden geçen akım büyük hem de kutup sargılarından geçen akım ve dolayısıyla bu akımın meydana getirdiği manyetik alan şiddeti de o kadar büyük olur (Bulut ve ark. 1999).

2.3. Marş Motorunun Genel Parçaları



Şekil 2.4 Marş motorunun genel parçaları

Şekil 2.4'te Marş motorunun genel parçaları görülmektedir(Tofaş 2000). Bunlar;

1- Marş Selenoidi

2- Stator Taşıyıcı Gövde

3- Fırça Taşıyıcı

4- Rotor

5- Marş Çatalı

6- Bilya

7- Marş Dişlisi

8- Stator

2.4. Marş Motorunun Genel Yapısı

Marş motorlarını 4 ana kısımdan oluşur. Bunlar;

1. Endüktör
2. Endüvi
3. Gövde ve kapaklar
4. Şalter ve kavrama tertibatı'dır.

2.4.1 Endüktör

Marş motorlarında manyetik alanı oluşturan kısımlardır. Endüktörler ayrı ayrı yapılıp içlerine pabuç olarak adlandırılan demir nüveler yerleştirilir. Endüktörler, kalıplarda sarılan ikaz sargılarının üzerleri bantlarla veya vernik dökülerek yalıtılır ve pabuçlar vasıtasıyla marş motoru gövdesine bağlanır. Sargıların birer ucu beraberce akım giriş ucuna lehimlenir. Diğer uçları ise yalıtılmış fırçalara bağlanır. Ayrıca ikaz sargılarından gelen akımın seri olarak endüvi sargılarından geçmesi sağlanır.

Marş motorlarındaki ikaz ve endüvi sargıları, lama şeklindeki çok düşük dirençli kalın bakır tellerden yapılmışlardır. Bu sayede azami gücü verecek akım, ısı meydana getirmeden sargılardan geçme imkânı bulur.

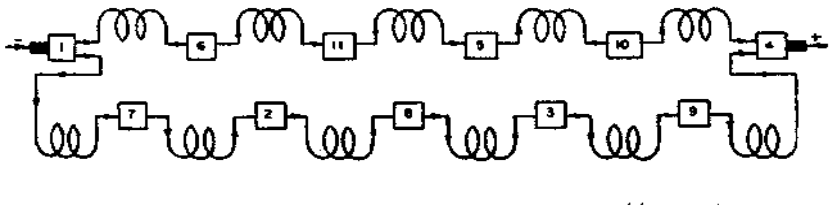
Endüktörler çok küçük marş motorlarında 2 kutuplu, orta boylarda 6 veya 8 kutuplu olarak yapılırlar. 0,5 – 1,5 hp civarında döndürme kuvveti istenen yerlerde kullanılan 2 pabuçlu bir marş motoru ikaz sargılarından biri N diğeri S kutbu meydana getirecek şekilde devreye bağlanır.

Sabit tesislerdeki veya gemi ve trenlerdeki büyük dizel motorlarına ilk hareketin verilmesi çok fazla gücü gerektirir. Bu gibi yerlerde, hepsinde ikaz sargısı bulunan 6 veya 8 pabuçlu marş motorları kullanılmaktadır. Bunlar genellikle 32 veya

64 voltla çalıştırılırlar. Gerilim ve güç fazlalığı nedeniyle üzerlerinde bazı yardımcı elektronik kumanda tertibatları bulunabilir.
(http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/mars_ve_sarj%20sistemi/mars_motolari.htm Erişim Tarihi:22.02.2007)

2.4.2 Endüvi

Marş motorlarında dönen kısımdır. Şekil 2.5'te de görüldüğü gibi ana parçası, endüvi sargıları olup diğer parçalar sadece yardımcı görevdedir(Erşan 2000). Endüvi miline üzerinde sargıları taşıyan endüvi gövdesi kamalı olarak presle geçirilmiştir.



Şekil 2.5 İki kollu seri endüvi sargısı devre şeması

Endüvi gövdesi, çalışma esnasında meydana gelecek fuko akımlarını yok etmek amacıyla, silisli ince demir saclardan yapılmış olup, pabuçlar arasındaki mıknatıs hatlarının akışını kolaylaştırır. Üzerindeki 'ankuş' adı verilen kanallara lama şeklindeki bakır tellerden endüvi sargıları sarılmıştır. Sargı uçları gövdeden ve birbirinden yalıtılarak kollektör dilimlerine lehimlenir.

Kollektör bakırdan yapılmıştır. Çalışma esnasında dönen endüvi sargılarına fırçalar vasıtasıyla batarya akımını iletir ve marş motorunun doğru akımla çalışmasını sağlar (Erşan 2000).

2.4.3 Gövde ve kapaklar

Marş motorunun bütün parçalarını bir araya toplar. Gövde genellikle demir saclardan merdanelerde şekillendirilerek yapılır. Ek yeri kaynakla birleştirilerek iç yüzeyi tornalanarak düzgünce işlenir. Üzerindeki akım giriş ucu gövdeden tamamen yalıtılmış olarak bağlanmıştır. Endüktör pabuçları da üzerlerindeki sargıyla beraber gövde üzerine bağlanmıştır.

Ön ve arka kapakların ana görevleri, endüvinin eksenel olarak dönüşünü sağlamaktır. Aşıntıyı azaltmak ve yük altında daha iyi yağlama yapabilmek için yağ emdirilmiş grafitli bronz burçlar takılmıştır.

Ön kapak yalıtılmış ve yalıtılmamış olarak iki grup fırça tutucusu ile fırçaları üzerinde taşır. Marş motoru fırçaları, üzerinden fazla akım geçtiğinden bakır ve grafit karışımından yapılmışlardır.

Arka kapak üzerinde genellikle marş motoru tespit kulakları ile beraber kavrama muhafazası da bulunur. Bazı tiplerde ise bunlara gerek kalmadığından sadece endüvi yataklandırma görevi yaparlar (Erşan 2000).

2.4.4 Şalter ve kavrama tertibatları

Marş motorunun, istenildiği anda çalıştırılması ve meydana getirdiği hareketin uygun tarzda volana iletilmesi için görev yapan mekanizmadır. Bütün marş motorlarında, dönüş hareketini meydana getiren motor bölümleri bir birine çok benzer veya tamamen aynı yapıda oldukları halde, üzerlerindeki kavrama ve şalter tertibatları farklı yapıda olabilirler. Bu yüzden marş motorlarının gruplandırılması üzerlerindeki şalter ve kavrama tertibatlarına göre yapılır. Farklı tarafları olmasına rağmen bütün kavrama ve şalter tertibatları en kolay şekilde marş motorunu çalıştırmak ve emniyetli olarak hareketini iletmek için yapılmış sistemlerdir. Mükemmel bir kavrama için şalter ve kavrama tertibatının şu özelliklere sahip olması gerekir.

1. Kolayca çalıştırılabilecek şekilde kullanışlı olmalıdır.
2. Kavrama tertibatlarında tatlı, yumuşak ve esnek bir hareket iletimi olmalıdır.
3. Motor çalıştırıldıktan sonra, otomatik olarak hareket iletimi durmalı ve aradaki bağlantı kesilmelidir.
4. Büyük kapasiteli ilk hareket sistemlerinde aşırı yüklenmeleri önleyerek marşın emniyetini sağlamalıdır.

(http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/mars_ve_sarj%20sistemi/mars_motolari.htm Erişim Tarihi:22.02.2007)

2.5. Arıza Tespiti

Marş motorunun çektiği akımın ölçülmesi arızanın kolay bulunmasını sağlar. Marşın çektiği akım yüksekse; endüvi burçları aşınmış ve endüvi kutup pabuçlarına sürtünüyor olabilir, sargılarda kısa devre veya şasiye kaçak olabilir veya motorun kendisinde sıkılık olabilir. Marşın çektiği akım azsa; iç veya dış devrede aşırı dirençler olabilir. Bu dirençler içerde fırçaların aşınması, kollektör yüzeyinin yanması veya kirlenmesi ya da lehim yerlerinin erimesinden ileri gelebilir. Marşın

dışında ise akünün kutup başları gevşek veya kirlenmiş olabilir. Şalter kontaklarının yanık olması nedenlerden biri olabilir. Arıza tespiti için yapılabilecek ölçümlerden iki tanesi aşağıdaki gibidir(Erşan 2000).

2.5.1 Kablo üstü ampermetresi (Pens Ampermetresi) ile ölçme:

Çekilen akım yüksek olduğu için manyetik alan prensibi ile çalışan kablo üstü ampermetresi (pens ampermetre) kullanılır. Ölçme yapmak için marş kablosunun 10 cm kadar bir kısmını düz tutup Kablo üstü ampermetresini buraya oturtarak marşa basılır ve ölçüm yapılır(Erşan 2000).

2.5.2 Mukayese yöntemi ile ölçme:

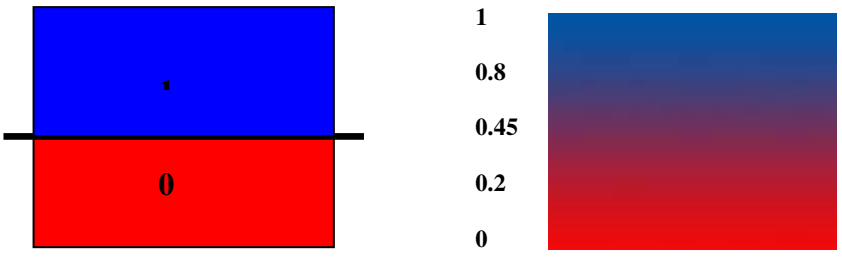
Bu ölçme şeklinde batarya yüklenince, uçlarında azalan gerilim düşmesinden yararlanılır. Çekilen akım bataryanın kendi iç devresinden de geçtiğinden, iç direncinde bir gerilim düşmesi meydana gelir. Bu yüzden yük altında çalışan bataryanın uçlarındaki gerilim açık devrede ölçülen değerden daha azdır. Çekilen akım arttıkça, gerilim azalır. Eğer iki alıcının bataryadan çektiği akım eşitse, bataryanın içinde meydana gelen akım düşmesi aynı olacağından, bataryanın uçlarında ölçülen akım da aynı olur. Burada birinci alıcı marş motoru, ikinci alıcı ise batarya test cihazıdır. Bu cihazın içerisinde bulunan ayarlı yük direnci ile batarya istendiği kadar yüklenebilir ve yük direncinin çektiği akım devresinde bulunan seri ampermetreden bulunur(Erşan 2000).

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada İYM'larda marş motoru arızalarının tespit ve teşhisi için yeni bir yaklaşım olarak bulanık mantık kullanılması amaçlanmıştır.

3.1. Bulanık Mantık:

İstatistikte ve olasılıkta kesin ifadelerle çalışılır. Fakat insan hayatı belirsizliklerle doludur. İnsan hayatı; az, çok, biraz, kısmen, daha çok gibi belirsizlik ifadeleri ile doludur. İkili mantık bu belirsizliklerde yetersiz kalır. İşte bu noktada, bulanık mantık devreye girer. Bulanık mantığın çıkma sebebi, insan hayatındaki bu belirsizliği makine diline yansıtmaktır. Sadece kesin verilerle işlem yapan makineleri; belirsiz, insana özgü verilerle çalışır hale getirmektir. İkili mantıkta kesin değerler vardır. Değerler iki ayrık kümedir ve birbirinden kesin çizgilerle ayrılır. İkili mantıkta ya soğuk ya da sıcak vardır. Yani sonuç ya "1" dir ya da "0" dır. Ama bulanık mantıkta kesin bir çizgi yoktur, birbirinden derecelerle ayrılırlar. Az soğuk, ılık vb. gibi kesin olmayan değerler de alır. İkili mantıkta olduğu gibi sadece "1" ve "0" değil, 0 ve 1 arasında sonsuz değer alabilir. Bulanık mantıkta 0 ve 1 istisna değerlere karşılık gelir. 1 değerine yaklaşıldıkça o kümenin olma olasılığı artar ve "1" son noktadır (Yen, Langari ve Zadeh 1995).



a) İkili Mantık b) Bulanık Mantık

Şekil 3.1 Bulanık mantık ve ikili mantığın kıyaslanması

Şekil 3.1' de görüldüğü gibi ikili mantık sadece 0 ve 1 değerini alıp birbirinden kesin hatlarla ayrılırken, bulanık mantıkta geçiş değerleri vardır. Bulanık mantık klimalar, çamaşır makineleri, insansız uçaklar ya da uzay araçları, elektrikli süpürgeler, otomobil motor ve süspansiyonları, bebek vücut ısısına göre kendini ayarlayan küvezlerde kullanılabilir. Ama kesinlik ifade edilen sorgulamalarda ikili mantık kullanılır. Mesela; hamilelik testlerinde kadın ya hamiledir ya da değildir arası yoktur.

Bulanık mantık, sayısal değişkenlerden yola çıkarak dilsel değişkenleri kullanma avantajı sağlar. Sayısal değişkenleri değil, dilsel değişkenleri kullanmak bu değişkenlerin daha somut olması ile ilgilidir. Örneğin; "dağ yüksektir" ifadesi "dağın yüksekliği 1800 m'dir" ifadesinden daha az somuttur. Bu durumda yüksek kelimesi yükseklik değişkenin bir dilsel değeri olarak ele alınabilir. Bu durum da bu dilsel değerlerin de arkasında net olmayan bir sayısal değer mevcuttur.

Sayısal değişkenler sayı doğrusu üzerinde bir noktayı işaret eder. Bulanık ifadeler ise iç içe geçmiş alanları temsil eder.

Tablo 3.1 Bazı dilsel değişkenler ve bunların tipik değerleri

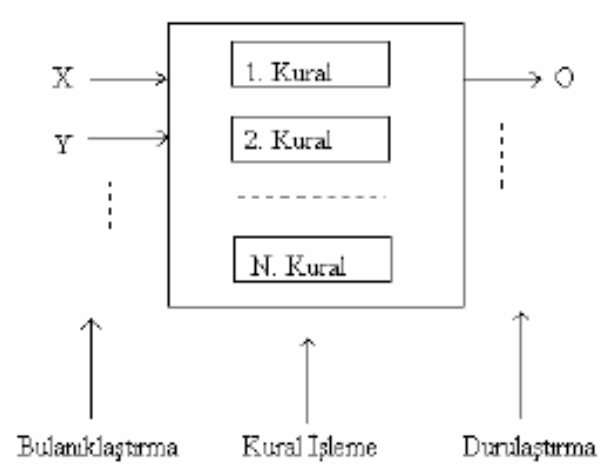
Dilsel Değişkenler	Tipik Değerler
Sıcaklık	az, normal, çok
Sayı	birkaç, az, çok
Yaş	bebek, genç, yaşlı
Renk	beyaz, kara, kırmızı, mavi, yeşil
Hız	yavaş, orta, hızlı

Dilsel değişkenlerin değerini ifade edebilmek için çoğu zamanlar birden fazla kelime kullanılabilir. Tablo 3.1 'de bazı dilsel değişkenler ve tipik değerleri gösterilmiştir

(http://farabi.selcuk.edu.tr/egitim/bulanik/index.html Erişim Tarihi:12.02.2008)

3.2. Bulanık Sistemler

Bulanık bir süreç (fuzzy işlemi), genelde, üç ayrı birimden oluşmaktadır. Bu birimler; sırası ile bulanıklaştırıcı birim, kural işleme birimi, durulaştırıcı birim ve çıktı bilgileridir. Şekil 3.2'de genel bir bulanık sistem yapısı gösterilmektedir (Akdemir 2001).



Şekil 3.2 Bulanık sistem yapısının genel gösterimi

Bu akış düzeninde, bulanıklaştırıcı birim, bulanık işlem sisteminin ilk birimi olarak devreye girmektedir. Kesin veya geri besleme sonuçları biçiminde bu birime giren bilgiler, burada bir ölçek değişikliğine uğrayarak bulanıklaştırılmaktadır. Başka bir deyişle; bu bilgilerin her birine bir üyelik değeri atanıp, dilsel bir yapıya dönüştürülerek, buradan kural işleme birimine gönderilir. Kural işleme birimine gelen bilgiler, kural işleme biriminde depolanmış bir şekilde bulunan bilgi tabanına dayalı "if … and … then … else" (eğer ...ise, ... olsun) gibi kural işleme bilgileri ile birleştirilir (Yen, Langari ve Zadeh 1995). Burada sözü edilen mantıksal önermeler, problemin yapısına göre sayısal değerlerle de kurulabilmektedir. Son adımda;

problemin yapısına uygun mantıksal karar önermeleri kullanılarak elde edilen sonuçlar durulaştırıcı birime gönderilir. Durulaştırıcı birime gönderilen bulanık küme ilişkilerinde, bir ölçek değişikliği daha gerçekleştirilerek bulanık haldeki bilgilerin her biri gerçel sayılara dönüştürülür
(http://www.hkmo.org.tr/yayin/odadergi/s87/bulanikmantik.htm
Erişim Tarihi:10.02.2008).

3.2.1 Bulanıklaştırma

Matematikte, benzer özellikler gösteren elemanların bir arada gruplandırılmasıyla 'küme' adı verilen kavram oluşturulur. Klasik matematikte bir konunun bir bölümünün o kümeye ait olması gibi bir kavram düşünülmez ve kabul edilmez. Bu sınırlama, problemlerin her zaman uygun bir çözüme kavuşturulabilmesine engel teşkil etmektedir. Pratikte genel olarak, klasik küme şeklinde beliren değişim aralıklarının bulanıklaştırılması, bulanık küme, mantık ve sistem işlemleri için gereklidir. Bunun için, bir aralıkta bulunabilecek öğelerin hepsinin, 1'e eşit üyelik derecesine sahip olması gerekirken, 0 ile 1 arasında değişik değerlere sahip olması düşünülür. Bu durumda, bazı öğelerin belirsizlik içerdikleri kabul edilir. Bu belirsizliklerin, sayısal olmayan durumlardan kaynaklanması halinde bulanıklıktan söz edilir (Şen 2001).

Bulanıklaştırma sürecinde ele alınan üyelik fonksiyonları, problemin yapısına ve amacına uygun olmalıdır. Genel anlamda üyelik fonksiyonları sezgisel, matematik, geometrik ya da istatistiksel yaklaşımlara dayandırılabilmektedir.

Bulanık kümelerin gerek üyelik derecelerinin gerekse bunların tümünü temsil edebilecek üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde, ilk başlayanlar tarafından bile kişisel sezgi, mantık ve tecrübelerin kullanılmasına sıkça rastlanır. Zaten pratikte birçok sorunun üstesinden gelebilmek için bu yaklaşımlar çoğu zaman yeterlidir. Öyle olmasa bile, ilk yaklaşım olarak bu esaslara göre davranmaları faydalıdır. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan başlıca yöntemler;

a) Sezgi,

b) Çıkarım

c) Mertebeleme

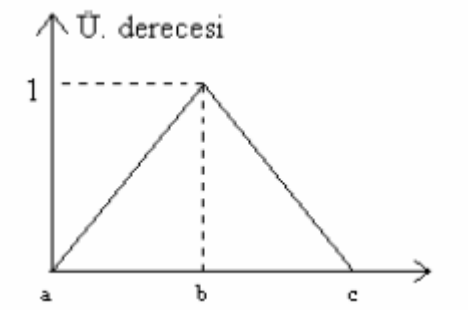
d) Açılı bulanık kümeler

e) Yapay sinir ağları

f) Genetik algoritmalar

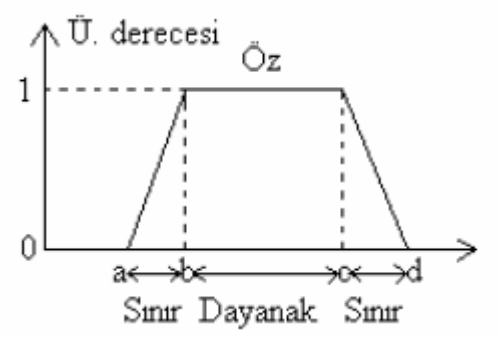
g) Çıkarımcı muhakeme gibi yaklaşımlardır (Şenol 2000).

Bulanık kümelerin kullanışlılığı, farklı kavramlara uygun üyelik derecesi fonksiyonlarını oluşturabilme becerisine dayanmaktadır. En sık kullanılan fonksiyonlar kolaylık açısından "üçgen" ve "yamuktur" (Yen ve Langari 1999). "A" bulanık kümesine ait elemanların, üçgen üyelik fonksiyonu, yamuk üyelik fonksiyonu ve çan eğrisi (Gauss) üyelik fonksiyonu ile gösterimi sırasıyla Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te verilmektedir. Ayrıca her şeklin altında belirtilen üyelik fonksiyonunun matematiksel ifadesi (3.1), (3.2), (3.3.) gösterilmektedir (Nguyen ve Walker 1999).



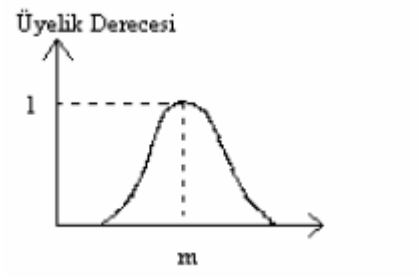
Şekil 3.3 Üçgen üyelik fonksiyonu

$$\mu_A(x) = \mu_A(x,a,b,c)\begin{cases}(x-a)/(b-a)... \Rightarrow ..a \le x \prec b \\ (c-x)/(c-b)... \Rightarrow ..b \le x \le c \\ 0... \Rightarrow ...x > c.....veya....x < a\end{cases} \quad (3.1)$$



Şekil 3.4 Yamuk üyelik fonksiyonu

$$\mu_A(x) = \mu_A(x,a,b,c,d) \begin{cases} (x-a)/(b-a)... \Rightarrow ..a \le x < b \\ 1... \Rightarrow ..b \le x < c \\ (d-x)/(d-c)... \Rightarrow ..c \le x < d \\ 0... \Rightarrow ...x > d.....veya....x < a \end{cases} \quad (3.2)$$



Şekil 3.5 Çan eğrisi üyelik fonksiyonu

$$\mu_A(x) = \ell^{-a(x-a)^2} \quad a>0 \text{ , } m \in R \quad (3.3)$$

Üçgen, yamuk ve çan eğrisi şeklinde çizilen fonksiyonlara bakıldığında, bir bulanık ifadenin üç özelliği anlaşılabilir. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür:

• Bir kümede bulunan öğelerden en az bir tanesinin en büyük üyelik derecesi olan 1'e sahip olması gerekmektedir. Bu duruma bulanık kümenin normal olması denir.

• Üyelik derecesi 1 olan öğeye yakın, sağdaki ve soldaki öğelerinde üyelik dereceleri 1'e yakın olmalıdır. Bu durumda bulanık kümenin monoton olduğu anlaşılır.

• Üyelik derecesi 1'e eşit öğeden sağa ve sola eşit mesafede gidildiğinde, buradaki öğelerinde üyelik derecelerinin birbirine eşit olması gerekir. Bu duruma da bulanık kümenin simetrik özelliği adı verilir (Şen 2001).

'Bulanık küme' kavramı, hassasiyetin arttırılması ya da esneklik açısından klasik kümelere göre daha uygun olan bir yöntem olarak görülebilir. Aslında getirdiği yaklaşım, klasik küme kuramlarında kullanılan üyelik kavramını bir kenara bırakıp yerine tamamen yenisini koymak değil, iki-değerli üyeliği çok-değerliliğe taşıyarak genellemesini yapmaktır (Yen ve Langari 1999).

İki değerli mantıkla, iki mutlak sonuç "0" ve "1" olarak gösterilirken, sonsuz değerli mantıkta ise sonuçlar [0.0,1.0] aralığında tanımlanır. Bu değerlere "üyelik derecesi" denir. "0" mutlak "yanlışlığı", "1" ise mutlak"doğruluğu" gösterir. Bu üyelik derecesi, belirsizliği gidermeye çalışıp, tanımlamaya çalışan bir fonksiyonla ölçülebilir. Bu fonksiyon, bir bulanık kümedeki elamanları [0,1] aralığındaki reel bir değere dönüştürür. Aşağıdaki örnek, bir "A" kümesine ait elemanları reel sayıya dönüştüren fonksiyon (3.4) gösterimidir:

$$\mu_A(x) \in [0,1] \tag{3.4}$$

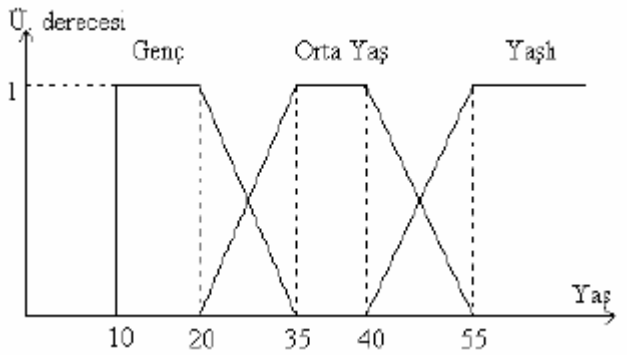
Burada çalışılan X uzayı, kesin ve sınırlı olduğu zaman, A kümesi sembolik olarak aşağıdaki gibi (3.5) gösterilir:

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots \right\} = \left\{ \sum_i \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \right\} \dots\dots i = (1,..) \tag{3.5}$$

Bu gösterimde cebirsel semboller, cebirsel anlamlarıyla kullanılmazlar. Örneğin "+" toplam anlamında değil, teorik olarak birleşme anlamındadır. X uzayı sürekli ve sınırsız ise, "A" kümesi şu şekilde (3.6) gösterilir:

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x)}{x} \right\} \tag{3.6}$$

Fonksiyonların sık kullanılan üçgen ya da yamuk şeklinde, ya da diğer uygun formlarda olmasının yanında alt kümelerin birbiri ile örtüşecek şekilde olması gerekmektedir. Şekil 3.6'da genç, orta yaşlı ve yaşlı insan kavramını temsil eden, [10,90] aralığında örtüşmeli geçişler halinde tanımlı üç bulanık küme gösterilmektedir. Öncelikle bu yaş gruplarının, isteğe bağlı bir şekilde aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 3.6 "Genç", "orta yaşlı" ve "yaşlı" kavramlarını temsil eden üyelik fonksiyonları

Bu üç yaş grubunun matematiksel fonksiyonları (3.7), (3.8) ve (3.9) aşağıda verilmektedir.

$$\mu_{Genç}(x) = \begin{cases} ....1... \Rightarrow ..x < 20 \\ (30 - x)/(15)... \Rightarrow ..20 \le x \le 30 \\ ....0... \Rightarrow ...x \ge 35 \end{cases} \tag{3.7}$$

$$\mu_{Orta}(x) = \begin{cases} 0.... \Rightarrow .....x \le 20, x \ge 55 \\ (x - 20)/15 \Rightarrow 20 < x < 35 \\ (55 - x)/15 \Rightarrow 40 < x < 55 \\ 1.... \Rightarrow .....35 \le x \le 40 \end{cases} \tag{3.8}$$

$$\mu_{Yaş.lı}(x) = \begin{cases} ....1... \Rightarrow ..x \ge 55 \\ (x - 55)/(15)... \Rightarrow ..40 \le x \le 55 \\ ....0... \Rightarrow ...x \le 40 \end{cases} \tag{3.9}$$

Bu örnekteki yaşın alt kümeleri ile ilgili fonksiyonlardan, bir yaşın o kümeye ne kadar ait olduğu yani üyelik derecesi tespit edilir (Tanaka 1997).

3.2.2 Kural işleme birimi

Bulanık mantıkta kurallar, ‘eğer ... ise, ... olsun’ şeklinde koşullu durumlarla formüle edilirler (Piegat 2001).

Tüm girdi değişkenleri, sözel değişken değerlere çevrilerek, bulanık sonuç çıkarma adımı, güncel durum için kurallara dayandırılarak uygulanır ve çıkışta sözel değişkenlerin değerleri hesaplanır.

Öte yandan, bir bulanık kural, ‘eğer ... ise, ... olsun’ şeklinde (örneğin X değeri A ise, Y değeri B olsun) sözel girdi ve çıktı terimlerine sahip olmalıdır. ‘eğer...’

bölümüne durum; '...olsun' bölümüne ise sonuç ya da karar kısmı adı verilir (Negoita 1987). Bu durumda bulanık sonuç çıkarma hesaplarının, iki bileşeni olduğu anlaşılır:

• Kümeleme: Kuralların 'eğer ...'bölümlerinin hesaplanması

• Düzen: Kuralların '... olsun' bölümlerinin hesaplanması

'X değeri A ise, Y değeri B olsun' örneğinde, A ve B sözel kelimelerdir ve bulanık kümelerde X ve Y değerlerinin, hangi duruma ait olduğunu gösterirler. Günlük hayatta kullanılan bazı bulanık ifadelere dayanan kurallar, örnek olması açısından aşağıda verilmektedir. 'Eğer basınç yüksekse, hacim küçük olsun.' 'Eğer bir domates kırmızı ise, o domates olgun bir domatestir.'

1973 yılında Zadeh, bulanık değişkenler ya da sözel ifadeler ile ilgili kavramlar ortaya koymuştur. Bu kavramlardan önemli olanlardan bir tanesi bulanık nesne kavramıdır. Nesne olarak tanımlanmış sensör girdilerine örnek olarak 'sıcaklık', 'yer değiştirme', 'hız', 'akış', 'basınç' vb. gösterilebilir. Fark değeri olan 'hata' sinyalini de aynı kategoriye sokmak mümkündür. Bulanık mantıkta ifadelerin sıfat olarak kullanımına örnek olarak ise, 'büyük pozitif' hata, 'küçük pozitif' hata, 'sıfır' hata vb. örnekler gösterilebilir. Her bir parametre için 'büyük', 'küçük' ve 'sıfır' gibi değişkenler, ifadeler hakkında bilgi verilir. Bunlara ilaveten, 'çok büyük', 'çok küçük' vb. ifadeler de çok doğrusal olmayan ya da istisnai durumlar için kullanımda daha esneklik kazandırılabilir.

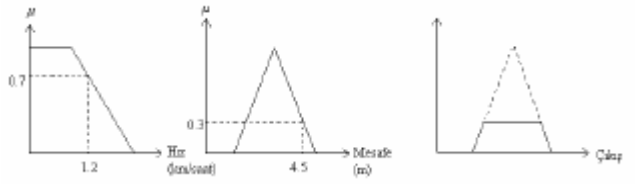
Bulanık mantıkta karşılaşılan, bulanık muhasebe ya da diğer bir deyişle bulanık kural, bilinen gerçeklerin oluşturduğu bir küme için sonuçların türetildiği bir işlem katıdır (Çiftçi 2002).

Birden fazla bulanık girdinin işin içine girmesi durumunda, bu fonksiyonlardan iki farklı yöntem ile çıkış fonksiyon grafiği elde edilebilir. Metotların adları şunlardır:

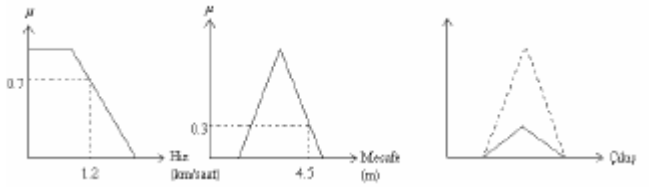
• Kesme Metodu (Truncation Method)

• Ölçekleme Metodu (Scaling Method)

Örnek olarak iki giriş (hız – mesafe) parametrelerine karşılık gelen, çıkış durumları Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Kesme metodu ile kuralın uygulanması



Şekil 3.8 Ölçekleme metodu ile kuralın uygulanması
(Kahvecioğlu ve Kıyak 2003)

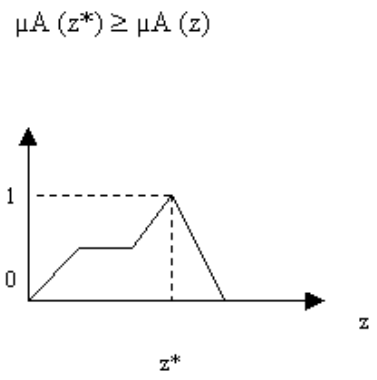
3.2.3 Durulaştırma:

Bulanıklaştırılan değerlerden sonuç elde edebilmek için, durulaştırma (defuzzification) yöntemlerine ihtiyaç vardır. Bu yöntemler;

3.2.3.1 Maksimum değeri alma (Max-Membership Principle):

Bulanık küme içinde, en büyük değere sahip eleman "kesin değer" olarak alınır. Fakat birden fazla maksimum değeri olması halinde bu algoritma ile karar

vermek oldukça güçleşir. Şekil 3.9' da maksimum üyelik metodunun grafiği görülmektedir. Ayrıca konveks olmayan bulanık kümelerde yanlış sonuçlar çıkabilmektedir.



Şekil 3.9 Maksimum üyelik metodu grafiği

3.2.3.2 Maksimumların ortalamasını alma (The Mean of Maximum Method (MOM))

Birden fazla maksimum noktası olması halinde çözüm üreten bir yöntemdir. Maksimum değerlerin ortalaması "kesin değer" olarak alınır. Bu netleştirme metodunda;

$$U^* = \frac{a+b}{2} \tag{3.10}$$

(3.10) formülünden yararlanılır (Saraçoğlu 2009).

3.2.3.3 Alan merkezi metodu (The Center of Area Method – COA)

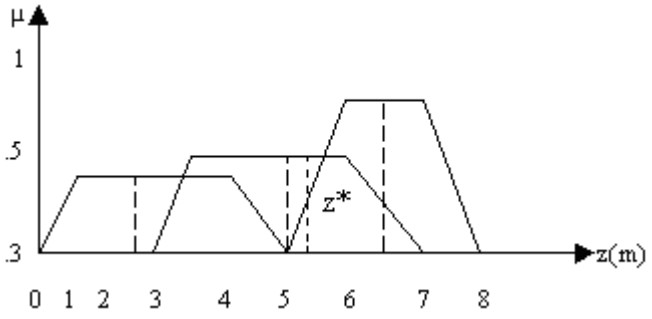
Sentroid (Centroid) ya da ağırlık merkezi de denilen bu yöntem, en çok kullanılan netleştirme yöntemlerinden biridir ve ağırlık merkezi hesaplanarak yapılmaktadır (Şenol 2000).

Matematiksel olarak; Şekil 3.10'da gösterildiği gibi bulanık çıkış kümelerinin COA çıkış metoduna göre netleştirilmiş çıkış değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir.

$$U^* = \frac{\sum \mu(u) \times u \times dU}{\sum \mu(u) \times dU} \tag{3.11}$$

Burada, aktif olan kuralların bulanık çıkışlarına ilişkin üyelik fonksiyon değerleri ile skalar ağırlıkları çarpılarak, toplamları alınır. Elde edilen değerin, üyelik fonksiyon değerlerinin toplamına bölünmesiyle (3.11) sayısal denetim işareti bulunur.

$$z^* = \sum_{j=1}^{\ell} \frac{zj}{\ell} = \frac{(.3*2.5)+(.5*5)+(1*6.5)}{.3+.5+1} = 5.41 \text{ metre.}$$



Şekil 3.10 COA metoduna göre netleştirilmiş çıkış değeri

3.2.3.4 Ağırlıklı Ortalama Yöntemi (Weighted Average Method):

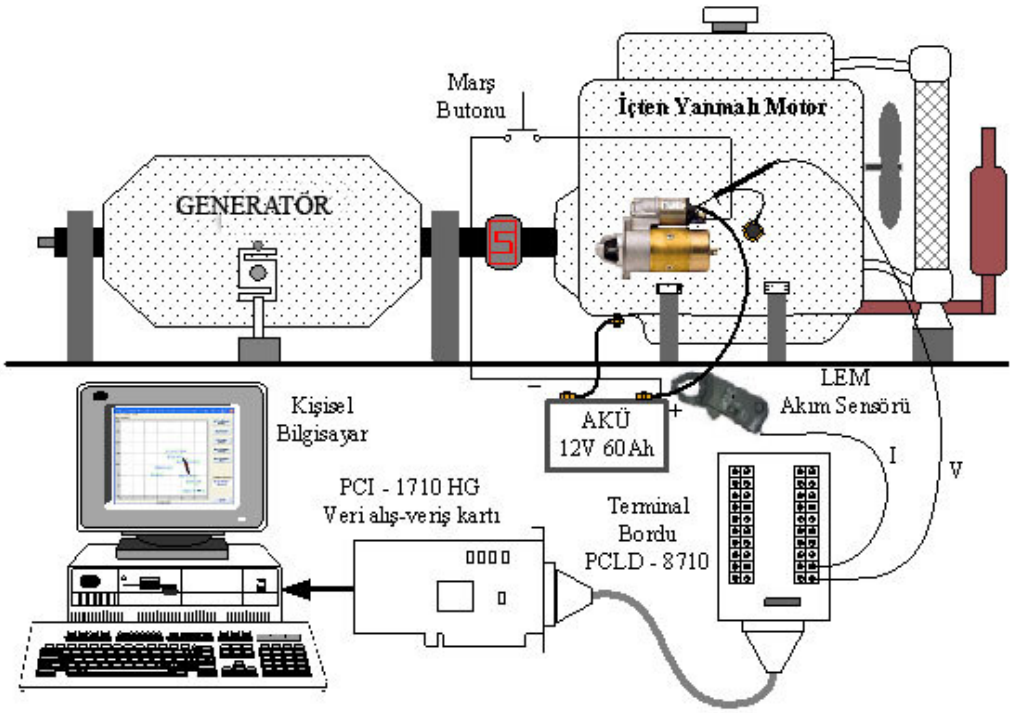
Bu yöntem yalnızca simetrik çıkışlı üyelik fonksiyonları için kullanılmaktadır (Şenol 2000).

$$U^* = \frac{\sum \mu(u) \times u}{\sum \mu(u)} \tag{3.12}$$

4. UYGULAMA

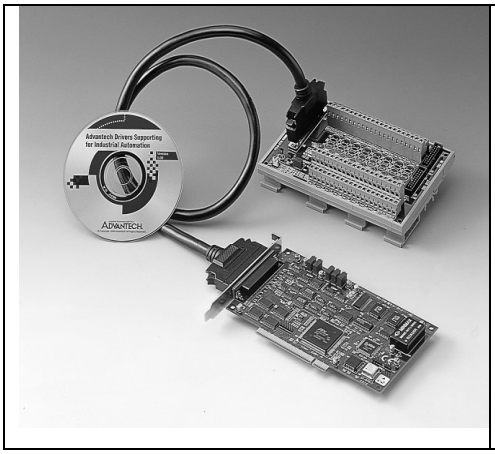
Marş motor arızalarının bulanık mantık ile tespiti için gerekli olan akım ve gerilim değerleri, Bayır ve ark. tarafından 2007 yılında tasarlanan Şekil 4.1'deki düzenek ile elde edilen değerlerdir. Uygulamada, bu düzenekten alınan veriler kullanılmıştır.

4.1. Marş Motoru Akım ve Gerilim Sinyallerinin Gerçek Zamanlı Ölçülmesi



Şekil 4.1 Marş motoru sinyallerinin ölçüldüğü test düzeneği

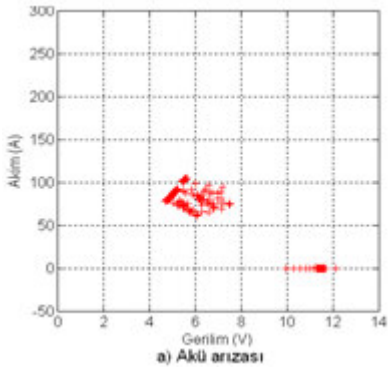
Marş motoru akım ve gerilim sinyallerini bilgisayara aktarmak için İYM test standında Şekil 4.1'de görülen elektriksel bağlantı yapılmıştır. Akım ve gerilim verileri Advantech firmasının 1710HG kartı kullanılarak yazılıma aktarılmaktadır (Bayır 2007).

	Çalışma gerilim aralığı: (-10v)-(10v) Giriş empedansı: 1 Gohm Çıkış kanal sayısı: 2 ch Dijital giriş: 16 Dijital çıkış: 16

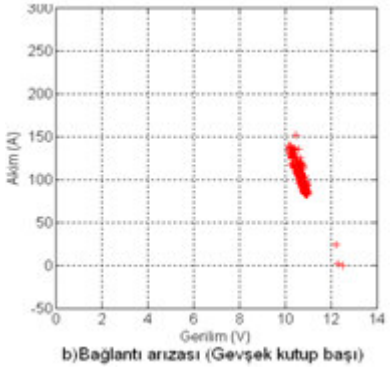
Şekil 4.2 PCI 1710HG görünüşü ve özelliği (PCI 1710 HG datasheet http://www.advantech.com Erişim Tarihi:14.05.2008)

Bu sistemle marş motor arıza tespiti için gereken gerilim ve akım giriş değerleri elde edilmiştir. Bu çalışmada, marş motoru akımı (I) ve motor uçlarındaki gerilim (V) ölçülmektedir. Marş motorları, seri bağlantılı motorlar oldukları için Gerilim (V)'nin değeri, alan sargısı ve endüvi üzerine düşen gerilimlerin toplamıdır. Akım (I) değeri ise alan sargısı ve endüviden geçen akım miktarıdır.

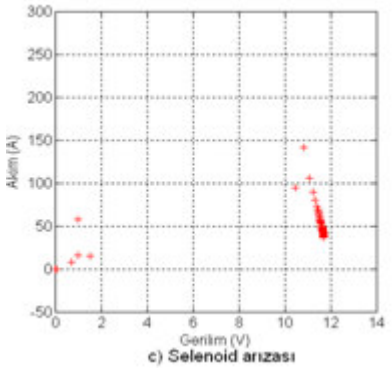
Bu girişlerin marş motor arızası ile ilişkileri Şekil 4.3(a-h)' te gösterilmiştir.



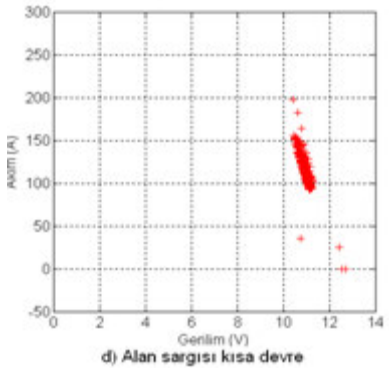
Şekil 4.3.a: Akü Arızası



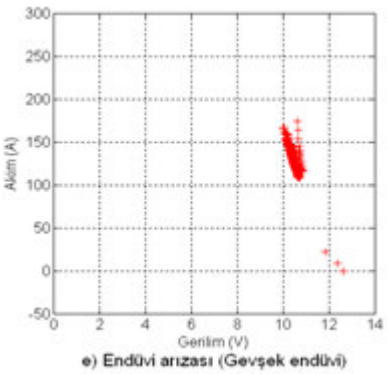
Şekil 4.3.b: Bağlantı Arızası



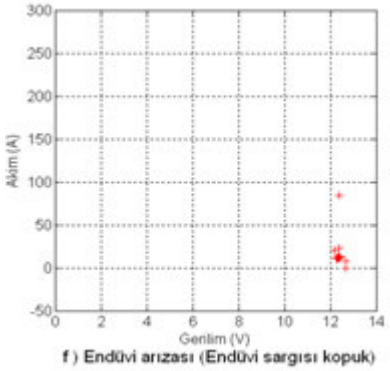
Şekil 4.3.c: Selenoid Arızası



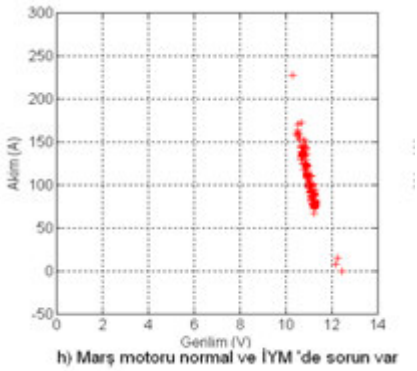
Şekil 4.3.d: Alan Sargısı Arızası



Şekil 4.3.e:Gevşek Endüvi Arızası

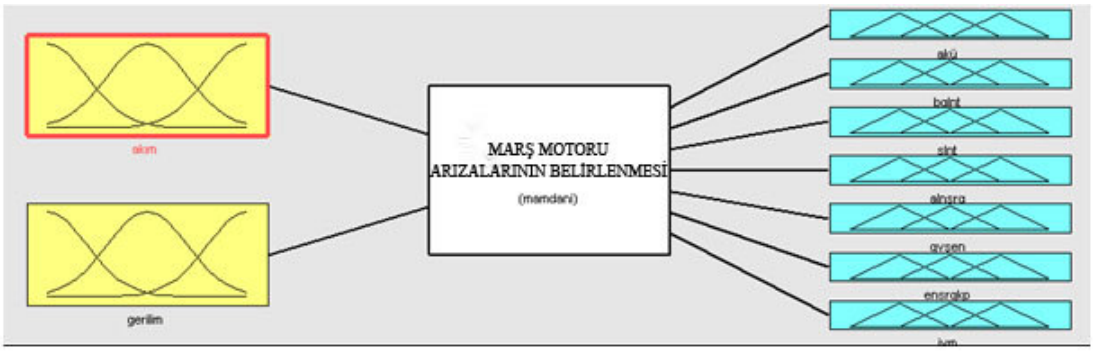


Şekil 4.3.f: Endüvi Sargısı Kopuk Arızası



Şekil 4.3.h: İçten Yanmalı Motor Arızası (Bayır 2007)

Alınan bu değerlere göre, bulanık mantıkta çıkış sayısı 7 olarak belirlenmiştir. 2 giriş (akım, gerilim) ve 7 çıkıştan (akü arızası, bağlantı arızası, selenoid arızası, alan sargısı arızası, gevşek endüvi arızası, endüvi kopuk arızası, içten yanmalı motor arızası) oluşan bulanık sistemin blok şeması Şekil 4.4'teki gibidir.

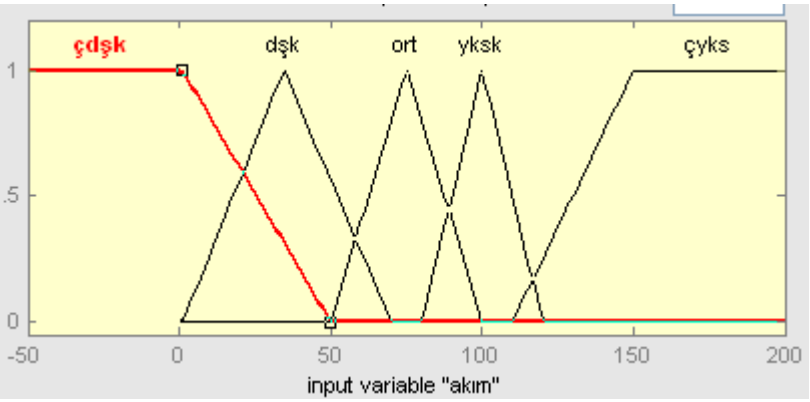


Şekil 4.4 Marş motoru arıza tespitinin bulanık sistemdeki blok şeması

4.2. Üyelik Sınıflarının Belirlenmesi

Akım (I) giriş değişkeni için, üyelik fonksiyonu Şekil 4.5'teki gibi oluşturulmuştur. Çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere 5 dilsel değişken kullanılmıştır. Tablo 4.1' de ise bu giriş değişkenine ilişkin değer aralıkları ve bulanık dilsel ifadeler yer almaktadır.

.

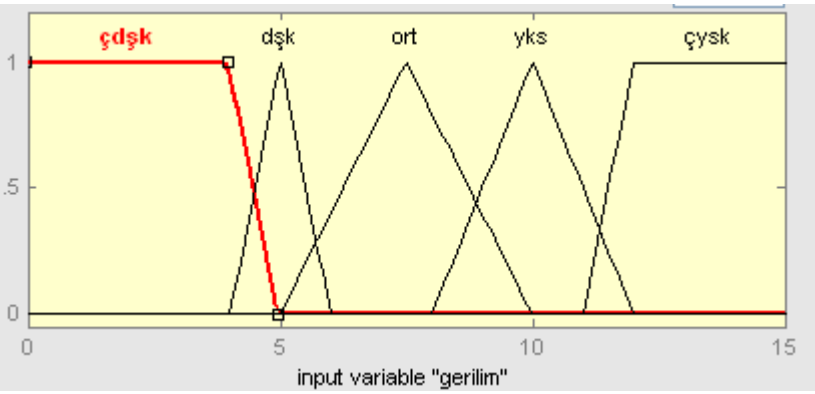


Şekil 4.5 Akım için üyelik sınıfları

Tablo 4.1. Akım(Amper)

Değer Aralığı	Bulanık Dilsel Değişken
-∞ - 50	Çok Düşük
1-70	Düşük
50-100	Orta
80-120	Yüksek
100- ∞	Çok Yüksek

Gerilim(V) giriş değişkeni için, üyelik fonksiyonu Şekil 4.6'daki gibi oluşturulmuştur. Çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere 5 dilsel değişken kullanılmıştır. Tablo 4.2'de ise bu giriş değişkenine ilişkin değer aralıkları ve bulanık dilsel ifadeler yer almaktadır.

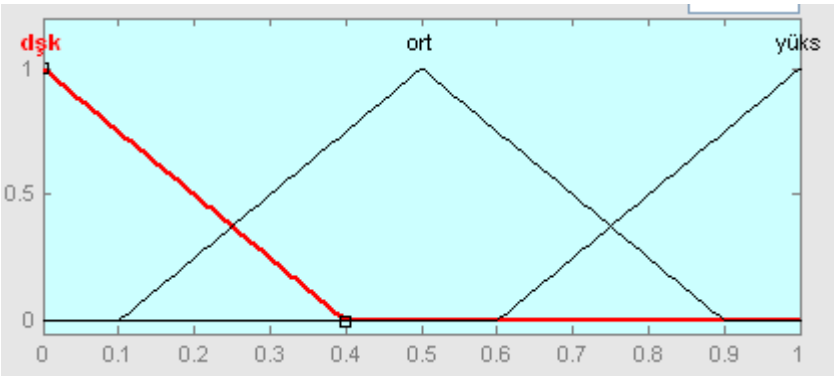


Şekil 4.6 Gerilim için üyelik sınıfları

Tablo 4.2 Gerilim (Volt)

Değer Aralığı	Bulanık Dilsel Değişken
-∞ - 5	Çok Düşük
4-6	Düşük
5-10	Orta
8-12	Yüksek
11- ∞	Çok Yüksek

Çıkış değişkeni "Arızalar" için üyelik fonksiyonu Şekil 4.7'de görülmektedir. Düşük, Orta ve Yüksek olmak üzere üç dilsel değişken kullanılmıştır. Tablo 4.3' te ise bu çıkış değişkenine ilişkin değer aralıkları ve bulanık dilsel ifadeler yer almaktadır.



Şekil 4.7 Çıkışlar için üyelik sınıfları

Tablo 4.3 Arıza Durumu

Değer Aralığı	Bulanık Dilsel Değişken
0 - 0,4	Düşük
0,1 - 0,9	Orta
0,6 - 1	Yüksek

4.3. Arızalar İçin Kural Tabanları

Girişler bulanıklaştırıp, dilsel ifadelere çevrilmiştir. Bu yüzden tüm çıkışların dilsel tablolarını oluşturmak için yukarıda bulunan akım ve gerilim değerlerine göre gerçekleşen arızalardan faydalanılmıştır (Şekil 4.3.a, ….. , Şekil 4.3.h).

Tablo 4.4'te görüldüğü gibi Akü Arızası'nın Akım(A) girişindeki Düşük, Orta, Yüksek dilsel değişkenlerinin ve Gerilim(V) girişindeki Çokdüşük, Düşük, Orta dilsel değişkenleri arasında kümelenmiştir.

Tablo 4.5'te görüldüğü gibi Bağlantı Arızası'nın Akım(A) girişindeki Orta, Yüksek, Çok Yüksek dilsel değişkenlerinin ve Gerilim(V) girişindeki Yüksek, Çok Yüksek dilsel değişkenleri arasında kümelenmiştir.

Tablo 4.4 Akü Arızasının Doğruluk Tablosu

		Akım(A)				
		Çok Düşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
Gerilim(V)	**Çok Düşük**	Düşük	Orta	Yüksek	Orta	Düşük
	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük
	Orta	Düşük	Orta	Yüksek	Orta	Düşük
	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Çok Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük

Tablo 4.5 Bağlantı Arızasının Doğruluk Tablosu

		Akım(A)				
		Çokdüşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
Gerilim(V)	**Çokdüşük**	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Yüksek	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Yüksek
	Çok Yüksek	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Orta

Tablo 4.6'da görüldüğü gibi Selenoid Arızası'nın Akım(A) girişindeki Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, dilsel değişkenlerinin ve Gerilim(V) girişindeki Yüksek, Çok Yüksek dilsel değişkenleri arasında kümelenmiştir.

Tablo 4.7'de görüldüğü gibi Alan Sargısı Arızası'nın Akım(A) girişindeki Orta, Yüksek, Çok Yüksek dilsel değişkenlerinin ve Gerilim(V) girişindeki Yüksek dilsel değişkenleri arasında kümelenmiştir.

Tablo 4.6 Selenoid Arızasının Doğruluk Tablosu

		Akım(A)				
		Çokdüşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
Gerilim(V)	**Çokdüşük**	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Düşük
	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük

Tablo 4.7 Alan Sargısı Arızasının Doğruluk Tablosu

		Akım(A)				
		Çokdüşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
Gerilim(V)	**Çokdüşük**	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta
	Çok Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük

Tablo 4.8'de görüldüğü gibi Gevşek Endüvi Arızası'nın Akım(A) girişindeki Yüksek, Çok Yüksek dilsel değişkenlerinin ve Gerilim(V) girişindeki Yüksek dilsel değişkenleri arasında kümelenmiştir.

Tablo 4.9'da görüldüğü gibi Endüvi Sargısı Kopuk Arızası'nın Akım(A) girişindeki Çok Düşük, Düşük dilsel değişkenlerinin ve Gerilim(V) girişindeki Çok Yüksek dilsel değişkenleri arasında kümelenmiştir.

Tablo 4.8 Gevşek Endüvi Arızasının Doğruluk Tablosu

		Akım(A)				
		Çokdüşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
Gerilim(V)	**Çokdüşük**	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek
	Çok Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük

Tablo 4.9 Endüvi Sargısı Kopuk Arızasının Doğruluk Tablosu

		Akım(A)				
		Çokdüşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
Gerilim(V)	**Çokdüşük**	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Çok Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük

Tablo 4.10 İYM Arızasının Doğruluk Tablosu

		Akım(A)				
		Çokdüşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok Yüksek**
Gerilim(V)	**Çokdüşük**	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta
	Çok Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta

Tablo 4.10'da görüldüğü gibi İYM Arızası'nın Akım(A) girişindeki Orta, Yüksek, Çok Yüksek dilsel değişkenlerinin ve Gerilim(V) girişindeki Yüksek, Çok Yüksek dilsel değişkenleri arasında kümelenmiştir.

4.4. Üçgen Fonksiyonu Kullanarak Üyelik Değerlerinin Bulunması

Çalışmada gerekli olan giriş ve çıkışların üyelik derecelerini bulmak için, üçgen üyelik fonksiyonu (3.1) kullanılmıştır. Akım ve gerilim değerleri için tüm alanlarda kullanılan fonksiyonlar aşağıda belirtilmiştir.

4.4.1 Akım için üyelik derecelerini bulmak için kullanılacak fonksiyonlar:

Çok düşük:

$$\mu(n) = \begin{cases} 1 & ; \quad n \le 300 \\ \dfrac{50-n}{49} & ; \quad 1 < n \le 50 \\ 0 & ; \quad n > 50 \end{cases} \qquad (4.1)$$

Düşük:

$$\mu(n)=\begin{cases}\dfrac{n-1}{34} & ; \quad 1<n\le 35\\ \dfrac{70-n}{35} & ; \quad 35<n\le 70\\ 0 & ; \quad n<1, n>70\end{cases} \tag{4.2}$$

Orta:

$$\mu(n)=\begin{cases}\dfrac{n-50}{25} & ; \quad 50\le n\le 75\\ \dfrac{100-n}{25} & ; \quad 75<n\le 100\\ 0 & ; \quad n<50, n>100\end{cases} \tag{4.3}$$

Yüksek:

$$\mu(n)=\begin{cases}\dfrac{n-80}{20} & ; \quad 80\le n\le 100\\ \dfrac{120-n}{20} & ; \quad 100<n\le 120\\ 0 & ; \quad n<80, n>120\end{cases} \tag{4.4}$$

Çok Yüksek:

$$\mu(n)=\begin{cases}1 & ; \quad n\ge 150\\ \dfrac{n-110}{40} & ; \quad 3600<n\le 3900\\ 0 & ; \quad n<110\end{cases} \tag{4.5}$$

4.4.2 Gerilim için üyelik derecelerini bulmak için kullanılacak fonksiyonlar:

Çok düşük:

$$\mu(n)=\begin{cases}1 & ; \quad n\le 4\\ \dfrac{5-n}{1} & ; \quad 4<n\le 5\\ 0 & ; \quad n>5\end{cases} \tag{4.6}$$

Düşük:

$$\mu(n)=\begin{cases}\dfrac{n-4}{1} & ; \quad 4\prec n\le 5\\ \dfrac{6-n}{1} & ; \quad 5<n\le 6\\ 0 & ; \quad n<4, n>6\end{cases} \tag{4.7}$$

Orta:

$$\mu(n)=\begin{cases}\dfrac{n-5}{2{,}5} & ; \quad 5\le n\le 7{,}5\\ \dfrac{10-n}{2{,}5} & ; \quad 7{,}5<n\le 10\\ 0 & ; \quad n<5, n>10\end{cases} \tag{4.8}$$

Yüksek:

$$\mu(n)=\begin{cases}\dfrac{n-8}{2} & ; \quad 8\le n\le 10\\ \dfrac{12-n}{2} & ; \quad 10<n\le 12\\ 0 & ; \quad n<8, n>12\end{cases} \tag{4.9}$$

Çok Yüksek:

$$\mu(n)=\begin{cases}1 & ; \quad n\ge 12\\ \dfrac{n-11}{1} & ; \quad 11<n\le 12\\ 0 & ; \quad n<11\end{cases} \tag{4.10}$$

4.5. Kurallar Tabanının Oluşturulması:

Giriş değerlerinin üyelik derecelerini hesaplayan fonksiyonlar yazıldıktan sonra, kural tabanını oluşturan kurallar belirlenmiştir. Her arıza için 25 kural oluşmuştur. Toplam 7 arıza için 175 kural oluşmuştur. Örnek olarak akü arızası için oluşan kurallar gösterilmiştir:

1. Eğer akım (Çokdüşük) ve gerilim (Çokdüşük) o halde akü arızası(düşük)
2. Eğer akım (Çokdüşük) ve gerilim (düşük) o halde akü arızası(düşük)
3. Eğer akım (Çokdüşük) ve gerilim (orta) o halde akü arızası(düşük)
4. Eğer akım (Çokdüşük) ve gerilim (yüksek) o halde akü arızası(düşük)
5. Eğer akım (Çokdüşük) ve gerilim (Çokyüksek) o halde akü arızası(düşük)
6. Eğer akım (düşük) ve gerilim (Çokdüşük) o halde akü arızası(orta)
7. Eğer akım (düşük) ve gerilim (düşük) o halde akü arızası(yüksek)
8. Eğer akım (düşük) ve gerilim (orta) o halde akü arızası(orta)
9. Eğer akım (düşük) ve gerilim (yüksek) o halde akü arızası(düşük)
10. Eğer akım (düşük) ve gerilim (Çokyüksek) o halde akü arızası(düşük)
11. Eğer akım (orta) ve gerilim (Çokdüşük) o halde akü arızası(yüksek)
12. Eğer akım (orta) ve gerilim (düşük) o halde akü arızası(yüksek)
13. Eğer akım (orta) ve gerilim (orta) o halde akü arızası(yüksek)
14. Eğer akım (orta) ve gerilim (yüksek) o halde akü arızası(düşük)
15. Eğer akım (orta) ve gerilim (Çokyüksek) o halde akü arızası(düşük)
16. Eğer akım (yüksek) ve gerilim (Çokdüşük) o halde akü arızası(orta)
17. Eğer akım (yüksek) ve gerilim (düşük) o halde akü arızası(yüksek)
18. Eğer akım (yüksek) ve gerilim (orta) o halde akü arızası(orta)
19. Eğer akım (yüksek) ve gerilim (yüksek) o halde akü arızası(düşük)
20. Eğer akım (yüksek) ve gerilim (Çokyüksek) o halde akü arızası(düşük)
21. Eğer akım (Çokyüksek) ve gerilim (Çokdüşük) o halde akü arızası(düşük)
22. Eğer akım (Çokyüksek) ve gerilim (düşük) o halde akü arızası(düşük)
23. Eğer akım (Çokyüksek) ve gerilim (orta) o halde akü arızası(düşük)
24. Eğer akım (Çokyüksek) ve gerilim (yüksek) o halde akü arızası(düşük)
25. Eğer akım (Çokyüksek) ve gerilim (Çokyüksek) o halde akü arızası(düşük)

4.6. Kuralların Yorumlanması:

Kurallar tabanını oluşturduktan sonra, hangi akım ve gerilim değer aralıklarında hangi kuralların ateşlendiği ve üyelik derecelerini hangi fonksiyonun belirlediği tanımlanmıştır.

Akım için:

Eğer Akım n<= 1 olursa;	Sınıfı	→ Çokdüşük;
	Üyelik derecesi	→1
Eğer Akım 1<n<=35 olursa;	Sınıf	→Çokdüşük ve Düşük;
	Üyelik derecesi	→2 tane
	Çokdüşük için	→ (50-n)/49
	Düşük için	→ (n -1)/34
Eğer Akım 35<n<50 olursa;	Sınıfı	→Çokdüşük ve Düşük;
	Üyelik derecesi	→2 tane
	Çokdüşük için	→ (50-n)/49
	Düşük için	→ (70-n)/35
Eğer Akım n= 50 olursa;	Sınıfı	→ Düşük;
	Üyelik derecesi	→ (70-n)/35
Eğer Akım 50<n<70 olursa;	Sınıfı	→ Düşük ve Orta;
	Üyelik derecesi	→ 2 tane
	Düşük için	→ (70-n)/35
	Orta için	→ (n-50)/25

Eğer Akım 70<=n<=75 olursa;	Sınıfı	→ Orta;
	Üyelik derecesi	→ (n -50)/25
Eğer Akım 75<n<=80 olursa;	Sınıfı	→ Orta;
	Üyelik derecesi	→ (100 - n)/25
Eğer Akım 80<n<100 olursa;	Sınıfı	→Orta ve Yüksek;
	Üyelik derecesi	→2 tane
	Orta için	→ (100-n)/25
	Yüksek için	→ (n-80)/20
Eğer Akım 100<=n<=110 olursa;	Sınıfı	→ Yüksek;
	Üyelik derecesi	→ (120-n)/20
Eğer Akım 110<n<120 olursa;	Sınıfı	→Yüksek ve Çokyüksek;
	Üyelik derecesi	→ 2 tane
	Yüksek için	→ (120-n)/20
	Çokyüksek için	→ (n-110)/40
Eğer Akım 120<=n<=150 olursa;	Sınıfı	→ Çokyüksek
	Üyelik derecesi	→ (n -110)/40
Eğer Akım n>150 olursa;	Sınıfı	→Çokyüksek
	Üyelik derecesi	→1

Gerilim için:

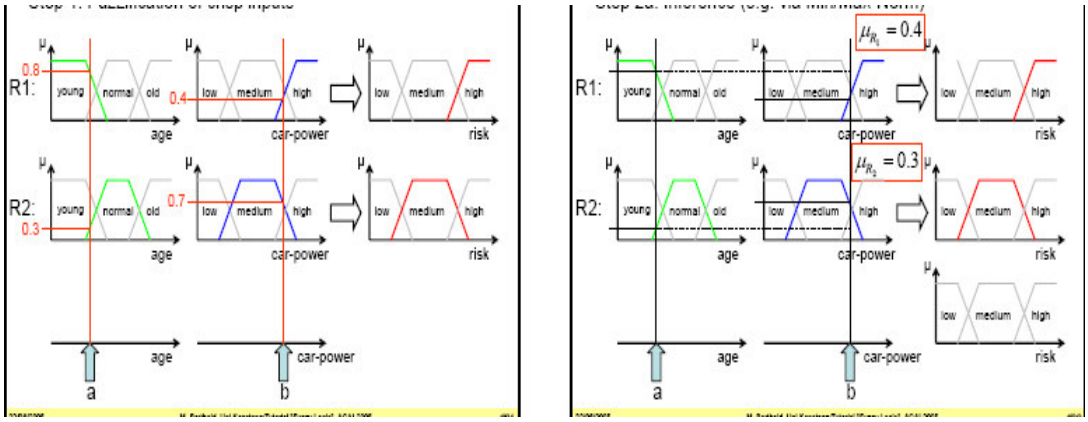
Eğer Gerilim n<= 4 olursa	Sınıfı	→Çokdüşük;
	Üyelik derecesi	→1
Eğer Gerilim 4<n<5 olursa	Sınıf	→Çokdüşük ve Düşük;
	Üyelik derecesi	→2 tane
	Çokdüşük için	→ (5-n)/1
	Düşük için	→(n - 4)/1
Eğer Gerilim n= 5 olduğunda	Sınıfı	→Düşük;
	Üyelik derecesi	→1
Eğer Gerilim 5<n<6 olursa	Sınıf	→Düşük ve Orta;
	Üyelik derecesi	→2 tane
	Düşük için	→(6-n)/1
	Orta için	→(n - 5)/2,5
Eğer Gerilim 6<=n<7,5 olursa	Sınıfı	→Orta;
	Üyelik derecesi	→(n -5)/2,5
Eğer Gerilim 7,5<=n<=8 olursa	Sınıfı	→Orta;
	Üyelik derecesi	→(10 -n)/2,5
Eğer Gerilim 8<n<10 olursa	Sınıf	→Orta ve Yüksek;
	Üyelik derecesi	→2 tane
	Orta için	→ (10-n)/2,5
	Yüksek için	→ (n - 8)/2
Eğer Gerilim 10<=n<=11 olursa	Sınıfı	→Yüksek;
	Üyelik derecesi	→(12 -n)/2

Eğer Gerilim 11<n<12 olursa	Sınıf	→Yüksek ve Çokyüksek;
	Üyelik derecesi	→2 tane
	Yüksek için	→(12-n)/2
	Çokyüksek için	→(n - 11)/1
Eğer Gerilim n=>12 olursa	Sınıfı	→Çokyüksek;
	Üyelik derecesi	→1

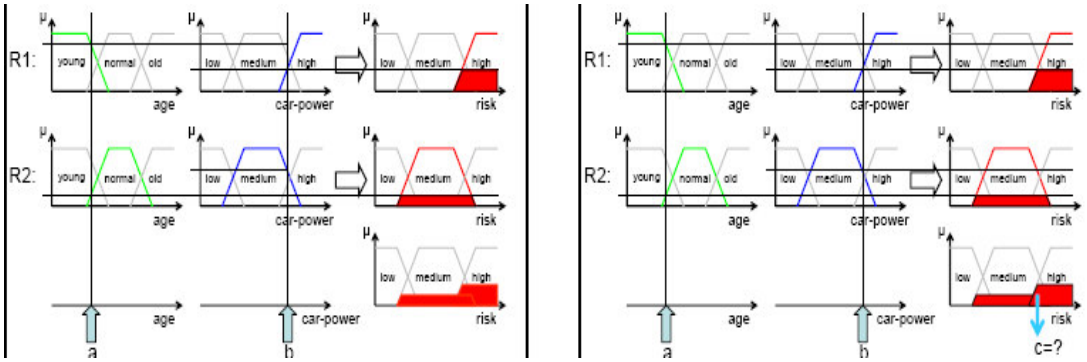
Yukarıdaki şartlar kullanılarak, C# dilinde geliştirilen kullanıcı ara yüzünde üyelik sınıfları ve dereceleri hesaplanmıştır. Üyelik sınıflarına göre ateşlenen kurallar yazdırılmış, ateşlenen kuralların çıkarımı için bölüm 4.7' de bahsedilen min/max yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra durulaştırma (Sentroid Metodu ile) işlemi uygulanmış ve tespit edilen arıza kullanıcı arayüzünde ekrana yazdırılmıştır. Bu ara-yüzde her arıza ayrı ayrı değerlendirip, yüksek ihtimale sahip arıza diğerlerinden ayrılmıştır.

4.7. Min/Max Normların yapılandırılması:

Min/Max Norm'daki amaç, üyelik derecelerinin kesişimini alıp arızanın olabileceği alanı tespit etmektir. Her arıza kendi içinde değerlendirilirken, ateşlenen kurallarda üyelik derecelerinden minimum üyelik değeri alınır. Bu metot Şekil 4.8 ve Şekil 4.9 'da anlatılmıştır.



Şekil 4.8 Min /Max norm örneği (Bertholt 2005)



Şekil 4.9 Min /Max norm ve COA durulaştırma (Bertholt 2005)

Şekil 4.8' de görüldüğü gibi R1 kuralında (0,8) ve (0,4) üyelik değerleri, R2' de ise (0,3) ve (0,7) üyelik değerleri giriyor; çıkışlarına baktığımızda R1' de (0,4) R2' de ise (0,3) değerleri alınıyor. Bununla, bir nevi kesişim alanı bulunmuştur. Daha sonra da Şekil 4.9' da görüldüğü gibi çıkışlar birleştirilip "Merkezi Alan Durulaştırma Yöntemi" kullanılarak sonuca ulaşılmıştır.

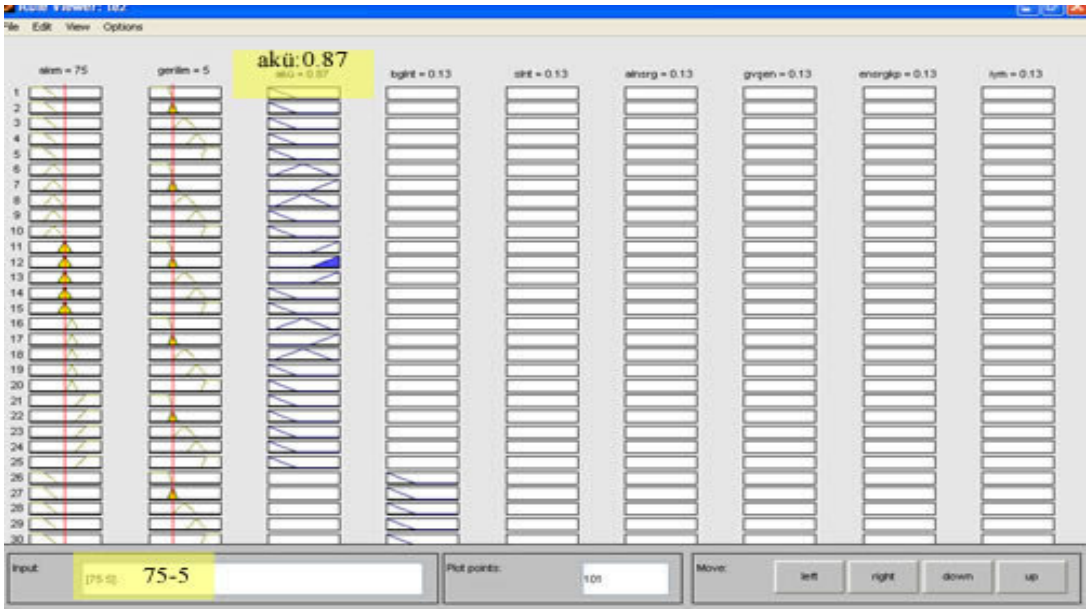
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI:

Bulanık mantık yöntemleri kullanılarak C# programlama dilinde geliştirilen kullanıcı ara yüzü; kontrol amaçlı, her arıza için Matlab programında çıkan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Tüm arıza çıkışlarının birebir örtüştüğü görülmüştür. Arızaların üyelik derecelerinde yaklaşık 0,05'lik bir sapmanın, program içindeki durulaştırma esnasında gerçekleştirilen integral hesaplamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Fakat arıza çıkışında herhangi bir etkisi olmadığı için önemsizdir.

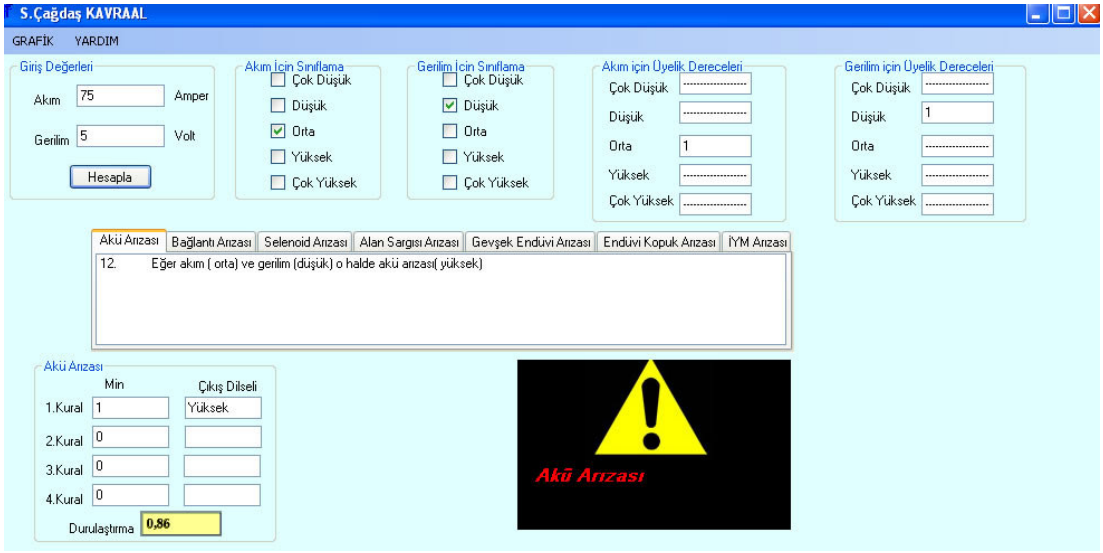
Aşağıda, akım(I) ve gerilim(V) giriş değerlerine göre çıkan arıza sonuçlarının, Matlab ve kullanıcı arayüz ile karşılaştırma sonuçları Tablo 5.1' de gösterilmiştir. Bu şekiller aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Tablo 5.1 Şekil-Arıza İlişki Tablosu

Şekil(Matlab)	Şekil(Arayüz)	Akım(I) Girişi	Gerilim(V) Girişi	Arıza Çıkışı
Şekil 5.1	Şekil 5.2	75 A	5 V	Akü
Şekil 5.3	Şekil 5.4	110 A	11 V	Alan sargısı
Şekil 5.5	Şekil 5.6	150 A	10 V	Bağlantı
Şekil 5.7	Şekil 5.8	50 A	12 V	Endüvi sargısı kopuk
Şekil 5.9	Şekil 5.10	150 A	11 V	Gevşek endüvi
Şekil 5.11	Şekil 5.12	90 A	14 V	İYM
Şekil 5.13	Şekil 5.14	5 A	12 V	Selenoid

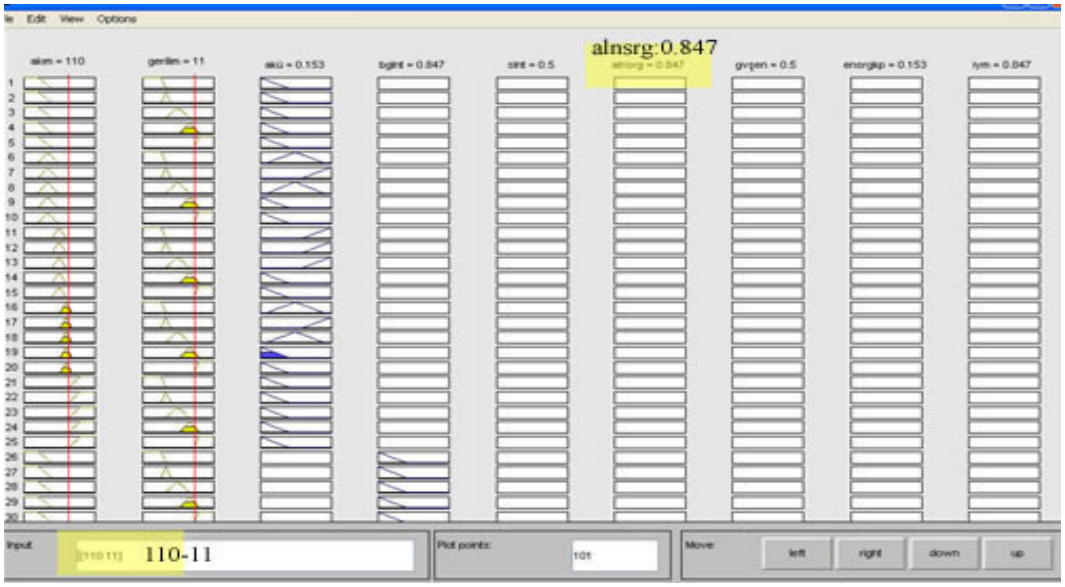


Şekil 5.1 Akü arızası için Matlab kural tablosu

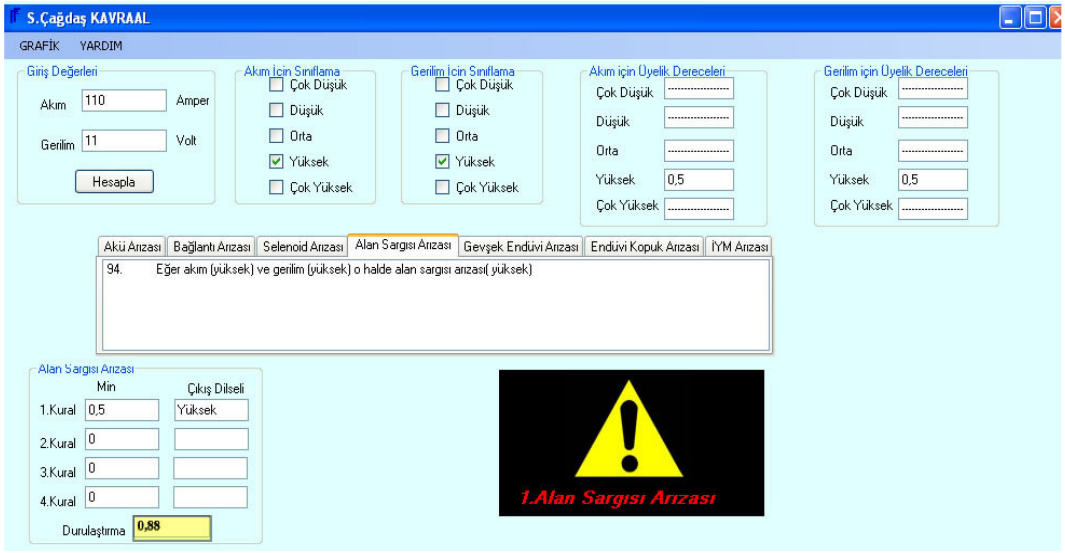


Şekil 5.2 Akü arızası için arayüz görüntüsü

Akım (I) giriş değeri 75 A, gerilim (V) giriş değeri 5 V olduğunda Matlab programı ve kullanıcı ara yüzünde çıkan sonuçlar Şekil 5.1 ve Şekil 5.2' de görülmektedir. Sonuçların, üyelik derecelerinde yaklaşık 0,01' lik bir sapma (integral hesabından kaynaklanan) varken, arıza çıkışlarında iki programda da akü arızası gözlenmiştir.

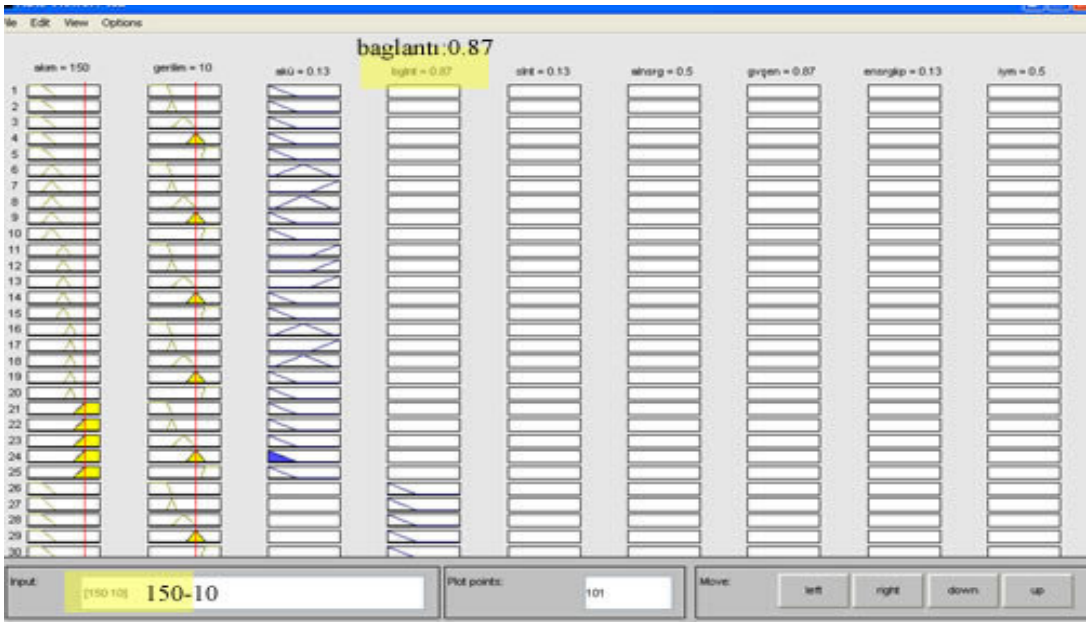


Şekil 5.3 Alan sargısı arızası için Matlab kural tablosu

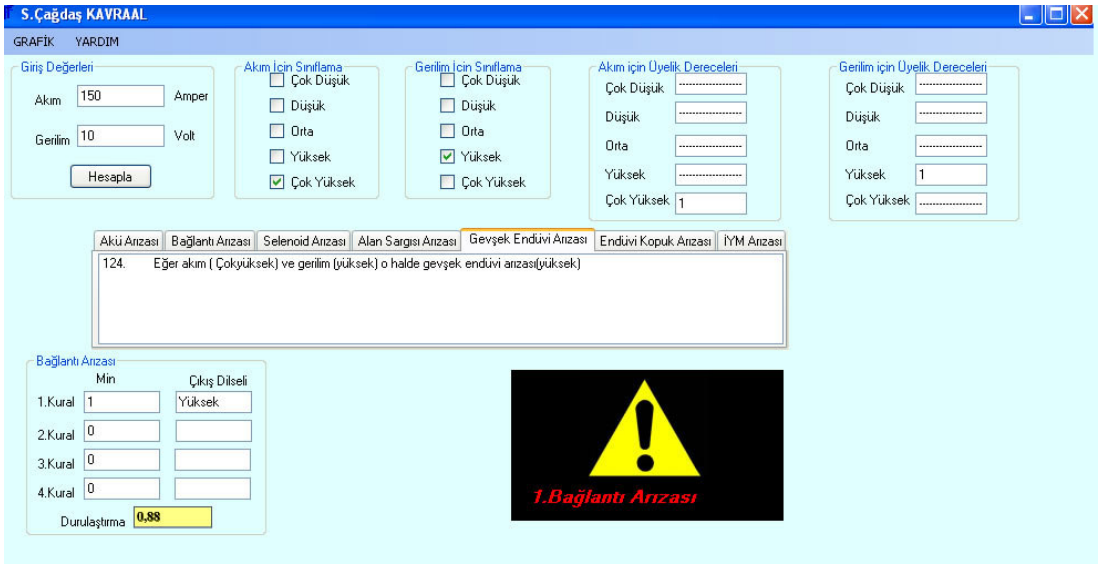


Şekil 5.4 Alan sargısı arızası için arayüz görüntüsü

Akım (I) giriş değeri 110 A, gerilim (V) giriş değeri 11 V olduğunda Matlab programı ve kullanıcı ara yüzünde çıkan sonuçlar Şekil 5.3 ve Şekil 5.4' te görülmektedir. Sonuçların, üyelik derecelerinde yaklaşık 0,04' lük bir sapma (integral hesabından kaynaklanan) varken, arıza çıkışlarında iki programda da alan sargısı arızası gözlenmiştir.

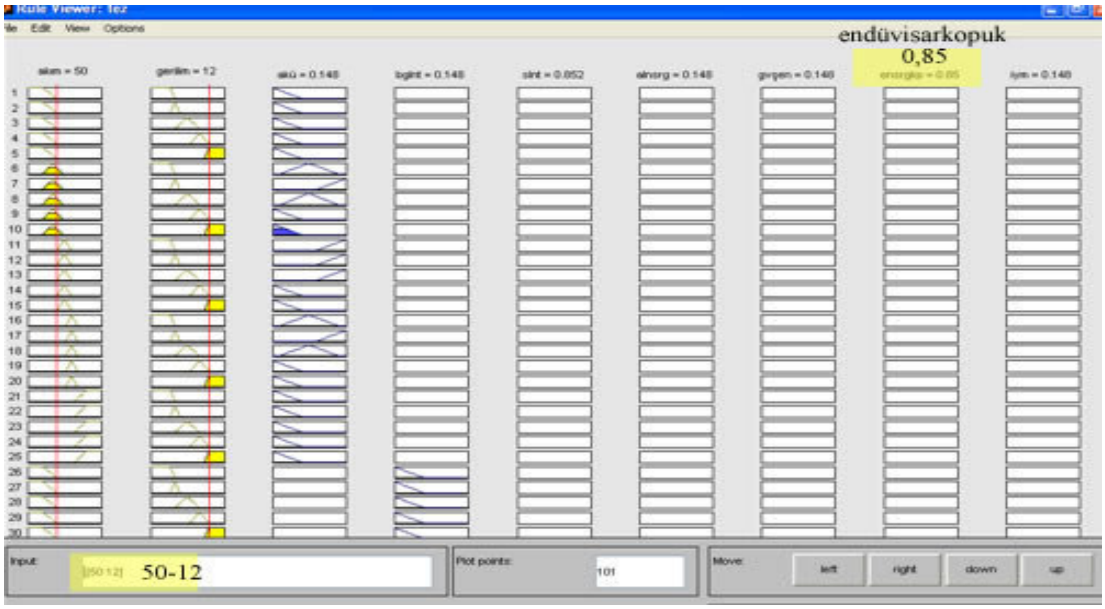


Şekil 5.5 Bağlantı arızası için Matlab kural tablosu

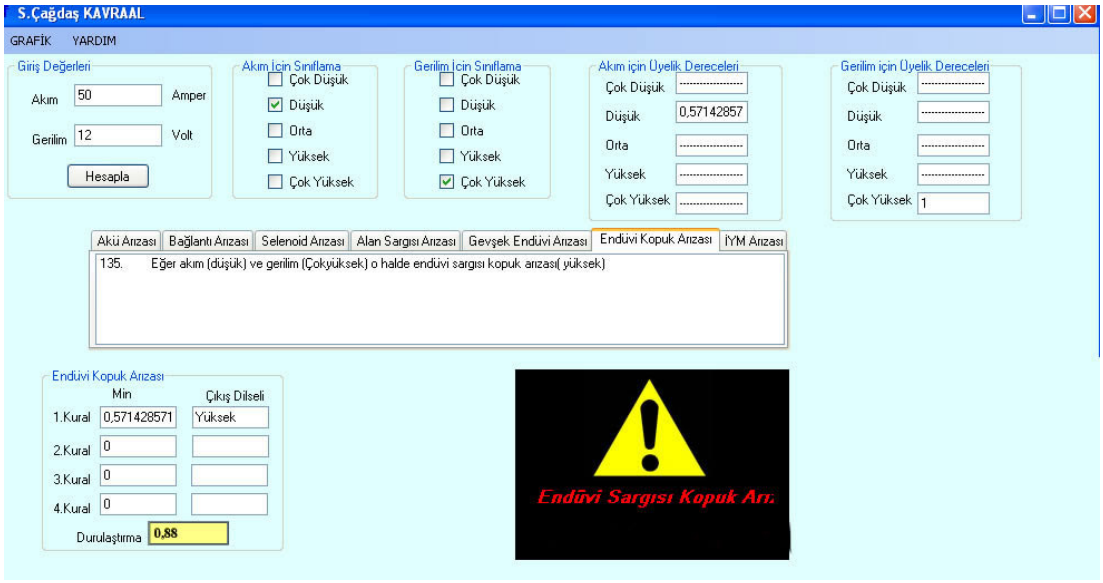


Şekil 5.6 Bağlantı arızası için arayüz görüntüsü

Akım (I) giriş değeri 150 A, gerilim (V) giriş değeri 10 V olduğunda Matlab programı ve kullanıcı ara yüzünde çıkan sonuçlar Şekil 5.5 ve Şekil 5.6' da görülmektedir. Sonuçların, üyelik derecelerinde yaklaşık 0,01' lik bir sapma (integral hesabından kaynaklanan) varken, arıza çıkışlarında iki programda da bağlantı arızası gözlenmiştir.

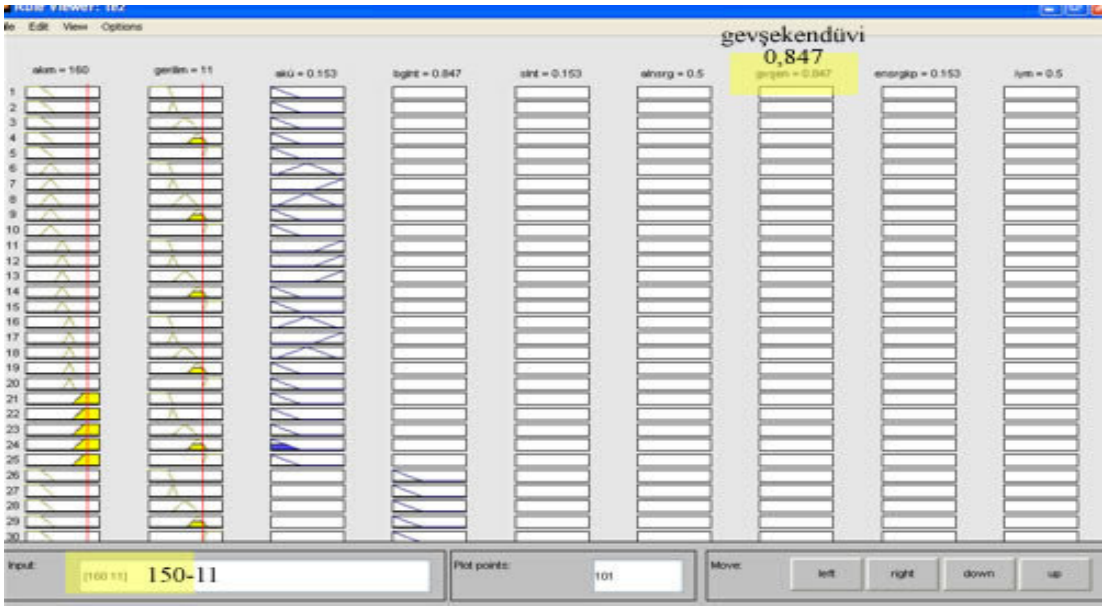


Şekil 5.7 Endüvi sargısı kopuk arızası için Matlab kural tablosu

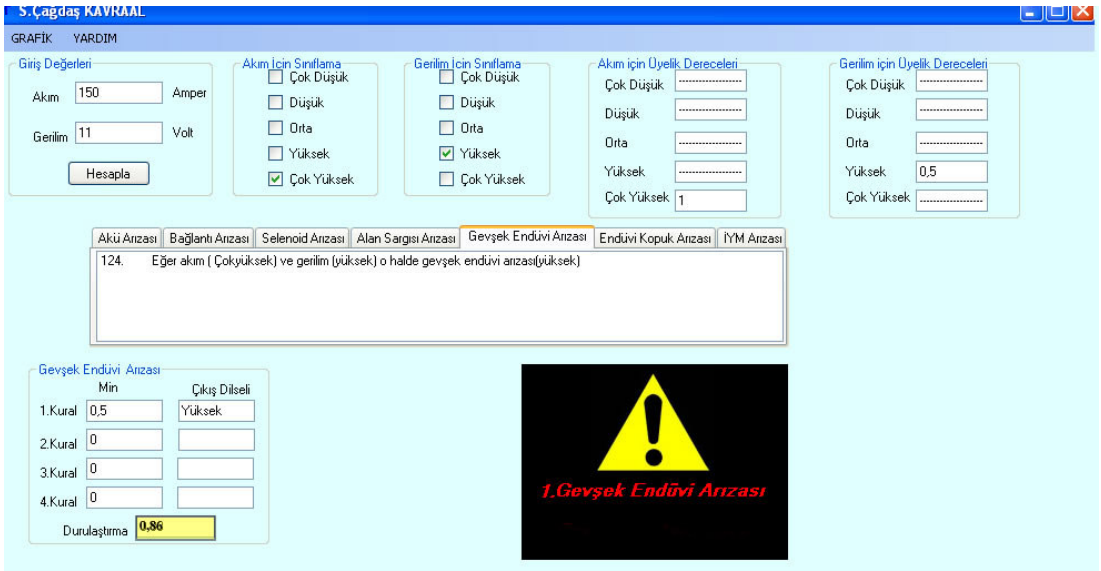


Şekil 5.8 Endüvi sargısı kopuk arızası için arayüz görüntüsü

Akım (I) giriş değeri 50 A, gerilim (V) giriş değeri 12 V olduğunda Matlab programı ve kullanıcı ara yüzünde çıkan sonuçlar Şekil 5.7 ve Şekil 5.8' de görülmektedir. Sonuçların, üyelik derecelerinde yaklaşık 0,03' lük bir sapma (integral hesabından kaynaklanan) varken, arıza çıkışlarında iki programda da endüvi sargısı kopuk arızası gözlenmiştir.

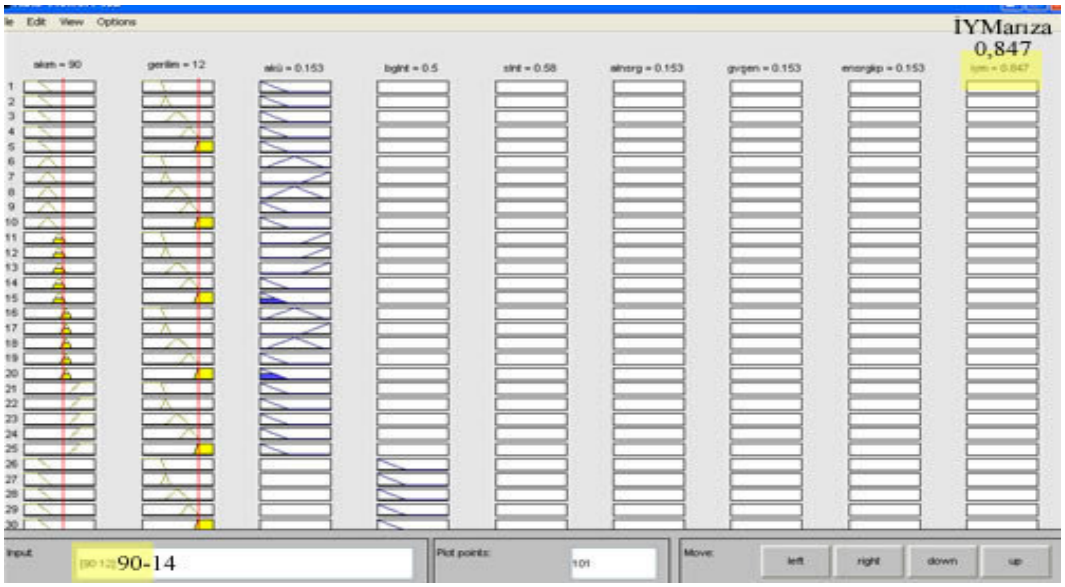


Şekil 5.9 Gevşek endüvi arızası için Matlab kural tablosu

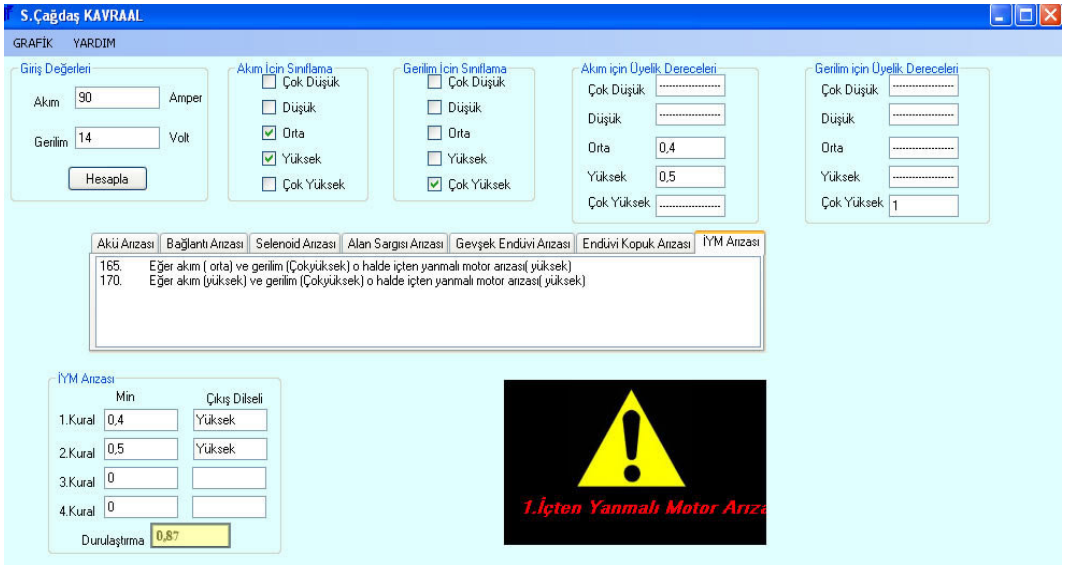


Şekil 5.10 Gevşek endüvi arızası için arayüz görüntüsü

Akım (I) giriş değeri 150 A, gerilim (V) giriş değeri 11 V olduğunda Matlab programı ve kullanıcı ara yüzünde çıkan sonuçlar Şekil 5.9 ve Şekil 5.10' da görülmektedir. Sonuçların, üyelik derecelerinde yaklaşık 0,013' lük bir sapma (integral hesabından kaynaklanan) varken, arıza çıkışlarında iki programda da gevşek endüvi arızası gözlenmiştir.

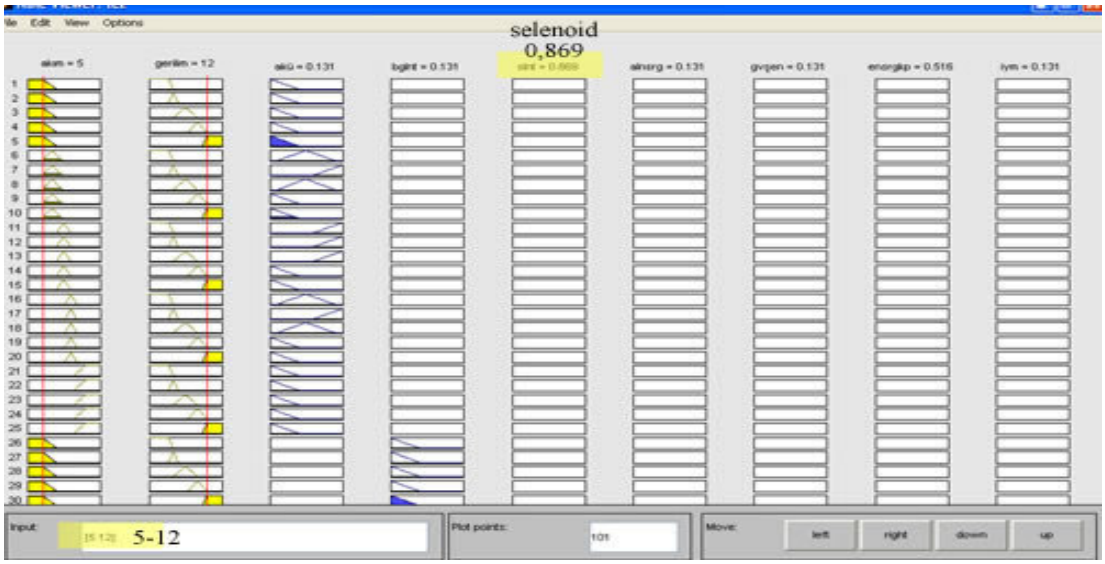


Şekil 5.11 İYM arızası için Matlab kural tablosu

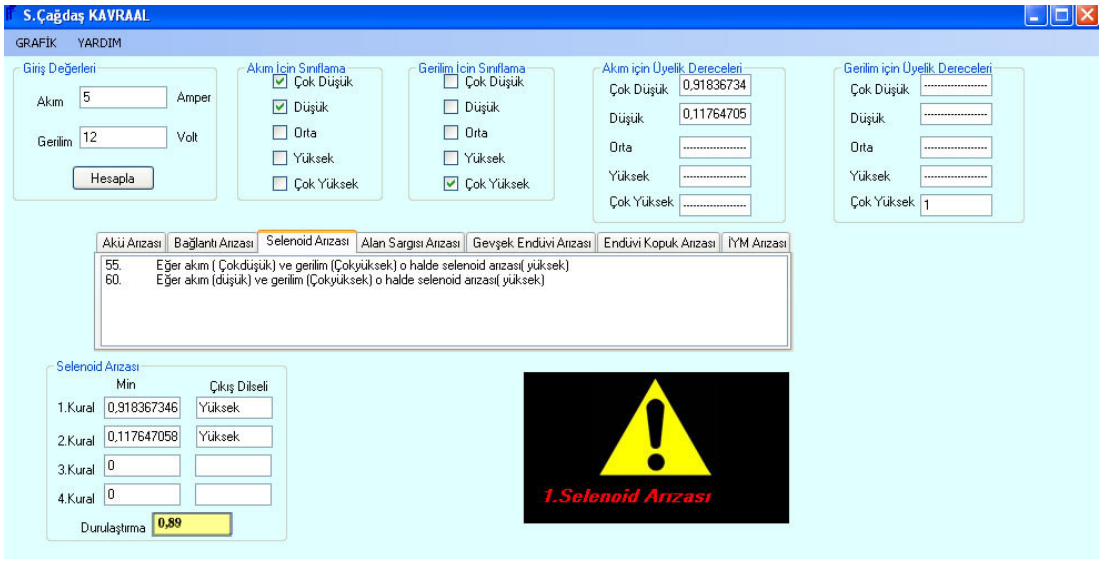


Şekil 5.12 İYM arızası için arayüz görüntüsü

Akım (I) giriş değeri 90 A, gerilim (V) giriş değeri 14 V olduğunda Matlab programı ve kullanıcı ara yüzünde çıkan sonuçlar Şekil 5.11 ve Şekil 5.12' de görülmektedir. Sonuçların, üyelik derecelerinde yaklaşık 0,033' lük bir sapma (integral hesabından kaynaklanan) varken, arıza çıkışlarında iki programda da İYM arızası gözlenmiştir.



Şekil 5.13 Selenoid arızası için Matlab kural tablosu



Şekil 5.14 Selenoid arızası için arayüz görüntüsü

Akım (I) giriş değeri 5 A, gerilim (V) giriş değeri 12 V olduğunda Matlab programı ve kullanıcı ara yüzünde çıkan sonuçlar Şekil 5.13 ve Şekil 5.14' de görülmektedir. Sonuçların, üyelik derecelerinde yaklaşık 0,021' lik bir sapma (integral hesabından kaynaklanan) varken, arıza çıkışlarında iki programda da selenoid arızası gözlenmiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Marş motorları içten yanmalı motorların ilk hareketini sağlayan motorlardır. Marş motorları olmadan içten yanmalı motorlar çalışamaz. Marş motorlarının arızalanması hem zaman kayıplarına, hem de maddi kayıplara yol açar. Bu yüzden, hatanın önceden tespit edilerek giderilmesi önemli bir yer tutar. Uzman kişi, bu hata tespitini mesleki tecrübeleri ile yaptığı ölçümlerle elde eder. Bu hata tespitinde gerilim ve akım değerlerini kullanır.

C# programlama dilinde geliştirilen kullanıcı arayüzü, gerekli olan gerilim ve akım bilgilerini veri toplama kartı ile marş motorundan alır. Bu alınan sayısal değerleri, bulanık çıkarım mekanizmaları ile dilsel değişkenlere çevirir. Bulanıklaştırma ünitesi, sayısal verileri bulanık veriler haline dönüştürmektedir. Bu ünite, işlevini üyelik fonksiyonları ile temsil edilen bulanık kümeler sayesinde gerçekleştirmektedir. Bulanıklaşan veriler çıkarım mekanizmasında, kurallar tabanı ile yorumlanıp durulaştırılarak sonuç kullanıcıya aktarılır.

Kullanıcı arayüzünde elde edilen sonuç, yapılan testlere göre gayet başarılıdır. Hata tespitinde, tasarlanan arayüz ile Matlab programındaki sonuçların, üyelik derecelerinde integral hesabından kaynaklanan yaklaşık 0,05'lik bir sapma olmasına rağmen arıza çıkışı olarak elde edilen sonuçlar birebir örtüşmektedir. Tasarlanan ara-yüzde, giriş değerleri manuel olarak girilmektedir. Girişteki değerler program tarafından derlendikten sonra, arayüz muhtemel arızayı ya da arızaları gösterir. Her arıza için arıza oranlarını da gösterip, o arızalar oluşmadan önce arızalarla ilgili önceden önlem alınmasını sağlayabilir.

Bu çalışma, daha gelişmiş arıza tespit sistemlerine bir temel niteliğindedir. Bundan sonraki çalışmalarda, giriş değişkenleri artırılarak (titreşim, ses vb.) çok daha fazla arıza tespiti yapılabileceği gibi çok daha hassas ölçümler de elde edilebilir. Bu sistem, gerekli elektronik düzenek sağlanarak marş motorunda kalıcı bir parçaymış gibi sürekli marş motoru kontrolünü sağlayabilir. Arıza tespitini önceden algılayıp, bu arızaya karşı önlem mekanizmaları gerçekleştiren bir sistem tasarlanabilir. Böylece, marş motoru arızaları daha oluşmadan engellenebilir ve arıza en aza indirgenebilir.

KAYNAKLAR

Akdemir M., 2001 "Indirect Adaptive Fuzzy Control For A Tank Using Gradient And RLS Methods", OGÜ Lisans Tezi, Eskişehir.

Allahverdi N.,Bulanık Mantık Ders Notları (http://farabi.selcuk.edu.tr/egitim/bulanik/index.html Erişim Tarihi:12.02.2008)

Atacak İ. ,Bay Ö.2004 Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ. Cilt 19, No 2, 205-215.

Aydın, K. 2000 Şarj sistemleri, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Bitirme Tezi, Ankara.

Bay Ö.F., Deperlioğlu, Ö., Elmas, C., 2003 "Fuzzy control of dc-dc converters based on user friendly design", **International Journal of Electronics,** Vol.90, No.7, 445-458.

Bayır, R.,2007, Öğrenme Vektör Nicelendirme Ağı İle Marş Motoru Arızalarının Gerçek Zamanlı Olarak Tespit Ve Teşhisi İçin Kullanıcı Ara Yüzü Tasarımı, Karabük Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.

Berthold Michael R., 2005, Advanced Course on Knowledge Discovery, Konstanz University, PhD Thesis**,** Ljubljana.

Bulut ve ark. 1999, Marş Motorlarının Değişik Devirlerdeki Gerçek Döndürme Momentinin Belirlenmesi için dinamometre Geliştirme ve Gerçek Döndürme Momentini Ölçme, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bitirme Tezi, Ankara.

Chen G., Pham T.T., 2000, "Introduction To Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems", CRC Press, Florida.

Çiftçi H., 2002, "Fuzzy Logic Approximation For Some Mathematical Functions", OGÜ Lisans Tezi, Eskişehir.

Çolakoğlu, K., 1987, Genel Fizik II, Ankara.

Demirel, N., 1971, "Elektrik Teknolojisi" MEB Etüt ve Programlama Yayınları, Ankara.

Erşan, K., 2000 Oto Elektrik ve Elektroniği Dersi Yardımcı Ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.

Finley, W. R. and R. R. Burke, 1994, "TroubleshootingMotor Problems", **IEEE Transactions on Ind. Applications**, Cilt 30, No 5, 1383-1397.

Gao X. Z. and Ovazska S. J., 2001, "Soft Computing Methods in Motor Fault Diagnosis", **Applied Soft Computing**, Cilt 1, 73-81.

Gazdik, I., 1985, "Fault Diagnosis and Prevention by Fuzzy Sets", **IEEE Transaction on Reliability**, Cilt R-34, No 4, 382-388.

Isemann, R., 1997, "Supervision, Fault-Detection andFault–Diagnosis Methods an Introduction", **Control Eng. Prac.**, Cilt 5, No 5, 639-652.

Kaya, O., 2001, Motor Ayar ve Bakımları MEB Yayınları, İstanbul.

Kıyak E. , Kahvecioğlu A., 2003, "Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması" , Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi Temmuz 2003 Cilt1-Sayı 2(Sayfa 63-72), Eskişehir .

K.G.M., 1999, Karayolları Genel Müdürlüğü, "Marş Sistemi Eğitim Kitabı" Ankara.

Lee, 1990. C. C., "Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller - Part I-II", **IEEE Trans.Syst., Man, Cybern.**, Vol.20, No.2, 404-418.

Liu, T. I., Singonahalli, J. H. and Iyer, N. R., 1996, "Detection of Roller Bearing Defects Using Expert System and Fuzzy Logic", **Mech. Systems and Signal Processing**, Cilt 5, 595-614.

Negoita C.V., Ralescu D., 1987, "Simulation, Knowledge-Based Computing, and Fuzy Statistics",Van Nosstrand Reinhold Company Inc., New York.

Nejjari, H. and Benbouzid, M. E. H., 1999, "Application of Fuzzy Logic to Induction Motors Condition Monitoring", **IEEE Power Eng. Rev**, Cilt 19, 52– 54.

Nguyen H.T., Walker E.A., 1999 ,"A First Course In Fuzzy Logic", Chapman&Hall/CRC, New York.

Önsoy, K., 2001, Buji ile Ateşleme Motorlarda Marş Motor Gücünün Motor Hacminin Fonksiyonu Olarak Tanımlanması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Piegat A., 2001, "Fuzzy Modeling and Control", Physica-Verlag Press, New York.

PCI 1710 HG datasheet - http://www.advantech.com Erişim Tarihi:14.05.2008

Saçkıran, A. H., 1971, "Doğru ve Alternatif Akım Devreleri" MEB etüt ve Programlama Yayınları, Ankara.

Saraçoğlu, E. , 2009, "İnsandaki Psikolojik Ve Fizyolojik Parametreler Doğrultusunda Anfıs Ve Fıs İle Tens Modellemesi" , Selçuk Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Şen Z., 2001,"Bulanık (Fuzzy) Mantık Ve Modelleme İlkeleri", Bilge Sanat Yapım Yayınevi, İstanbul.

Şenol F., 2000, "Bulanık Mantık Kontrolcüsü", Gazi Ü. Lisans Tezi, Ankara.

Tanaka K., 1997, "An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications", Springer-Verlag Inc., New York.

TOFAŞ, 2000, Temel Elektrik Eğitimi T.O.T. Eğitim Merkezi.

Tükek, S., 2000, Marş Sistemleri, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bitirme Tezi, Ankara.

Wang, 2002 C. C. ve Too J. G. P., "Rotating machine fault detection based on HOS and artificial neural networks", **Journal Int. Manufacturing**, Cilt 13, 283-293.

Yalçıntepe, R., 1976, Dizel Motorlar Yayınları, Ankara.

Yen J., Langari R., Zadeh L., 1995 ,"Industrial Applications Of Fuzzy Logic And Intelligent Systems", IEEE Press, New York.

Yen J., Langari R., 1999, "Fuzzy Logic Intelligence, Control, and Information", Prentice Hall, New Jersey.

Yolaçan, F., 1987, "Marş ve Şarj Sistemleri" Yayımlanmış Ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.

Zeng, L. and Wang, H. P., 1991,"Machine-Fault Classification: a Fuzzy–Set Approach", **Int. Journal of Advanced Manufacturing Tech.**, Cilt 6, 83-94.

http://www.hkmo.org.tr/yayin/odadergi/s87/ bulanik _mantik.htm (10.06.2003)

http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/mars_ve_sarj%20sistemi/mars_motolari.htm

(Erişim Tarihi:22.02.2007)