T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKROİŞLEMCİ VE ANAKART SOĞUTMA KONTROLÜ SİSTEMLERİ İÇİN BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Kürşat ZÜHTÜOĞULLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Konya, 2009

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKROİŞLEMCİ VE ANAKART SOĞUTMA KONTROLÜ SİSTEMLERİ İÇİN BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Kürşat ZÜHTÜOĞULLARI

Yüksek Lisans Tezi

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü
Bilgisayar Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

KONYA, 2009

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİKROİŞLEMCİ VE ANAKART SOĞUTMA KONTROLÜ SİSTEMLERİ İÇİN BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Kürşat ZÜHTÜOĞULLARI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Novruz Allahverdi

2009, 106 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Doç. Dr. Hakan IŞIK

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÇUNKAŞ

Günümüzde bilgisayar ve bilgisayar teknolojileri hızla gelişmektedir. Her geçen gün daha da gelişmiş ve daha yüksek frekans değerine sahip olan Merkezi İşlem Birimleri (MİB) geliştirilmektedir. Normal hızından daha yüksek frekans değerlerinde kullanılan çok çekirdekli mikroişlemcilerin soğutulması bir problem teşkil etmektedir. Bu çalışmada mikroişlemci ve anakartın soğutulması problemi için iki bulanık uzman sistem tasarımı ele alınmıştır. Tasarlanan birinci BUS (Bulanık Uzman Sistem) mikroişlemci ünitesini, ikinci BUS ise anakartı soğutma amacıyla oluşturulmuştur. Birinci BUS'de mikroişlemci sıcaklığı, mikroişlemci

frekansı ve mikroişlemci kullanım oranı bulanık giriş parametreleri olarak kabul edilmiş ve bu parametrelere göre sistem için en uygun fan devrinin hesaplanması ve fan devrini BUS tarafından kontrol edilmesi problemi üzerinde durulmuştur. Klasik fan devri kontrol sistemlerinden farklı olarak MİB'in fanının devir sayısı işlemci aşırı ısınmadan önce arttırıldığından hem performansta bir artış sağlamakta hem de *overclock* frekanslarında bile işlemci aşırı ısınmadan güvenli bir şekilde çalıştırabilmektedir. Klasik fan kontrol sistemlerinde yüksek MİB kullanım oranı gerektiren yazılımlarla uzun süre çalışmak mikroişlemcinin aşırı ısınmasına sebep olmakta bu kontrol sistemleri, etkin bir soğutma sağlayamamaktadırlar. Bu yüzden fan devrinin aşırı ısınma başlamadan arttırılması gerekmektedir. Bu yüzden MİB kullanım oranı da giriş parametresi olarak kabul edilmiş ve efektif bir soğutma sağlanmıştır. Hesaplanan fan devir sayıları oluşturulan yazılım sayesinde seri port vasıtasıyla mikrokontrolörlü elektronik fan hız kontrol devresine yollanmaktadır ve sistem kontrol edilmektedir.

Oluşturulan ikinci BUS ise anakartın soğutulması için tasarlanmış olup anakart sıcaklığı ve mikroişlemci sıcaklık değerlerini giriş parametreleri olarak kabul etmekte ve anakartı soğutan fanın devir sayısını hesaplamaktadır. Hesaplanan fan devri seri port vasıtasıyla mikrokontrolörlü elektronik fan hız kontrol devresine yollanmakta ve senkronize fan devri kontrolü gerçekleştirilmektedir. Tasarlanan BUS yazılımları, bir çekirdekli, iki çekirdekli ve dört çekirdekli işlemci ailelerini de kapsayacak şekilde geliştirilmiştir.

Her iki BUS arayüz tasarımı için C#.net görsel programlama dili kullanılmış, eş zamanlı ölçülen MİB sıcaklığı, frekansı, MİB kullanım oranı ve anakart sıcaklık değerleri BUS yazılımları tarafından BIOS'tan alınmış ve BUS yazılımı sayesinde en uygun fan devirlerinin hesaplanması sağlanmıştır.

Oluşturulan BUS yazılımları test edilmiş ve yüksek frekanslarda dahi bu sistemlerin MİB'lerin tehlikeli sıcaklık değerlerine ulaşmasını engellediği gözlemlenmiştir. Yüksek MİB kullanım oranlarında bile uzun süre çalıştırılan mikroişlemciler yüksek kabul edilebilecek sıcaklık değerlerine ulaşmamışlardır. Test aşamalarında BUS kullanıldığı zaman, aşırı ısınma olmadığı için sistem kararlılığı korunmuştur. Yapılan analiz ve ölçümler sonucunda kararlı ve gelişmiş bir bulanık

kontrolörün tasarlandığı gözlemlenmiş ve klasik fan sistemleri ile karşılaştırılarak üstünlükleri gösterilmiştir. Proje Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinatörlüğü tarafından 2009 yılında 09101043 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Uzman Sistem, Bulanık Kontrol, Mikroişlemci ve Anakart Soğutma Sistemleri

ABSTRACT

MSc Thesis

FUZZY EXPERT SYSTEM DESIGN FOR MICROPROCESSOR & MAINBOARD COOLING MECHANISMS

Kursat ZUHTUOGULLARI

Selcuk University Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Department Of Electronics and Computer Systems Education

Supervisor : Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDI

2009, 106 Pages

Jury : Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDI

Assoc. Prof. Dr. Hakan ISIK

Assist. Prof. Dr. Mehmet CUNKAS

In the recent years, computer and computer based technologies have been developed rapidly. Microprocessors working with high frequency and Central Processing Units with more developped architectures have been developped. Microprocessor cooling is a major problem for multi core CPU's that are used above their normal frequency values. Designing processes of two Fuzzy Expert Systems (FES) developed for single and multicore microprocessor cooling were expressed in this study. The first designed FES was constructed for cooling of the central processing unit and the second FES was constructed for the aim of cooling the

mainboard. In the first FES, the CPU temperature, the CPU frequency and the CPU usage rate are accepted as the input parameters and optimum fan rpm (revolution per minute) of fan is calculated. The cooling mechanism is controlled by the FES softwares according to the values of the input variables of the systems. Unlike the classical CPU fan speed control systems, the fan speed of the CPU is increased before over heating effect occurs. Increment of performance is supplied by means of developed FES and CPU works in a safe temperature range in all working conditions. In the classical CPU cooling systems working long time with the softwares with high CPU usage rate causes the CPU to reach the high temperatures and the classical fan control systems sometimes become inadequate for effective cooling. For this reason, the fan speed must be increased before the overheating occurs . The cpu usage rate is also accepted as an input variable for the first FES because of the reasons expressed above and an effective cooling system was realized. The calculated rpm values are sent to the microcontroller based electronic fan speed control unit via serial ports of the computer.

The second developed FES software was designed for cooling of the mainboard. The temperatures of mainboard and microprocessor are accepted as the input variables for the second fuzzy expert system and the rpm value of the mainboard cooling fan is calculated by means of FES. The calculated rpm value is sent to the electronic fan speed control unit via the serial port of the PC and the speed control is realized synchronously. The FES softwares were developed for single core, dual core and quad core microprocessor families. C#.net programming language was used for constructing the FES softwares. The values of the input variables are sent simultaneously to the FES softwares and the optimum rpm values of the fans are calculated.

The developed softwares were tested and the tempearture values of CPU didn't reach the temperature values that are accepted as harmful by means of constructed FES.When the CPU's were used with high CPU usage rate programs for a log period, it was observed that microprocessors didn't reach to the dangerous temperature levels. When the FES softwares were used, the stability of the systems were maintained during the test operations because no overheating occurs during the

tests. The results of the experiments proved that a stable and advanced control system was construced by using fuzzy logic algorithm and the developed FES were compared with the classical fan speed control systems. This project was supported by Scientific Research Projects Institude of Selcuk University with 09101043 numbered project.

The Key Words : Fuzzy Expert System, Fuzzy Control, Microprocessor and Mainboard Cooling Mechanisms

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim sırasında bilgi ve tecrübeleriyle bana destek olan danışmanım Sayın Prof Dr. Novruz ALLAHVERDİ'ye teşekkürü borç bilirim.

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinatörlüğü tarafından "09.101.043" no'lu proje ile 2009 yılında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı BAP koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....i
ABSTRACT.....iv
ÖNSÖZ.....vii
İÇİNDEKİLER.....viii
ŞEKİLLER.....xi
GRAFİKLER.....xiv
ÇİZELGELER.....xv
KISALTMALARIN LİSTESİ.....xvi

1. MİKROİŞLEMCİ VE ANAKART SOĞUTMA KONTROLÜ SİSTEMLERİ İÇİN BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI..... 1
1.1 Giriş..... 1
1.2 Çalışmanın Amacı..... 4
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI..... 6

3. BULANIK MANTIĞIN İLKE VE TEMELLERİ.....11
3.1 Bulanık Kümeler ve Bulanık Mantık Teorisi.....13
3.2 Bulanık Kontrol Basamakları.....14
3.2.1 Bulanıklaştırma ve üyelik fonksiyonlarının oluşturulması..... 14
3.2.2 Kural tabanının oluşturulması..... 15
3.2.3 Kullanılan çıkarım mekanizması..... 15
3.2.4 Kullanılan durulama yöntemi..... 17
3.3 Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları..... 18
3.4 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları..... 19
3.5 Bulanık Mantık Denetleyici Sistemlere Genel Bakış..... 20

4. ÇOK ÇEKİRDEKLİ İŞLEMCİLER VE MİKROİŞLEMCİLERDE GÜÇ TÜKETİMİ.....22

4.1 Dağıtık Sistem Modeli..... 22
4.2 Çok Çekirdekli İşlemci Kavramı..... 22
4.3 Çok Çekirdekli İşlemci Tasarımı ve Gelişimi..... 23
4.4 Firmaların Çok Çekirdek Çalışmaları..... 24
4.5 Mikroişlemcilerde Frekans ve Sıcaklık Arasındaki İlişki..... 25
4.6 Intel Termal Kontrol Teknolojisi..... 26
4.7 Darbe Genişlik Modülasyonu..... 28
4.8 Donanım Kontrolörleri..... 29

5 BİLGİSAYAR VE PIC ARASINDAKİ HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE RS 232 ARAYÜZÜ..... 30
5.1 Seri Haberleşme ve RS-232 Arayüzünün Genel Yapısı..... 30
5.2 Seri Haberleşmenin Temel Yapısı..... 31
5.3 Seri Haberleşme Yöntemlerine Genel Bakış 31
5.4 Bit Oranları (Saniyede İletilen Veri Hızı) 33
5.5 Standarttaki Harflendirmenin Anlamı..... 35
5.6 Yazılım El Sıkışması (Software Handshaking) 38
5.7 Donanım El sıkışması (Anlaşması)..... 38
5.8 Sinyal Karakteristikleri..... 38
5.9 Sinyal Durumları için Gerilim Değerleri..... 39

6. MERKEZİ İŞLEM BİRİMİ VE ANAKART SOĞUTMA KONTROL SİSTEMLERİNİN BULANIK UZMAN SİSTEMLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ..... 40
6.1 Giriş..... 40
6.2 Sistemin Genel Yapısı..... 42
6.3 Tek Çekirdekli MİB Soğutma Sistemi İçin Üyelik Fonksiyonları..... 45
6.3.1 Mib Fanı Devir Sayısını Belirleyen Birinci Bulanık Uzman Sisteme Ait Üyelik Fonksiyonları..... 45
6.3.2 Anakart Ve Kasa Fanını Kontrol Eden Sisteme Ait Olan Üyelik Fonksiyonları..... 50
6.4 Çift Çekirdekli MİB Soğutma Sistemine Ait Olan Üyelik Fonksiyonları… 53

6.5 Dört Çekirdekli (Quad Core) MİB Soğutma Sistemine Ait Olan Üyelik Fonksiyonları..... 55
6.6 BUS'lar İçin Oluşturulan Bulanık Kural Tabanları..... 57
6.7 Kullanılan Çıkarım Mekanizması..... 62
6.8 Kullanılan Durulaştırma Yöntemi..... 63

6.9 Tek Çekirdekli Merkezi İşlem Birimleri İçin Matlab Ortamında Yapılan BUS Simülasyonu..... 63
6.9.1 MİB fanını kontrol eden bulanık uzman sistem için yapılan simülasyon..... 64
6.9.2 Anakart soğutma sistemi için yapılan simülasyon..... 67
6.10 Çift Çekirdekli Sistemler İçin Yapılan Simülasyon Sonuçları..... 69
6.11 Dört Çekirdekli Sistemler İçin Yapılan Simülasyon Sonuçları..... 71
6.12 Oluşturulan BUS Yazılımı..... 73
6.13 Elektronik Fan Hız Kontrol Sistemi..... 76
6.14 Harici Sıcaklık Sensörü Uygulaması..... 79

7 BULANIK UZMAN SİSTEMLERİ KULLANILARAK YAPILAN TESTLER VE TEST SONUÇLARI..... 82
7.1 Yüksek ve Düşük Frekans Değerlerinde MİB Sıcaklığı ile ilgili Test Sonuçları..... 84
7.2 Yüksek Mib Kullanım Oranı Altında Yapılan Test Sonuçları..... 89
7.3 Anakart Sıcaklık Değerleri İçin Yapılan Test Sonuçları..... 93
7.4 Sıcaklığın Mikroişlemci Performansına Etkisi..... 97
7.5 Geliştirilen BUS'un Sonuçalarının Matlab Sonuçları İle Karşılaştırılması..... 101

8. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 102
9. KAYNAKLAR..... 104

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1 MİB Sıcaklığına Bağlı Olarak Mib Ömrünün Değişimi..... 26
Şekil 4.2 Intel Termal Kontrol Teknolojisi..... 27
Şekil 4.3 Darbe Genişlik Modülasyonlu Sinyal…..... 29
Şekil 5.1 Asenkron Seri Veri Çerçevesi..... 33
Şekil 5.2 Eşdeğer Devre..... 39
Şekil 5.3 RS232 Standartında Tanımlanmış Olan Gerilim Değerleri..... 39
Şekil 6.1 MİB Fanı Devir Sayısını Belirleyen 1. Bulanık Uzman Sistem.....44
Şekil 6.2 Anakart ve Bilgisayar Kasasını Soğutan Fana Ait Olan 2. Bulanık Uzman Sistem..... 45
Şekil 6.3 Mikroişlemci Sıcaklığına Ait Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyonları.....46
Şekil 6.4 Mikroişlemci Frekans Değerine Ait Üyelik Fonksiyonları..... 46
Şekil 6.5 Mikroişlemci Kullanım Oranı Üyelik Fonksiyonları.....46
Şekil 6.6 Mikroişlemci Fanı Devir Sayısına Ait Üyelik Fonksiyonları 47
Şekil 6.7 Anakart Sıcaklığına Ait Üyelik Fonksiyonları.....50
Şekil 6.8 Mikroişlemci Sıcaklığına Ait Üyelik Fonksiyonları.....50
Şekil 6.9 Anakart Ve Kasayı Soğutan Fanın Devir Sayısına Ait Üyelik Fonksiyonlarını Gösteren Grafik..... 51
Şekil 6.10 Core2Duo Sistemler İçin Geliştirilen Mikroişlemci Devir Sayısı Grafiği..... 54
Şekil 6.11 Quad Core (Dört Çekirdekli) Mikroişemciler İçin Oluşturulan Bulanık Uzman Sistem Yazılımında Girişte Mikroişemci Frekansını Belirleyen Üyelik Fonksiyonları.....56
Şekil 6.12 Matlab Ortamında Ateşlenen Kurallar Ve Ağırlık Merkezi Durulaştırıcı Sonucunda Elde Edilen Devir Sayısı Değeri.....64
Şekil 6.13 MİB Sıcaklığı İle MİB Fanı Devir Sayısı Arasındaki Değişim..... 65
Şekil 6.14 Mib Kullanım Oranı %40 Olduğu Zaman Frekans Ve MİB Sıcaklığına Bağlı Olarak Çıkış Devir Sayısının Değişimi.....65

Şekil 6.15 İşlemci Frekansı 3000 Mhz. Olduğu Zaman, MİB Sıcaklığı Ve MİB Kullanım Oranıyla Çıkış Devir Sayısı Arasındaki Değişimi..... 66
Şekil 6.16 MİB Sıcaklığı İle MİB Fanı Devir Sayısı Arasındaki Değişim..... 66
Şekil 6.17 MİB Kullanım Oranı Ve Çıkış Devir Sayısı Arasındaki Değişim..... 66
Şekil 6.18 MİB Devir Sayısının MİB Kullanım Oranı İle Değişimi..... 67
Şekil 6.19 Ateşlenen Kurallar Ve Durulaştırma Sonucunda Elde Edilen Fan Devir Sayısı..... 68
Şekil 6.20 Anakart Sıcaklığı Ve MİB Sıcaklığı İle Kasa Fanı Devir Sayısı Arasındaki Değişimi Gösteren 3 Boyutlu Grafik..... 68
Şekil 6.21 MİB Sıcaklığı Ve Frekansının Çıkış Devir Sayısıyla Değişimi (Çift Çekirdekli MİB'ler İçin)..... 69
Şekil 6.22 MİB Sıcaklığı Ve MİB Kullanım Oranının Çıkıştan Elde Edilen Mikroişlemci Fanı Devir Sayısıyla Değişimi..... 70
Şekil 6.23 Mikroişlemci Sıcaklığı İle MİB Fanı Devir Sayısı Arasındaki İlişki..... 70
Şekil 6.24 Mikroişlemci Frekansı İle Mikroişlemci Fanı Devir Sayısı Arasındaki İlişkiyi Gösteren Grafik..... 70
Şekil 6.25 MİB Frekansı Ve Sıcaklığının MİB Fanı Devir Sayısı İle Değişimi (Dört Çekirdekli MİB'ler İçin)..... 71
Şekil 6.26 MİB Kullanım Oranı MİB Sıcaklığı Ve Mikroişlemci Soğutucu Fanın Devir Sayısı Arasındaki Değişim..... 72
Şekil 6.27 MİB Sıcaklığı İle MİB Fanı Devir Sayısı Arasındaki Değişim..... .72
Şekil 6.28 MİB Frekansı İle MİB Devir Sayısı Değişimi 72
Şekil 6.29 MİB Kullanım Oranıyla Çıkış Devir Sayısı Arasındaki Değişim 73
Şekil 6.30 Oluşturulan Bulanık Uzman Sistem Yazılımının Genel Yapısı..... 74
Şekil 6.31 Quad Core işlemciler için geliştirilen yazılım arayüzü ve bulanık kural tablosuna erişim……74
Şekil 6.32 Ayarlar Menüsü Ve Ayarlar Menüsünden Bulanık Uzman Sistemin Kural Tablosuna Erişim..... 75
Şekil 6.33 Microsoft Excell Ortamında Tanımlanmış Ve Güncellenip Kullanıcı Tarafından Değiştirilebilen Kural Tabanı..... 76
Şekil 6.34 Elektronik Fan Hız Kontol Devresi..... 77

Şekil 6.35 RS232 Seri Porttan Sıcaklık Verilerini Yollayan Sıcaklık Sensörü Devresi..... 80
Şekil 7.1 Oluşturulan MİB Ve Fan Kontrol Devrelerinin Uygulaması..... 99
Şekil 7.2 MİB Fanı Kontrol Devresi Ve Uygulaması.....100

GRAFİKLER

Grafik 7.1 Tek Çekirdekli P4 3.4 Ghz.'E Ait Olan Overclock Ve Underclock Sonuçları..... 85
Grafik 7.2 Core2duo 3.0 Ghz.'E Ait Olan Overclock Ve Underclock Sonuçları..... 85
Grafik 7.3 Quad Core 2.66 Ghz.'E Ait Olan Overclock Ve Underclock Sonuçları..... 89
Grafik 7.4 P4 3.4 Ghz. İle 3060 Mhz De Yapılan Yüksek Mib Kullanım Oranı İle Elde Edilen Test Sonuçlarına Ait Çizgisel Grafik.....90
Grafik 7.5 Core2duo 3.Ghz İle 3240 Mhz. Frekansında Yapılan Yüksek Mib Kullanımı Altında Mib Sıcaklığının Zamana Göre Değişimi..... 92
Grafik 7.6 Core2.66 Ghz. İle 3040 Mhz Frekansında Yapılan Yüksek Mib Kullanımı Altında Mib Sıcaklığının Zamana Göre Değişimi..... 93
Grafik 7.7 Üzerine P4 3.4 Ghz Intel İşlemci Monte Edilmiş Asus P5wd2 Premium Anakart'ın Zamana Göre Sıcaklık Değişimi.....94
Grafik 7.8 Üzerine Core2duo 3.0 Ghz Intel İşlemci Monte Edilmiş Asus P5q-Pro P45 Premium Anakart'ın Zamana Göre Sıcaklık Değişimi..... 95
Grafik 7.9 Üzerine Core2quad 2.66 Ghz Intel İşlemci Monte Edilmiş Asus P5q-Pro P45 Premium Anakart'ın Zamana Göre Sıcaklık Değişimi..... 96
Grafik 7.10 Mib Sıcaklık Değeri 63 °C İken Elde Edilen İşlemci Performansı Sonuçları..... 97
Grafik 7.11 Mib Sıcaklık Değeri 55 °C İken Elde Edilen İşlemci Performansı Sonuçları..... 98

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Tablo 6.1 Mib Fanını Kontrol Eden Sistem İçin Oluşturulan Bulanık Kural Tabanı..... 58

Tablo 6.2 Anakartı Soğutan Sistem İçin Oluşturulan Bulanık Kural Tabanı..... 61

Tablo 7.1 Tek Çekirdekli P4 3.4 Ghz.'E Ait Olan Overclock Ve Underclock Sonuçları..... 86

Tablo 7.2 Core2duo 3.0 Ghz.'E Ait Olan Overclock Ve Underclock Sonuçları.... 87

Tablo 7.3 Quad Core 2.66 Ghz.'E Ait Olan Overclock Ve Underclock Sonuçları…….. 88

Tablo 7.4 P4 3.4 Ghz. İle 3060 Mhz De Yapılan Yüksek Mib Kullanım Oranı (%80den Büyük) İle Elde Edilen Test Sonuçları..... 90

Tablo 7.5 Core2duo 3.Ghz İle 3240 Mhz. Frekansında Yapılan Yüksek Mib Kullanımı Altında Mib Sıcaklığının Zamana Göre Değişimi..... 91

Tablo 7.6 Core2.66 Ghz. İle 3040 Mhz Frekansında Yapılan Yüksek Mib Kullanımı Altında Mib Sıcaklığının Zamana Göre Değişimi..... 92

Tablo 7.7 Üzerine P4 3.4 Ghz Intel İşlemci Monte Edilmiş Asus P5wd2 Premium Anakart'ın Zamana Göre Sıcaklık Değişimi..... 94

Tablo 7.8 Üzerine Core2duo 3.0 Ghz Intel İşlemci Monte Edilmiş Asus P5q-Pro P45 Premium Anakart'ın Zamana Göre Sıcaklık Değişimi..... 95

Tablo 7.9 Üzerine Core2quad 2.66 Ghz Intel İşlemci Monte Edilmiş Asus P5q-Pro P45 Premium Anakart'ın Zamana Göre Sıcaklık Değişimi..... 96

Tablo 7.10 Geliştirilen BUS'un sonuçalarının Matlab sonuçları ile Karşılaştırılması....……..... 101

KISALTMALARIN LİSTESİ

BUS……..…….….Bulanık Uzman Sistem

MİB…….……..…….…….Merkezi İşlem Birimi

$\mu\ (t_m)$ ……..…..……Mikroişlemci Sıcaklığı Bulanık Üyelik Fonksiyonu

$\mu\ (t_a)$ …….…….. Anakart Sıcaklığı Bulanık Üyelik Fonksiyonu

$\mu(f)$ …….…….. Mikroişlemci Frekansı Bulanık Üyelik Fonksiyonu

$\mu(k)$ ……..... Mikroişlemci Kullanım Oranı Bulanık Üyelik Fonksiyonu

$\mu\ (fds_m)$ …… Mikroişlemci Fanı Devir Sayısı Bulanık Üyelik Fonksiyonu

$\mu\ (fds_a)$ ……. ……..… Anakart Fanı Devir Sayısı Bulanık Üyelik Fonksiyonu

1. MİKROİŞLEMCİ VE ANAKART SOĞUTMA KONTROLÜ SİSTEMLERİ İÇİN BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

1.1 Giriş

Bulanık mantık her gün kullandığımız ve davranışlarımızı yorumladığımız modellemeye ulaşmamızı sağlayan matematiksel modelleme ve sistemler bütünüdür. Bulanık mantık klasik mantığı kapsamakla beraber klasik mantık teorisiyle ifade edemeyeceğimiz, uzman karar verme ve düşünme sistemini kontrol sistemlerine taşımıştır. Bulanık mantık yalnızca klasik mantığın kullandığı mantıksal 1 ve 0 değerleriyle yetinmeyip mantıksal 1 ve 0 seviyesi arasındaki değerleri de kullanır. Örneğin bir uzaklığın yalnızca yakın ya da uzak olduğunu belirtmekle kalmayıp ne kadar yakın ya da ne kadar uzak olduğunu da söyler [Ross, 2004]. Bulanık mantık elektrikli ev aletlerinden oto elektroniğine, gündelik kullandığımız iş makinelerinden üretim mühendisliğine, endüstriyel teknolojilerden otomasyona kadar aklımıza gelebilecek her yerde kendisine uygulama alanı bulmuş ve geleneksel kontrol sistemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bulanık küme teorisi, hayattaki kesin olmayan, örneğin "sıcak" ve "soğuk" kesin ifadelerinin arasında kalan "az soğuk" veya "soğuğa yakın" şeklindeki belirsizlikleri de matematiksel olarak ifade etmeye yönelik bir teoridir. 1965'te geliştirilen, ancak 1970'lerden sonra kontrol teknolojisinde uygulama alanı bulmuştur. Mamdani karmaşık fonksiyonların bulanık denetim tasarımı için temel yaklaşımı formüle ederek kontrol alanında ilk başarılı uygulamaları yapmıştır [Mann, 1999].

Otomatik kontrol ve otomasyon sistemleri alanında karmaşık problemlere yol açan ve matematiksel modelinin çıkartılmasının zor olduğu denetimlere daha genel yaklaşılabilecek ve insanın düşünüş şekline yakın çözümler getirilebilecek yapay zekâya sahip sistemlerin üretilebilmesi için hem elektronik hem de yazılım şirketleri uzun süreden beri çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu sistemlere örnek olarak öndeki otomobille arasındaki mesafeyi sensörler vasıtasıyla ölçen ve ölçtüğü uzaklık mesafesi ve otomobilin hızına göre frenleme mesafesini ayarlayan bir sistemi

verebiliriz. Öndeki arabanın yavaşladığını gören bir sürücü, mantıksal bir kararla arabasını yavaşlatmaktadır. Bu düşünme şekli elektronik sensör kontrolü bir otomobile uygulandığı zaman "eğer arabalar arasındaki mesafeler azalıyorsa, hızın düşürülmesi gerekir" şeklinde mantıksal bir yaklaşımın gömülü elektronik kontrolörün içerisine programlanmasını gerekmektedir. İnsan ve uzman düşünme şekli bu şekilde bulanık uzman sistemlere aktarılmaya çalışılmıştır [Ross, 2004]. Uzman görüşü ve tasarlanacak sisteme ait olan katalog verileri ve ölçümler hem dilsel ifadelerin üyelik fonksiyonları oluşturulurken hem de kural tabanını oluştururken önemlidir. Dilsel ifadeler olarak tanımlanabilecek, uygun, az uygun, yüksek, biraz yüksek, fazla, çok fazla gibi günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız ifadeler doğrultusunda esnek bir denetim mekanizması geliştirir. İşte bulanık denetim de bu tür mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur [Allahverdi, 2002].

PID, modern kontrol teorisinin ortaya çıkışından bu yana en çok kullanılan kontrol algoritmalarının başında gelmiştir. Oransal, integral ve türevsel kontrolörlerin birleşimlerinden oluşur. Parametre ayarı iyi yapılmış PID kontrolör, süreklilik halindeki bir işlevin, hassas kontrolünde oldukça başarılıdır. Ancak bu algoritma, endüstriyel uygulamalarda çok sık karşılaşılan, ayar noktasının değişimi, çalışma şartlarının değişimi, sistemin durdurulup tekrar çalıştırılması ve dış etkilerin olması gibi durumlarda, işlemin değişik kriterlere göre optimumda kontrol edilmesine engel oluşturabilmektedir [Coeyman, 1996]. Birden fazla giriş değişkeninin değerlendirilmesi gereken durumlarda insanın düşünme mekanizmasını kontrol sistemlerine taşıdığından dolayı bulanık mantıkla tasarlanmış olan kontrol sistemlerinin geleneksel PID kontrolörle tasarlanmış olan sistemlerden daha kullanışlı olduğu birçok uygulama vardır. 1970'lerden itibaren sürekli gelişme gösteren bulanık mantık, son çalışmalarda, PID ve yapay sinir ağları ile beraber kullanılmaya başlanmıştır ve çok daha geniş bir alana girme imkânı bulmuştur [Ross, 2004].

Bulanık küme teorisi, ilk kez 1965 yılında Berkeley'de California Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Lütfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmış ve hızlı gelişerek, modern denetim alanında birçok bilim adamının ilgisini çeken araştırmaya açık yeni bir dal olmuştur. Örneğin; Prof. Dr. Mamdani, teoriyi bir buhar türbinin

hızının denetlenmesine uygulamayı düşünmüş ve bu amaçla, bir uzmanın düşünme sistemini kontrol sistemine taşıyan "Eğer türbin hızı çok hızlı artıyorsa ve basınç da çok düşükse, buhar vanasını biraz aç" türünden kurallardan oluşan bir uzman sistem geliştirmiştir. Prof Dr. Mamdani bulanık mantık temelli bu tür bir uzman sistemle türbin hızının ve performansının çok başarılı bir şekilde denetlenebileceğini göstermiştir [Mann, 1999].

Bulanık mantık kuramının ilk önemli endüstriyel uygulamalarından biri de çimento sanayisinde olmuştur. Bu sanayide değirmen içerisindeki sıcaklık ve oksijen oranı ürün kalitesi açısından çok önemlidir. Kısıtlı ve hassas olmayan, ısı ve karbondioksit oranı gibi bilgilerle iyi bir çalışma düzeni elde edilebilmesi uzmanlık gerektiren bir iş olup, operatörlerin bu konuda yeterli bir uzmanlık kazanabilmeleri için yıllar geçmesi gerekir. Operatörler ve bu operatörlerin uzmanlık düzeyleri arasında kaçınılmaz farklılıklar olacağından, üretilen çimento da vardiyalardan vardiyalara değişecek, istenen kalitede çimento üretimi çok zor olacaktır. Bir Elektronik firması bu nedenlerden dolayı lineer bir model üzerine kurulu geleneksel denetleyici yerine bir bulanık mantık kontrolcüsü kullanmayı düşünmüş ve çok başarılı sonuçlar veren bir uzman sistem geliştirmiştir. Bu veya benzeri sistemler bugün bile Japonya ve Amerika dahil olmak üzere bir çok ülkede kullanılmaktadır [Bilişimdergi, 2009].

Japonya'da 1987 yılında Hitachi Electronics firması, Sedai Metro sisteminde çalışan trenlerin otomatik olarak denetimi için bulanık mantık kullanımını önermiştir. Hitachi firması, dokuz yıl içerisinde 300.000 simülasyon çalışması ve 3.000 insansız operasyon gerçekleştirmiş ve sonunda 1986 yılının sonlarına doğru Ulaştırma Bakanlığı'ndan kullanım iznini almıştır. Geliştirilen sistemde, daha önce tren operatörü tarafından bir PID temelli denetleyici aracılığıyla yapılan ve yolcuların sarsıntılı bir yolculuk geçirmelerine neden olabilen hızlanma ve yavaşlama gibi işlemler otomatik olarak yapılmakta ve tren operatörünün yapması gereken işler, kapıları kapatmak ve başlatma düğmesine basmak gibi bir kaç işlemle sınırlı kalmaktadır. Böylece yolcuların, demirlere tutunma ihtiyacı duymadan rahat bir yolculuk yapabilmeleri sağlanmış, daha önce kullanılan sisteme göre trenin istenilen

konumda durması üç kat iyileşmiş ve kullanılan enerji %10 azalmıştır. Sağlanan bu başarının Hitachi firmasına getirdiği yeni teknoloji ile Tokyo Metrosu'nu modernize etmiştir [Bilişimdergi, 2009].

Günümüzde, birçok gelişmiş ülkede bulanık mantık konusunda araştırmalar yapılmakta olup, bunlar arasında ABD, Japonya, Çin ve Batı Avrupa ülkeleri başta gelmektedir. NASA bünyesinde de bulanık denetim konusunda çalışmalar sürdürülmektedir. NASA bünyesinde çalışan bir grup uzay mekiği için, pilotların yükünü azaltmak, sistemin güvenirliliğini artırmak ve yakıt tüketimini azaltmak amacı ile bulanık mantık temelli sistemler geliştirmiş ve böylece belirli durumlarda harcanan yakıt miktarında kayda değer bir azalma olmuştur [Yapay Zeka, 2009].

1.2 Çalışmanın Amacı

Yapılan çalışmanın amacı şu şekilde özetlenebilir. Yüksek frekans değerlerinde ve yüksek MİB kullanım oranı gerektiren yazılımlarla uzun süre çalışmak mikroişlemcinin aşırı ısınmasına sebep olmakta ve klasik fan kontrol sistemleri bu aşırı ısınmayı soğutmakta yetersiz kalabilmektedirler. Bu yüzden erken soğutma amacıyla fan devrinin aşırı ısınma başlamadan arttırılması gerekmektedir. Tasarlanacak olan Bulanık Uzman Sistem (BUS), MİB frekansı, MİB kullanım oranı ve MİB sıcaklığını giriş parametreleri olarak kabul ettiğinden frekans MİB kullanım oranı ve MİB sıcaklığı değerlerine göre en uygun fan devrini hesaplamakta ve etkin bir soğutma sağlanacağı düşünülmektedir. Tasarlanacak olan sistem overclock uyumlu anakartlar ve mikroişlemciler için overclock frekanslarında da en uygun fan devrini hesaplayarak mikroişlemcide oluşabilecek aşırı ısınmanın önüne geçmeyi amaçlamıştır. Öngörülen birinci BUS mikroişlemciyi soğutmakta, ikinci BUS ise anakart ve bilgisayar kasasını soğutmayı amaçlamıştır.

Kasa ve anakartı soğutan BUS ise anakart ve mikroişlemci sıcaklıklarını giriş parametreleri olarak kabul etmekte ve anakart soğutma fanı için en uygun devir

sayısını hesaplamaktadır. İkinci BUS, anakart ve kasa için etkin ve sessiz çalışan bir soğutma sistemini hedeflemiştir. Anakart ve MİB sıcaklık değerlerine göre en uygun fan devri hesaplanmaktadır. Simülasyonda hesaplanan değer seri port ile PIC'e yollanarak, PIC'te PWM sinyali elde edilmekte ve PWM sinyalinin çalışma çevrimi oranı değiştirilerek kasa fanına aktarılan güç değiştirilmekte ve böylece fan devri kontrol edilmektedir. İkinci BUS sayesinde kasa fanlarının devri sürekli olarak sistem tarafından kontrol edildiğinden, etkin ve daha sessiz çalışan bir soğutma sistemi hedeflenmiştir.

Böylece çalışmanın amacı kısaca,

1- MİB'i aşırı ısınmadan koruyacak bir BUS tasarımı,
2- Anakartı ve bilgisayar kasasını soğutan diğer bir BUS tasarımı,
3- Bu BUS'lar için arayüz tasarımı,
4- Bu BUS'ların uygulamasını sağlayan donanımın tasarımı,
5- Yapılan tasarımların uygulamasının gerçekleştirilmesi,
6- Tasarlanmış BUS'ların çalışması, örneklerinin ve analizinin yapılması

olarak belirlenmiştir.

Tez çalışmasının 2. bölümünde kaynak araştırmasına yer verilmiş, 3. bölümünde bulanık mantığın ilke ve temelleri anlatılmış, 4. bölümde çok çekirdekli işlemciler ve mikroişlemcilerde güç tüketimine, 5. bölümde bilgisayar ve PIC arasındaki haberleşmenin temelleri ve RS232 arayüzüne, 6. bölümde MİB ve anakart soğutma kontrolü sistemlerinin bulanık uzman sistemle gerçekleştirilmesine, 7. bölümde BUS'lar kullanılarak yapılan testler ve test sonuçlarına, 8. bölümde sonuç ve önerilere, 9. bölümde ise kaynaklara belirtilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürde, bulanık mantık ve bulanık sıcaklık kontrolörleri ile ilgili çeşitli yayınlarda bulanık mantık kontrolörün genel yapısı, bulanık kontrolörün geleneksel PID kontrolörlerle karşılaştırılması vb. konular incelenmiştir. Bulanık uzman sistemlerin geleneksel sistemlerden hangi yönlerden üstünlük sahibi olduğu araştırılmıştır. Bu çalışmaların çoğunda klasik mantıktan farklı olarak bulanık kontrol sistemleri üzerine yoğunlaşılmıştır. Yapılan çalışma bahsedilen çalışmalardan farklı bir içeriğe sahip olmasına rağmen bulanık uzman sistem tabanlı kontrol mekanizmalarının genel yapısını içermesi bakımından önemlidir. Yapılan literatür çalışmalarında çok çekirdekli işlemcileri de kapsayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çoğu bulanık kontrol sisteminde yalnızca iki adet giriş değişkeninin kullanıldığı gözlemlenmiş ve PID kontrol parametreleri üzerine durulduğu görülmüştür. Literatürdeki birçok eserden farklı olarak tezde yapılan çalışma sadece simülasyon seviyesinde bırakılmayıp, uygulamalı olarak gerçekleştirilmiş ve tasarlanan birinci bulanık uzman sistemde 3 adet giriş değişkeninin de etkileri göz önüne alınmıştır. Ayrıca tasarlanmış olan sistem klasik sistemlerle karşılaştırılmış ve klasik sistemlere olan üstünlükleri test sonuçlarıyla gösterilmiştir.

Li H. X. ve Gatland B. (1996) yaptıkları çalışmada geleneksel bulanık kontrolörleri daha sistematik olarak incelenmişler, sağlam bir kural tabanı geliştirilerek kazanç katsayılarında uygun ayarlamalar yapmışlardır. Bulanık kontrolün sayısal olarak gerçekleştirilmesinde örnekleme zamanının sınırlayıcı etkileri bulunduğunu çalışmalarında belirtmişler ve performansı arttıran bir bulanık kontrolörün tasarlanması için çalışmışlardır. İki seviyeli bir ayarlama mekanizması gerçekleştirilerek integral, türevsel ve oransal kazanç parametreleri incelenmiştir. Çeşitli derecelerden olan modellerin simülasyonları bulanık kontrolün karakteristiklerini, verimliliğini, yeni tasarım stratejilerini ve avantajlarını göstermiştir. PID tipi kontrolörle yapılan karşılaştırma tasarlanan sistemin güvenilirliğini ispatlamış, çevresel bozucu etkenlere rağmen en uygun sonucun elde edilmesini sağlamıştır.

Lim, P.P.K., Spooner, N.R., Gatland, B (1995) , Bulanık Mantığın matematiksel olarak modellemesi zor olan bir çok kontrol sisteminde kullanılmaya başlandığını ve bulanık mantığın kural tabanlı alternatif bir kontrol metodu olduğunu belirtmişlerdir. Bulanık kontrol birçok endüstriyel ve ticari uygulamalarda popüler hale gelmiştir. Robot manipulatörlerinde de bulanık mantık kullanılmaya başlanmıştır. Çok giriş ve çıkışlı endüstriyel işlemlerde çok giriş ve çıkışlı bulanık mantık kontrolörü tasarımını incelemekte ve sıcaklık ve nem değerleri depo olarak kullanılan bir odada kontrol edilmektedir. Sonuçlar ve PID kontrolörle olan karşılaştırması makalede belirtilmiştir. Çalışmada geleneksel kontrol sistemlerine nazaran kural tabanlı sistemin üstünlükleri belirtilmiştir.

Haissig C. (1999), yaptığı çalışmada oda sıcaklığını kontrol etmek için geliştirilmiş olan bir bulanık kontrol algoritmasını incelemektedir. Oda sıcaklığı, radyatöre su pompalayan bir sisteme ait motorun çalıştırılmasıyla pozisyonu değiştirilebilen bir valf tarafından kontrol edilmekte ve adaptif bulanık kontrol, kararlı durumdaki valf pozisyonlarını öğrenmekte ve radyatör valf pozisyonunu ayarlayan kontrol sisteminde bu bilgiler kullanılmaktadır. Normal çalışma şartlarında yapılan ölçümler, adaptif bulanık kontrolün geleneksel PID geri beslemeli kontrolörle karşılaştırıldığında daha verimli ve daha az enerji tüketimine sebep olduğunu göstermiştir. Yapılan araştırmada 70 saatlik laboratuar testi sonucunda kontrol kalitesinin % 32 yükseldiğini ve enerji tüketiminin de % 36 azaldığını tespit etmiştir.

J. Wilkinson ve arkadaşları (1995), daha hassas sıcaklık kontrolüne olan ihtiyacın gün geçtikçe artmakta olduğunu yaptıkları çalışmada belirtmişler ayrıca plastik üretiminde sıcaklık kontrolü çok önemli olduğundan, ürün kalitesi üzerine de üretimdeki sıcaklık kontrolörün etkisini belirtmişlerdir. Bu yüzden “on-off” tipi kontrolörler geliştirilmiş ve kontrol algoritması değiştirilmiştir. Algoritmalar bildiğimiz oransal kontrolörden başlamış ve şu an bulanık kontrol olarak bildiğimiz algoritmaya uyarlanmıştır. Kontrol teknolojisinde insan düşünme ve mantık sistemi bulanık mantık kontrolöre taşınmıştır. Önceden bulanık mantık teknolojisinin ne

aşamada olduğu, şimdi de hangi aşamalardan geçerek geliştiği makaleden anlaşılmaktadır.

G. Kaur ve arkadaşları (2005), belirli bir sıcaklık sahasında başarılı sonuçlar elde edebilmek için bulanık mantık kontrolör kullanılmıştır. Burada bulanık mantık kontrolör bir oda sıcaklığını kontrol etme amacıyla geliştirilmiştir. Intel 8031 mikrodenetleyicisi bulanık mantık kontrolör olarak kullanılmıştır. Tasarlanan sistem minimum donanım kullanmaktadır ve geleneksel PID kontrolörden daha yüksek performansa sahiptir ve sıcaklık kontrolünün hayati olduğu birçok endüstriyel işlemde uygulanabilir.

Yasin F.M ve arkadaşları (2004), bulanık mantık endüstriyel uygulamalar için tasarlanmış olan sıcaklık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Sistem bulanıklaştırma arayüzü, çıkarım ve durulama mekanizmalarından oluşmuştur. Çıkarım mekanizması olarak Mamdani kullanılmıştır. Bulanık şart işlemcisi olarak minimum, bulanık bileşke operatörü olarak da maksimum kullanılmıştır. Simülasyon sonuçları test modelinin başarıyla test edildiğini göstermiştir.

H. B. Kazemian (2005), yaptığı çalışmada bulanık PID kontrolör kullanılmıştır. Bulanık mantık uygulanmadan önce PID kazançları geleneksel metodlarla belirlenmiştir. Bulanık mantık PID kazançlarını çevrimiçi olarak belirleyebilmektedir. İkinci düzenleme metodunda ise bulanık mantık uzman sistem PID kazançlarını Zieger Nichols ayarlama metodu kullanılarak PID kontrolörün oransal, integral ve türevsel kazançları hesaplanmaktadır. Bulanık PID kontrolör, kendi kendini organize edebilen doğrusal olmayan hareketli kol eklemli robota uygulanmış ve iz sürme, basamak fonksiyonu girişi bilgisayar simülasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Kendi kendini organize edebilen bulanık PID kontrolörün normal PID kontrolöre göre daha iyi bir çıkış değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Mann G.K.I. (1999), yaptığı çalışmada Mamdani çıkarım mekanizmasını kullanan PI ve PD tipi iki girişli ve iki çıkışlı geleneksel tip kontrolörler üzerine yoğunlaşmaktadır. Çalışma, değişik bulanık PID kontrolör yapılarını incelemektedir. Üç girişli bulanık mantıklı sistem için kapalı çevrim etkisini ortaya çıkaracak temel çözüme yönelik bir sistem geliştirilmiştir. PID kontrolörün tasarımı iki seviyeli

kazanç ayarlama problemi gibidir. Birinci seviye doğrusal olmayan PID kazançlarını ayarlar, ikinci seviye ise doğrusal kazançları ayarlamaktadır. Değişik PID yapıları incelenmiştir ve bulanık mantık kontrolörden tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir.

Coeyman B., Bowles J.B. (1996) , yaptıkları çalışmada, Fisher Rosemount Systems firmasına ait olan akıllı bulanık mantık kontrolör kullanmışlardır. Akıllı bulanık mantık kontrolör ile oransaltürevsel ve integratör kontrolörleri arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Bulanık mantık kontrolörde gerçekleştirilen çalışma amaçları sıcaklık taşmasını elimine etmek, yakıtı azaltmaktır. Damıtma sisteminin ısıtıcısında kullanılan kontrol bir kaskat kontrol şemasında gösterilmiştir. Ürün verimliliğini de arttırmak amaçlanmıştır.

Li H. X. ve arkadaşları (2005), Birçok bulanık kontrol sisteminin endüstriyel uygulamalarda günümüzde kullanılmakta olduğunu belirtmişler ve bulanık mantık metodlarını, klasik sistemlerdeki kısıtlamaları ortadan kaldırmak ve daha kararlı bir sistem oluşturmak için kullanılmışlardır. Oluşturulan yeni PID kontrolör incelenmiş ve klasik PID kontrol sistemleri ile karşılaştırılmıştır. Analitik ve sayısal çalışmalar yeni geliştirilmiş olan bulanık PID kontrolörün üstünlüklerini göstermektedir. Bu amaçla Han-Xiong Li ve arkadaşları geleneksel sistemlerle geliştirdikleri sistemin çıkışlarını karşılaştırmışlardır.

Liu, K ve arkadaşları (1993), Bulanık mantık kontrolörle ilgili bazı konuları değerlendirmişlerdir. Bulanık mantık kesin olmayan belirsiz olaylar ve durumlar hakkında belirli bir sonuca ulaşmak için kullanılan sistemler bütünü olarak tarif edilmiş, bulanık mantıkla çalışan sistemler, bulanık mantık sistemleri ve geleneksel PI, PID kontrolörler hakkında bilgi verilmiştir. Değişken kazançlı PD ve PID tipi kontrolörlerin tasarımı gösterilmiştir. Bulanık mantıkta kullanılan farklı bir çok sistem ve bu sistemlerin özellikleri tanıtılmıştır. Bir çok bulanık mantık kontrolörü-nün tasarımcının deneyimine dayanarak oluşturulduğunu söyleyebiliriz. Bu yüzden çalışmalarında birçok farklı ve bazı özel amaçlar ve uygulamalar için geliştirilmiş olan bulanık mantık sistemlerinin her zaman ve her uygulama için aynı sonucu vermeyebileceğini belirtilmiştir.

Liu K., Lewis F.L (1993), bulanık mantık kontrolörle ilgili bazı konuları yaptıkları çalışmada tartışmışlardır. Bulanık mantık kesin olmayan belirsiz olaylar ve durumlar hakkında belirli bir sonuca ulaşmak için kullanılan sistemler bütünü olarak tarif edilmiş, bulanık mantıkla çalışan sistemler, bulanık mantık sistemleri ve geleneksel PI, PID kontrolörler hakkında bilgi verilmiştir. Değişken kazançlı PD ve PID tipi kontrolörlerin tasarımı gösterilmiştir. Bulanık mantıkta kullanılan farklı birçok sistem ve bu sistemlerin özellikleri tanıtılmıştır. Birçok bulanık mantık kontrolörünün tasarımcının deneyimine dayandığını belirtmişlerdir.

Literatür analizinden de görüldüğü gibi bulanık mantık teorisi sıcaklık kontrolü için geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat literatürde, çok çekirdekli mikroişlemciler için tasarlanan herhangi bir BUS tasarımı görülmemiştir. Oysa böyle bir tasarımın çok çekirdekli işlemcilerin verimliliğini arttıracağı açıktır. Yapılan literatür araştırmalarının çoğunda BUS'lara giriş parametreleri olarak farklı yaklaşımlar benimsenmiş ve PID kontrolörle kullanılabilecek hibrit sistem modellemeleri üzerinde durulmuştur. Çok ve tek çekirdekli sistemler için geliştirilen tez çalışması literatürdeki birçok yayından farklı olarak sadece simülasyon düzeyinde kalmamış, uygulama ile hayata geçirilmiştir.

3. BULANIK MANTIĞIN İLKE VE TEMELLERİ

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden Prof. L. A. Zadeh'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla duyuldu. O tarihten itibaren önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş bir sistemler bütünü olarak tanımlanabilir [Li, 1996]. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek zor olduğundan bulanık mantık çok girişli karmaşık kontrol sistemlerinde tercih edilmekte ve başarıyla uygulanmaktadır [Liu, 1993].

Bulanık mantıkta bulanık kümeler kadar önemli bir diğer kavramda dilsel ifade kavramıdır. Dilsel ifadeler "sıcak" veya "soğuk" gibi kelimeler ve ifadelerle tanımlanabilen değişkenlerdir. Örneğin oda sıcaklığı sözel değişken için "sıcak", "soğuk" ve "çok sıcak" ifadelerini alabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı bulanık kümeler ile modellenir. Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelere dayanmaktadır. Klasik mantık yaklaşımında bir söz konusu giriş değişkeni ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde birey, küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda “1”, kümenin elemanı olmadığı zaman “0” değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesiyle oluşturulmuştur. Bulanık mantıkta üyelik kümesinde her bir giriş değişkeninin bir ya da birden çok üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, [0,1] aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu $\mu(x)$ ile gösterilir. Örnek olarak normal oda sıcaklığını 20 derece olarak kabul edersek, klasik küme teoremine göre 20 derecenin üzerindeki sıcaklık derecelerini sıcak olarak kabul ederiz ve bu derecelerin sıcak kümesindeki üyelik dereceleri “1” olarak belirtilir. 20 altındaki sıcaklık dereceleri ise soğuktur ve sıcak kümesindeki üyelik dereceleri “0” olur. Bulanık Küme yaklaşımında üyelik değerleri [0,1] aralığında değerler almaktadır. Örneğin 14 derecelik sıcaklık için üyelik derecesi “0”, 25 sıcaklık derecesi için üyelik değeri “0,25” olabilir. Klasik kümelerin aksine bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri [0, 1] aralığında sonsuz sayıda değişebilir. Kesin sınırları olan kümelerdeki soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, aydınlık-karanlık gibi ikili

değişkenler, bulanık mantıkta biraz soğuk, biraz sıcak, biraz karanlık gibi esnek niteleyicilerle tanımlanarak gerçek dünyaya benzetilir. En önemli fark, bulanık mantıkta, bilginin kaynağındaki küme üyeliğinin klasik mantıktaki gibi kesin tanımlanmış önşartlarının olmayışıdır [Yapay Zeka, 2009].

Bulanık mantığın uygulama alanları oldukça geniştir. Sağladığı en büyük fayda ise "insana özgü tecrübe ile öğrenme" olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesini mümkün kılmasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için uygundur [Allahverdi, 2002].

Japonya'da bulanık süreç kontrolü olarak isimlendirilen özel amaçlı bulanık mantık mikroişlemci çipinin daha da geliştirilerek karmaşık problemlerin de çözümünü sağlayacak seviyeye getirilmesine çalışılmaktadır. Bu teknoloji fotoğraf makineleri, çamaşır makineleri, klimalar ve otomatik iletim hatları gibi birçok alanda hayata geçirilmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Uzay araştırmaları ve havacılık endüstrisinde de bulanık mantık kontrolörler kullanılmaktadır [Bilişimdergi, 2009].

Bulanık Mantığın temel kavramı bulanık kümelerdir. Örneğin "orta yaş" kavramını inceleyerek olursak, bu kavramın sınırlarının kişiden kişiye değişiklik gösterdiğini görürüz. Bulanık kümeler kendi üyelik fonksiyonu ile açık olarak temsil edilebilir. Üyelik fonksiyonu μ, 0 ile 1 arasındaki herhangi bir değeri alabilir. Klasik mantıkta "doğru" ve "yanlış" ya da "1" veya "0"lar vardır, oysa bulanık mantıkta 0 ile 1 arasında da çeşitli değerler bulunabilmektedir. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyelidir ve lojik 1 ve 0 arasında da değerler alabilmektedir. Örneğin hava sıcaklığı 0,5 üyelik derecesinde ılık ve 0,3 üyelik derecesinde sıcak olarak ifade edilebilir [Şen, 2001].

Ayrıca Mamdani, insanların denetim alanında, mevcut makinelerden daha iyi olduğunu ve kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkili kararlar alabildiklerini savunmuştur. Klasik denetim uygulamalarında karşılaşılan zorluklar nedeniyle, bulanık mantık denetimi alternatif yöntem olarak çok hızlı gelişmiş ve modern denetim alanında geniş uygulama alanı bulmuştur. Bulanık mantığın genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir [Elmas, 2003].

• Bulanık mantıkta, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.

• Bulanık mantıkta her şey [0-1] aralığında belirli bir derece ile gösterilir.

• Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.

• Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.

• Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.

• Bulanık mantık tam olarak bilinmeyen veya eksik girilen bilgilere göre işlem yapma yeteneğine sahiptir [Elmas, 2003].

3.1 Bulanık Kümeler ve Bulanık Mantık Teorisi

Klasik küme teorisinde, bir eleman bir kümeye kesin olarak ya girer ya da girmez ve ikisinin ortasında da bir durumdan söz edilemez. Bulanık küme teorisi ise, elemanların farklı üyelik dereceleriyle birden fazla kümeye girmesini sağlayan, klasik küme teorisinin genişletilmiş şeklidir. Üyelik fonksiyonları bir elemanın bir kümeye ne kadar ait olduğunu gösteren değerler olarak kabul edilmektedir. Üyelik derecesinin “0” olması durumu, elemanın kümeye ait olmadığını, “1” olması durumu ise kesin olarak ait olduğunun gösterir. 1’e yakın değerler elemanın yüksek derecede kümeye ait olduğunu, 0'a yakın değerlerde ise düşük derecede ait olduğunu gösterir [Bilişimdergi, 2009].

Kontrolde geleneksel yaklaşım geri besleme kavramına dayanır. Negatif geri besleme değeri sistemin sürekli olarak ölçülen çıkış değerinin referans kabul edilen sinyalden çıkarılması ve bu karşılaştırma sonucunda elde edilen gerilim değerine göre otomatik kontrol sisteminin cevap vermesine dayanır. Uygulamaların pek çoğu kapalı çevrim kontrol şeklindedir [Mann, 1999].

Kapalı çevrim kontrol dışında ardışık kontrol biçiminde kontrol uygulamaları da görülebilir. Ardışık kontrolde otomatik kontrol sağlamak için her çevrim

başlangıcında bazı denetimlere ihtiyaç duyulur. Diğer bir kontrol biçimi de açık/kapalı (on/off) kontroldür. Sistem çıkışı açık veya kapalı şeklinde uyarılır. Termostat, doğalgazlı kazanların kontrolü, elektrikli ısıtıcılar en çok bilinen uygulama şekilleridir [Haissig, 1999].

Servo mekanizma tipi kontrol, kontrol edilen değişkeninin tamamen uygulamaya göre değiştiği durumlarda kullanılır. Robot ve hassas kontrol gerektiren uygulamalarda genellikle bu tip kontrol tercih edilir.

Kapalı çevrim kontrolün genişletilmiş ve en çok gerçekleştirilen şekillerinden biri de PID (Oransal, Integral, Türevsel) kontrol olarak isimlendirilir [Li, 2005]. Anlık hata değeri, son zaman aralığında hatanın integrali ve hatanın anlık türev değeri sadece ne büyüklükte bir düzeltmeye ihtiyaç duyulduğunu değil aynı zamanda düzeltmenin ne kadar zaman uygulanacağını belirler [Kaur, 2005]. 1965 yılında Zadeh tarafından tanıtılmış olan bulanık küme kavramı sözel ifadelerin matematiksel gösterimini ifade etmektedir [Yasin, 2004]. Matematiksel anlamda bulanık küme üzerinde tanımlandığı kümenin elemanlarına değişik derecelerden üyelik değerleri verebilecek bir üyelik fonksiyonuna sahip olarak tanımlanır. "*x"* evrensel küme olmak üzere, "*x"* üzerinde tanımlanmış "*A"* bulanık kümesi denklem (3.1) ifadesinde verildiği gibi tanımlanabilir. Burada μ A(x), x'in *A*'ya üyelik derecesidir [Allahverdi, 2002].

$$A = \{\mu_A(x)/x \mid x \in X\} \quad \text{.....(3.1)}$$

3.2 Bulanık Kontrol Basamakları

3.2.1 Bulanıklaştırma ve üyelik fonksiyonlarının oluşturulması

Fiziksel giriş bilgilerinin, dilsel niteleyicilerle ifade edebileceğimiz bulanık mantıkta kullanılan üyelik derecelerine dönüştürülmesine bulanıklaştırma adı verilmektedir. Bulanıklaştırma işlemi tam ölçüde kesin olmayan giriş bilgisini içine alır ve bulanıklaştırır. Bulanıklaştırma sonucu elde edilen değişkenlere dilsel değişkenler denilmekte ve tüm giriş değişkenlerinin değerleri, üyelik dereceleriyle

buraya atanmaktadır.

Bulanıklaştırma işlemi ve üyelik fonksiyonlarının sınır ve fonksiyonlarının belirlenmesi büyük ölçüde uzman deneyimine dayanmaktadır. Bu yüzden bulanıklaştırma aşamasının ve bulanık mantıkta kullanılacak kural tabanının uzman yardımıyla belirlenmesi gerekebilir. Bununla birlikte kesin olmayan bilgileri kullanılabilmesi ve lineer olmayan sistemlerde de uygulamaya hızlı bir şekilde geçilebilmesi bulanık mantığın önemini açıkça ortaya koymaktadır

Üyelik fonksiyonunun tespiti, sistemin hassasiyetini belirleyen önemli bir basamaktır. Öncelikle dilsel olarak ifade edilecek olan ifadelerin, sayıları ve sınırları tespit edilmelidir. Örneğin bir şart kümesindeki dilsel niteleyiciler (küçük, büyük, orta) bazı durumlarda yeterli olmayabilirler. Böyle durumlarda çok küçük, küçük, orta, büyük ve çok büyük şeklinde daha fazla dilsel ifade kullanılması gerekebilir. Bulanık kontrol alanında çalışan birçok firma en kullanışlı üyelik fonksiyonları ve kural tabanını elde edilinceye kadar birçok simülasyon denemesi yapmıştır. Örneğin Japonya Sedai metrosunun bulanık kontrolü için 300.000 benzetim çalışması ve 3.000 insansız uygulama gerçekleştirilmiştir [Bilişimdergi, 2009].

3.2.2 Kural tabanının oluşturulması

Kural tabanında, sistemin bilgi girişlerinin alabileceği çeşitli dilsel ifade değerlerine bağlı olarak uygunluk gösteren sistem çıkış değerleri, kural satırları haline getirilir ve uzman yardımıyla kural tabanı oluşturulur. Örneğin bir klima kontrolünde “ içerisi sıcak ve çok nemli ise klima soğutucu ünitesinin gücü çok yüksek olmalıdır.” Şeklinde bir ifade kural tabanının satırlarından biri olabilir. Kural tabanında aynı anda birden fazla kural ateşlenebilir [Li, 2005].

3.2.3 Kullanılan çıkarım mekanizması

Bulanık mantık yönteminde yaygın olarak kullanılan iki çıkarım mekanizması

bulunmaktadır. Bunlar, Mamdani ve Sugeno çıkarım mekanizmalarıdır. Projede, insan sezgisel düşünme sistemine uygunluğundan dolayı Mamdani Çıkarım mekanizması uygulanmıştır. Mamdani çıkarım mekanizması, yaygın olarak kullanım alanı olan, uzman bilgisi gerektiren ve her türlü problemin çözümüne uygulanabilen esnek bir çıkarım mekanizması olarak kabul edilmekte ve bulanık mantıkta yaygın olarak kullanılmaktadır. Sugeno yöntemi ise değişken sayısının çok fazla olmadığı ya da bu değişkenlerin fazla sayıda alt kümelere ayrılmadığı durumlardaki problemlerin çözümünde kullanılması tercih edilen bir yöntemdir. Mamdani tipi bulanık modelin avantajlarını özetlemek gerekirse insan muhakemesine en yakın sonuçlar veren bir çıkarım mekanizmasıdır ve diğer bulanık mantık modellemenin temelini oluşturmaktadır. Takagi-Sugeno bulanık çıkarım mekanizması ise 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Aslında Mamdani bulanık mantık yönteminin bir uyarlaması olarak kabul edilmekle birlikte Mamdani çıkarım mekanizması ile arasında çeşitli farklar bulunmaktadır. Girdi değişkenlerinin bulanıklaştırılması ve bulanık mantık işlemleri Mamdani bulanık modelleme ile tamamen aynıdır. İki yöntem arasındaki en önemli fark çıkış üyelik fonksiyonlarından kaynaklanmaktadır. Sugeno tipi bulanık modellemede çıkış üyelik fonksiyonları doğrusal bir fonksiyonla belirtilir ya da bir sabittir. Çıkış üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman, sıfırıncı derece, birinci dereceden doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno bulanık model olarak adlandırılmaktadır. Tipik bir Sugeno çıkarım mekanizması aşağıdaki gibi özetlenebilir [Mathworks, 2009]:

Eğer Giriş 1=x ve Giriş 2=y ise o zaman Çıkış is z = ax + by + c'dir .

Sıfırıncı derceden Sugeno modelinde ise çıkış seviyesi olan z bir sabittir. Herbir kuralın çıkışta tetiklendiği üyelik derecesi w_i ile gösterilirse, Örnek olarak 1.Giriş =x ve 2. Giriş =y olması durumunda tetiklenme şiddeti w_i = F1(x) $\wedge$ F2(y) şeklinde hesaplanır. Burada F1(x) ve F2(y) sırasıyla x ve y giriş değişkenlerine ait üyelik fonksiyonlarıdır. Sistem çıkışı bütün kuralların ağırlıklı ortalaması ile elde edilir ve aşağıdaki denklem 3.2 gibi hesaplanır [Mathworks, 2009].

$$Durulaştırma\ Sonucunda\ Elde\ Edilecek\ Değer = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} w_i . z_i}{\sum_{i=1}^{i=N} w_i} \quad \text{.....(3.2)}$$

Sugeno tipi bulanık modelin avantajları aşağıda sıralanmıştır

- Hesaplama için çok uygundur.
- PID vb. lineer sistemlerle iyi çalışır.
- Optimizasyon ve uyarlanabilir (adaptif) tekniklerle birlikte iyi çalışır ve matematiksel analiz için uygundur.

Mamdani çıkarım mekanizmasının avantajları ise aşağıdaki gibidir:

- Sezgisel yaklaşıma ve insan muhakeme sistemine uyar.
- Dünyada kullanımı yaygınlaşmıştır.
- İnsan ve uzman sezgisiyle mantıklı ve uygulanabilir sonuçlar üretir.

İşte yukarıda ifade edilen avantajlarından dolayı Mamdani Çıkarım mekanizması tercih edilmiştir. Mamdani çıkarım mekanizmasında bulanık şart işlemcisi (implikasyon) olarak "ve (kesişim)", bulanık bileşke işlemcisi olarak da "veya (birleşim)" operatörü kullanılmıştır. Bu tür çıkarım Minimumların Maksimumu olarak da adlandırılmaktadır [Liu, 1993].

3.2.4 Kullanılan durulama yöntemi

Durulama bulanık mantıkta tasarlanmış uzman sistemlerin son aşamasıdır. Durulama sırasında çıkışta tetiklenen dilsel ifadeler tetiklenme dereceleri de göz önünde bulunarak durulama işlemine sokulur ve durulama işlemi sonucunda da kesin bir sonuca ulaşılır. Bu projede Durulama yöntemi olarak Toplamların Merkezi (Center of Sums) yöntemi kullanılmıştır. Ağırlık merkezinle çoğu zaman aynı ya da çok yakın sonuçlar veren bir durulama yöntemidir. Toplamların merkezi yönteminde durulama sonrasında elde edilen sonuç Denklem 3.3'deki formülle hesaplanır.

Formülde $z*$ durulama sonrasında elde edilecek değeri, $\bar{z}$ ise ayrı ayrı tetiklenen her bir dilsel ifade altında kalan alanın ağırlık merkezinin başlangıç noktasına göre uzaklığını, μ ise üyelik derecelerini temsil eder [Ross, 2004].

$$z^* = \frac{\int_z \bar{z} \sum_{k=1}^{n} \mu c_k(z) dz}{\int_z \sum_{k=1}^{n} \mu c_k(z) dz} \quad \text{.....(3.3)}$$

3.3 Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları

Bulanık mantıktan yola çıkılarak kullanılan bulanık denetleyicilerle ilgili başlıca üstünlükler, zayıf noktalar ve eleştiriler aşağıda açıklanmıştır. Günlük hayatta olduğu gibi belirsiz, zamanla değişen, karmaşık sistemlerin denetimine çözümler getirir. Sistem basit bir matematiksel modelle tanımlanabilen bir sistemse o zaman geleneksel bir denetim yeterli olacaktır. Ama karmaşık bir sisteme geleneksel bir mantık uygulamak hem çok zor hem de yüksek maliyetlidir. Bulanık mantık denetiminin sağladığı bir diğer avantaj ise uzmanın karar verme sistemini oluşturulan kural tabanı vasıtasıyla bulanık uzman sisteme taşımasıdır [Yapay Zeka, 2009].

Bilindiği gibi otomatik vites değişimi motorun belli hızlara ulaşması sonucunda otomatik olarak gerçekleşir. Buna karşılık manuel vitesli bir arabada ise sürücü, yol, yük ve kendi araba kullanış tarzına göre belli durumlarda vites değiştirir. Subaru tarafından üretilen bir otomobil modelinde kullanılan aktarım organının değiştirilmesi, bir kayışın konumunun bulanık mantık kullanılarak değiştirilmesi ile sağlanır. Böylece arabanın ivmesi ve performansı sürekli olarak ayarlanabilir hale gelmektedir. Subaru, bu otomobilde kullandığı bulanık mantık üyelik fonk-siyonlarını, otomobili test şoförlerine kullandırarak ve onlardan ivme ve performans açısından en iyi aktarım oranını öğrenerek ayarlamıştır. Bu konuda Honda ve Nissan da benzer çalışmalar yapmışlardır. Bunlara karşın bulanık mantık denetleyicilere yönelik çeşitli eleştiriler getirilmiştir [Yapay Zeka 2009].

Bulanık mantık denetleyicilerinin süreç hakkında daha fazla bilgiye ve algılayıcıya ihtiyaç duyması, dolayısıyla daha yüksek maliyete sahip olması ve bulanık kural tabanının uzman yardımıyla oluşturulmasının gerekliliği BUS'ların dezavantajları olarak sayılabilir.

3.4 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

Bulanık mantığın ilk uygulaması, Mamdani tarafından 1974 yılında bir buhar makinesinin bulanık denetiminin gerçekleştirilmesi olmuştur. 1980 yılında bir Hollanda şirketi çimento fırınlarının denetiminde bulanık mantık denetimi uygulamıştır. 3 yıl sonra Fuji Elektronik şirketi su arıtma alanları için kimyasal püskürtme aleti üzerine çalışmalar yapmıştır. 1987'de ikinci IFSA kongresinde ilk bulanık mantık denetleyicileri sergilenmiştir. Bu denetimler 1984 yılında araştırmalara başlayan Omron şirketinin 700'den fazla yaptığı uygulamaları içermektedir. 1987 yılında ise Hitachi Electronics'in tasarladığı Japon Sendai metrosu denetleyicisi çalışmaya başlamıştır. Bu bulanık mantık denetim metroda daha rahat bir seyahat, düzgün bir yavaşlama ve hızlanma sağlamıştır. Bulanık mantık kuramının uygulamalarının ürünleri Japonya'da 1990 yılında tüketicilere sunulmuştur. Bulanık mantık uygulamalarına diğer bir örnek arabalarda yakıt enjeksiyonu ve ateşleme sisteminin denetimidir. Ayrıca, elektrik süpürgesi, televizyon gibi cihazlarda da bulanık mantık denetiminin kullanılması yaygınlaş-mıştır. Bulanık mantık uygulamaları, ısı, elektrik akımı, sıvı gaz akımı denetimi, kimyasal ve fiziksel süreç denetimlerinde de kullanılmaktadır [Bilişim dergi, 2009].

Bulanık mantık yaklaşımı uygulandığında öncelikle problemin özellikleri tanımlanır. Bulanık mantık yaklaşımlarının kullanıldığı sistemler klasik sistemlere göre daha etkin ısı ve hız denetimi yapabilmektedir. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlanmakta ve kullanılan cihazın ömrü uzamaktadır [Ross,2004].

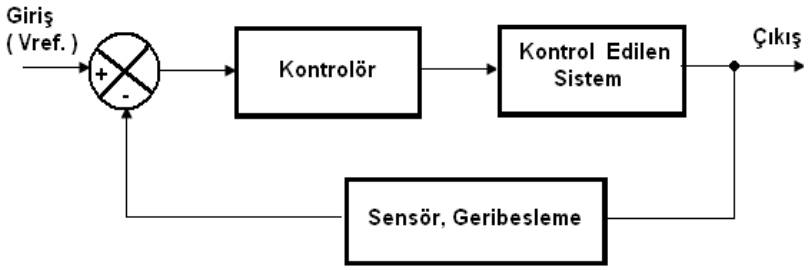
Günümüzde hemen hemen her alanda uygulama alanı bulan bulanık mantık, özellikle sanayi alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bulanık mantık uygulamalarına

örnek olarak çimento üreten sanayi sektörünü de verebiliriz. Bu sektörde kireç taşı ve kil 1000-1400 derece sıcaklıkta reaksiyona girmektedir. Fırın içindeki sıcaklık ve oksijen oranı çimentonun kalitesini doğrudan etkilemektedir. Sadece bu konuda uzman operatörler istenilen limitler dahilinde kaliteli ürün elde edebilmektedirler. Ama vardiyalı bir sistemle çalışan bu fabrikada çok sayıda operatör vardır ve her operatörün uzmanlıklarının farklı olması nedeniyle farklı niteliklerde ve verimlilikte ürün elde edilmektedir. İstenilen kalitede ürün sadece bu işte yıllardır çalışan uzmanlar tarafından sağlanabilmektedir. Zira çimento üretimi bulanık bir yapıya sahiptir ve süreç kontrolünü bulanık kurallar sağlamaktadır. Örneğin ısıyı 10 derece yükselt veya 5 derece azalt gibi kesin kurallar değil biraz azalt, biraz yükselt gibi bulanık terimlerle ifade edilen kurallarla kontrol edilmek tedir. Bu sorunun çözümü için uzman operatörlerin kullandığı 50-60 pratik kuraldan hareketle bir mikrokontrolör oluşturulmuş ve sonuçta ürün kalitesinde artış ve yakıtta da büyük tasarruf elde edilmiştir. Daha sonraları bulanık mantık, insansız uçakların kontrolünde, tren frenleme sistemlerinde, ABS (otomatik fren sistemi) ve ASC (otomatik vites kontrolü) kontrolünde kullanılmıştır [Bilişim dergi, 2009].

3.5 Bulanık Mantık Denetleyici Sistemlere Genel Bakış

Otomatik kontrol sistemleri çeşitli fiziksel değişkenleri ölçen ve ölçülen fiziksel değişkenin (sıcaklık, basınç vb.) istenilen değere getirilmesini sağlayan sistemlerdir. Kontrol sistemleri genel olarak açık çevrim ve kapalı çevrim kontrol sistemleri olarak ikiye ayrılırlar. Açık çevrim kontrol sistemleri herhangi bir geri besleme elemanı içermediklerinden dolayı kontrol edilen fiziksel değişkenin anlık değeri sisteme geribesleme ile bildirilmektedir. Kapalı çevrim kontrol sistemleri ise geribesleme elemanı içerdiklerinden dolayı sistemin çıkış değeri sürekli olarak izlenir ve sistem tepkisi geri besleme elemanından gelen sinyal ile referans sinyal karşılaştırılarak belirlenir [Coeyman, 1996].

Kontrolü yapılan sinyalin ölçülmesi için sensörler kullanılır. Kapalı çevrim denetim sistemlerinde giriş sinyal değerlerine, çıkış veya sistemin sonuç değerleri etki etmektedir. Bu denetim sistemlerinde yeterli tepki elde edebilmek için döngü içinde ek olarak düzeltici veya denetleyici birimine gerek duyulur. Kapalı çevrim kontrol sistemlerinin genel olarak gösterilişi Şekil 3.1 deki gibidir [Elmas, 2003].



Şekil 3.1 Kapalı çevrim kontrol sistemi

Denetimi yapılan fiziksel sistemin çıkışı veya tepkisi hata sinyali tarafından ayarlanır. Hata sinyali, istenen referans değer ile sistemin şu andaki çıkışı (algılayıcı tarafından ölçülen değer) arasındaki farka eşittir [Elmas, 2003].

Bir bulanık uzman sistem ise genel olarak 4 bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler bulanıklaştırıcı, kural tabanı, çıkarım mekanizması ve durulaştırıcı olarak ifade edilir [Lim, 1995]. Geleneksel sıcaklık kontrol sistemlerinde çıkış sıcaklığı bir sıcaklık sensöründen gelen geri besleme sinyalinin referans giriş sinyali ile karşılaştırılması sonucunda ayarlanmaktadır ve diğer etkenler ihmal edilmektedir. Bulanık mantık kullanılarak tasarlanan kontrol sistemlerinde ise sıcaklık dışındaki diğer etkenlerde hesaba katıldığından daha başarılı bir kontrol sağlanmıştır. 1970'ten bu yana bulanık kontrolörler başarılı bir şekilde elektronik kontrol sistemlerine adapte edilmişler ve bu tip kontrolörlerden elde edilen sonuçlar normal PID tipi kontrolörlere göre daha başarılı olmuştur [Kazemian, 2005].

4. ÇOK ÇEKİRDEKLİ İŞLEMCİLER VE MİKROİŞLEMCİLERDE GÜÇ TÜKETİMİ

4.1 Dağıtık Sistem Modeli

Dağıtık sistemlerde bilgi işleme, tek bir makinede sınırlanmamış birkaç bilgisayar üzerine dağıtılmıştır. Büyük bilgisayar tabanlı sistemlerin çoğu dağıtık sistemlere geçmiştir. Dağıtık sistemlerde; donanım ve yazılım kaynaklarının paylaşımı yapılabilir, bir hata oluştuktan sonra operasyona devam edilebilir, eşzamanlı işleme sayesinde performans arttırılabilir, farklı sağlayıcılardan gelen yazılım ve donanımlar kullanılabilir. Tüm bu faydaları dışında dağıtık sistemler genelde merkezi sistemlere göre daha karmaşıktırlar ve sistem yönetimi için daha fazla yük gerekir. Çoklu işlemci mimarileri en basit dağıtık sistem modelidir [Wikipedia, 2009].

4.2 Çok Çekirdekli İşlemci Kavramı

Çok çekirdekli işlemcilerde, çekirdek diye bahsedilen aslında fiziksel manada işlemcinin kendisidir. İşlemci paketi içerisinde çok yakın bir zamana kadar sadece bir tane işlemci çekirdeği bulunuyordu. Fakat çok çekirdekli işlemcileri ele aldığımızda, bir zar içerisinde iki ya da daha fazla işlemci çekirdeği bulunduğunu görürüz. Çok çekirdekli işlemciler denildiği zaman mutlaka değinilmesi gereken çeşitli kavramlar vardır [Wikipedia, 2009].

• Çoklu İş Parçacığı (Threading): Aynı anda birden fazla iş parçacığını, bir işlemin daha küçük kısımlarını işleme sokabilme olarak tanımlanmaktadır.

• Çoklu İşleme (Multi Processing): Çoklu iş parçacığı ve çekirdekler ile yapılan çoklu işlemlerin tümüdür.

• Çoklu Görevlendirme (Multi Tasking): Birden fazla programın aynı anda çalıştırılmasını sağlar.

4.3 Çok Çekirdekli İşlemci Tasarımı ve Gelişimi

Çoklu çekirdek tasarımının en büyük avantajı, aynı anda birden fazla işlem yapabilme kapasitesidir. Bu tür işlemcilerde hızı sağlayan asıl etken, aynı zar üzerindeki iki işlemcinin etkileşmesinin, ayrı ayrı işlemcilerin aynı görevi yürütmesinden daha hızlı olması ilkesine dayanmaktadır. İşlemci piyasasında işlemci performansı çok önemlidir ve bu yüzden performans en yüksek düzede tutulmaya çalışılır. Çok iş parçacıklı yazılımlar, iş parçacıklarını çekirdekler arasında paylaştırır. Bir bilgisayarın başarımını arttırmak için saat (clock) hızını yükseltmektense daha fazla sayıda çekirdek ekleyerek iş bölümünü arttırmanın, performansı daha çok arttırdığı gözlemlenmiştir [Wikipedia, 2009].

Eski 8086 işlemcilerinden, Athlon 64 ve Intel Pentium 4'e kadarki tüm işlemciler tek çekirdeklidir. Yani bunlar, üzerlerinde tek bir işlem birimi taşıyan işlemcilerdir. Çift işlem çekirdeğine sahip olmak demek teorikte çift işlem gücü demektir ancak işlem gücünün artabilmesi için uygulamaların çok çekirdekli işlemcilere göre uyarlanmış olması gereklidir.

Eğer yazılım çok iş parçacıklı çalışmak üzere tasarlanmışsa, daha yüksek hesaplama gücüne ihtiyaç duyan ağır bir yazılım olduğunu söyleyebiliriz. Bu tür yazılımları çalıştırmak için çift çekirdekli işlemcileri kullanmak kullanıcıya kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca çift çekirdek, kullanıcı internette dolaşırken aynı anda elektronik posta gönderebilmesi gibi birden fazla uygulamayı aynı anda çalıştırmada da kolaylık sağlamaktadır. Böylece çift çekirdek sayesinde aynı anda birçok uygulama sorunsuz çalışır. Dört çekirdekli işlemcilerin ise performanslarını tam olarak gösterebildikleri yazılım sayısı şu an sınırlı olmasına karşın yüksek verim alınabilecek yazılım türleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Dört çekirdekli işlemciler, dört adet işlem çekirdeğinin ortak bir önbellekte tek bir yonga içine sokulmasıyla üretilmektedirler [Wikipedia, 2009].

4.4 Firmaların Çok Çekirdek Çalışmaları

Çok çekirdekli işlemciler üzerinde çalışan birçok firma bulunmaktadır. Bunların bazılarının çalışmaları aşağıdaki gibidir:

Intel firmasının 1989 yılında yayınladıkları bir makalede 2000 yılında çift çekirdekli işlemci hedeflediklerini açıklamışlardı ancak 2005 yılında firma planlarını gerçekleştirilebilmiştir. Intelin 2002 senesinde NetBurst mimarisindeki işlemcilerinde kullandığı "Hyper Threading" ilk çoklu işleme teknolojisi oldu. Hyper Threading, eş zamanlı multi threading denilen bir yöntem kullanıyordu ve Intel bu teknolojiden % 30 verim artışı beklemesine rağmen, % 15 verim artışı alabildi. Çünkü yeniden yürütme sisteminde düzeltilmesi gereken noktalar vardı ve bu da performansı düşürüyordu. Hyper Threading teknolojisinin güvenlik yönünden de eksikleri bulunmaktaydı [Wikipedia, 2009].

Core2Duo mimarisinde akıllı önbellek teknolojisi kullanılmıştır ve bu teknoloji ile amaçlanan hiçbir çakışma olmadan iki yürütme çekirdeğinin aynı belleği kullanmasıdır. Core2duo mimarisinde iki çekirdeğin aynı anda farklı programları rahat rahat çalıştırabilmesi hedeflenmiştir. Intel, bu tür amaçlar doğrultusunda 2005 yılında ilk çok çekirdekli işlemcisini Pentium Extreme Edition ile piyasaya sundu. Bu işlemciler, aynı saat hızına sahip işlemcilerin tek bir zar üzerine yerleştirilmesiyle elde edilmiştir. Daha sonraları Intel, Pentium M mimarisini geliştirerek Core Duo ile dizüstü bilgisayarlar için ilk çift çekirdekli işlemciyi üretti ve aynı mimariyi geliştirerek Core2Duo işlemcileri masaüstü bilgisayarlar için piyasaya sürdü. Intel, 2006 yılında 4 çekirdekli işlemci üretmek için harekete geçmiştir ve 2007'de Intel Core2Extreme ile birlikte ilk 4 çekirdekli işlemci de hazır hale gelmiştir. [Wikipedia, 2009].

AMD çok çekirdekli işlemciler konusunda Intel'in biraz gerisinde kalmıştır. AMD'nin çok çekirdekli ilk işlemcisi 2005 yılında piyasaya sürdüğü çift çekirdeğe sahip Opteron'dur. AMD hemen 1 ay içerisinde Athlon 64X2 ile masaüstü bilgisayarlar için olan çift çekirdekli işlemcisini de piyasaya sürdü. AMD çok çekirdekli işlemcilerinde, her çekirdek başına bir önbellek sağlamaktadır. AMD

“doğrudan bağlantı” denilen bir teknoloji ile performans artışı sağlamaktadır. Bu mimaride farklı programlar aynı anda düzgünce çalışabilecektir ama aynı programın aynı veri üzerinde çalışması kolay olmayacaktır. AMD mimarisinde ise yürütme çekirdekleri doğrudan belleklere bağlı ve bellekler ayrıdır. Çift çekirdek teknolojileri firmalar tarafından geliştirilmeye devam edilmektedir ve her geçen gün piyasaya yeni modeller çıkmaktadır. IBM, 2000 yılında POWER4 işlemcileri ile ilk çift çekirdekli işlemciyi üreten firmadır. Aynı yıl içerisinde IBM’in, Sony ve Toshiba ile kurduğu STI, Cell adlı çok çekirdekli işlemci geliştirmeye başladı. Cell işlemcileri; güç işlemcisi elemanı, sinerjetik işleme elemanları ve eleman ara bağlama yolu olmak üzere 3 temel kısımdan oluşmaktadır [Wikipedia, 2009].

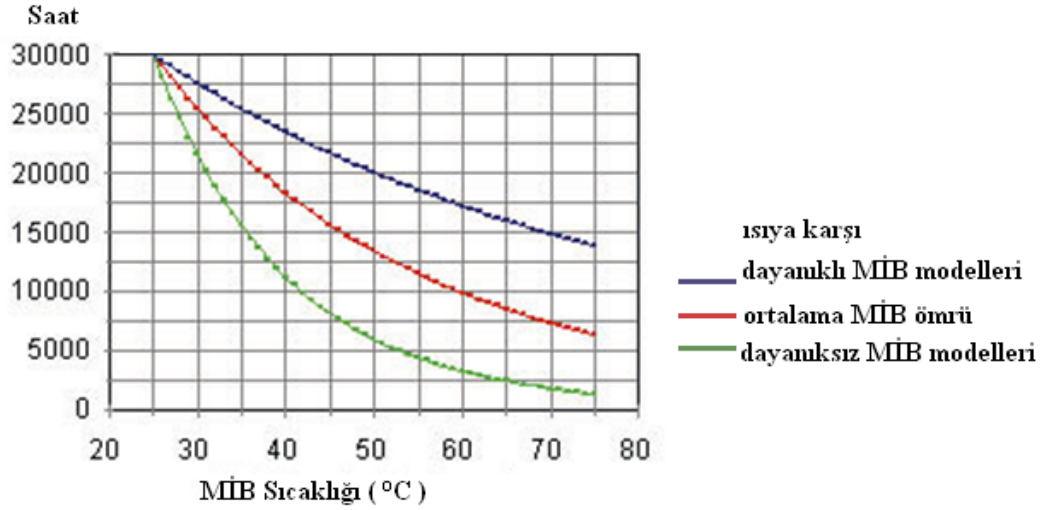
4.5 Mikroişlemcilerde Frekans ve Sıcaklık Arasındaki İlişki

Mikroişlemcinin frekansındaki artış mikroişlemcinin performansını arttırmakla birlikte güç tüketimini de artırmaktadır. Yapılan deneyler işlemcinin güç tüketiminin frekansla doğru orantılı olarak arttığını göstermiştir. Güç tüketimi frekansla doğrusal olarak ve gerilimin karesiyle de doğru orantılı olarak artmaktadır [Intel, 2009] .

Çift çekirdekli işlemcilerde bir çekirdek çok işlem yaptığında ve aktif olduğunda büyük ısınmalar oluşabilir, bu durumda aynı işlemler daha pasif olan çekirdeğe transfer edilir. Bu olaya migrasyon (göç) denilmektedir. Bir iş parçacığı 1. çekirdekte yürütüldüğü esnada çok ısınırsa, bu durumda işlemler bu çekirdekten diğer daha pasif olan çekirdeğe transfer edilebilmektedir. Komutlar iş parçacıklarına ayrılarak ve bununla paralel olarak ayrı ayrı çekirdeklerde işlenerek çıkışta birleştirilir. Böylece çekirdek sıcaklıkları arasındaki aşırı dalgalanmalar engellenmiş olmaktadır [Allahverdi, 2009].

Isıyla MİB ömrünün nasıl değiştiği Şekil 4.1 de yer alan grafikte gösterilmiştir. Grafikte mavi renkteki eğri ısıya karşı dayanıklı MİB modellerinin sıcaklıkla ömürlerinin değişimini, kırmızı renkteki eğri ortalama MİB ömrünü ve yeşil renkteki eğri de ısınmaya karşı dayanıklı olmayan MİB modellerinin sıcaklığa göre ortalama

ömrünün değişimini göstermektedir. Her MİB modelinin ömrü çalışma sıcaklığına, modeline kullanım süresine vb. bir çok faktöre göre değişmekle birlikte grafikte verilen eğriler bazı bilgisayar dergileri tarafından yapılan testlerin sonucunda elde edilen ortalama değerlerdir. Grafikten de görüleceği üzere, ortalama MİB sıcaklığı arttıkça, MİB ömrü azalmaktadır [Overclockers, 2009].

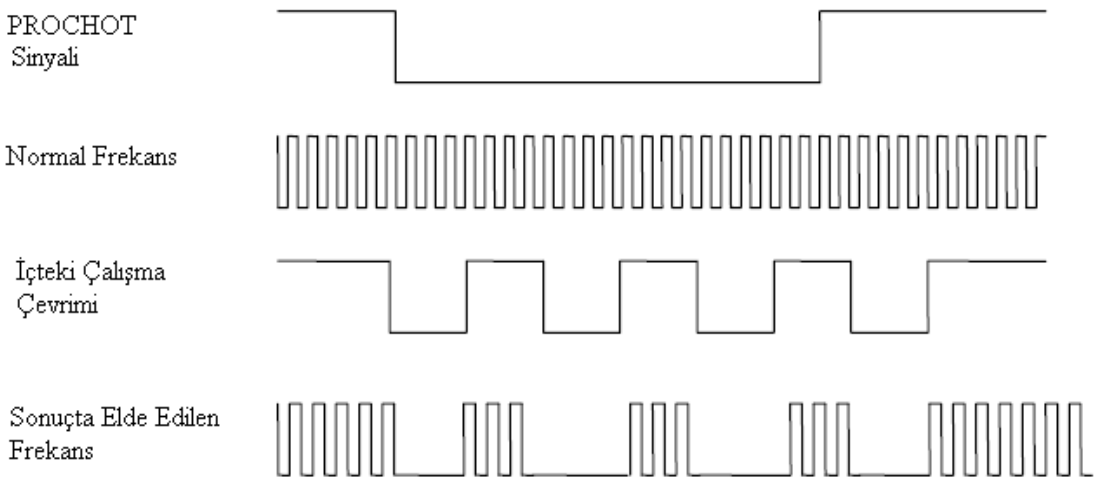


Şekil 4.1 MİB Sıcaklığına bağlı olarak MİB ömrünün değişimi.

4.6 Intel Termal Kontrol Teknolojisi

Intel tarafından geliştirilen ve Termal Kontrol Devresi ismini alan bu teknoloji eğer kullanıcı tarafından aktif hale getirilirse mikroişlemci aşırı ısındığı zaman devreye girmekte ve işlemci frekansını düşürerek işlemcinin zarar görebileceği kritik sıcaklık seviyelerini aşmasını önlemeyi amaçlamaktadır. Bu durumda mikroişlemcinin etkin frekans değeri normalde çalıştığı frekans değerinden daha düşük olmakta ve frekans düşürüldüğü için ısınma azalmakta fakat bununla birlikte sistem performansı düşmektedir. Mikroişlemcilerde harcanan güç gerilimin karesi ve frekansla doğru orantılıdır. Buradan frekansın arttıkça mikroişlemci tarafından harcanan gücün

dolayısıyla ısının da artacağını söylemek mümkündür. Bu yüzden aşırı ısınmaları önlemek amacıyla etkin frekans değerini düşürme yoluna gidilmiştir. PROCHOT# sinyali, Pentium 4 775, LGA paketindeki ve daha ileri mikroişlemcilerin sahip olduğu bir teknolojidir. Bu sinyal işlemci aşırı ısındığı zaman devreye girmekte ve "clock" sinyallerinin bazılarını iptal ederek aşırı ısınmanın önüne geçmeyi hedeflemektedir. Böylece işlemci aşırı ısındığı zaman sistem devreye girdiğinde işlemci kalıcı hasar görmeye karşı korunmaya çalışılmakta, buna rağmen etkin frekans değeri düşürüldüğü için işlemci performansı düşmektedir. Şekil 4.2' de Intel Termal Kontrol Teknolojisinin nasıl devreye girdiği ve frekans darbelerinden bazılarını nasıl elimine ettiği görülmektedir [Intel, 2009]. Buna karşılık, oluşturulan bulanık uzman sistem yazılımı, etkin bir soğutma sağladığından dolayı etkin frekans değeri düşürülmemekte, aşırı ısınma olmadığı için etkin frekans değeri sistem tarafından düşürülmemekte ve performans kaybı olmamaktadır.



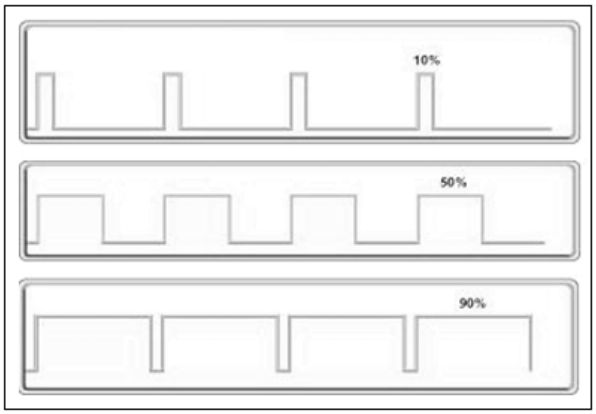
Şekil 4.2 Intel Termal Kontrol Teknolojisinin nasıl devreye girdiği ve frekans darbelerinden bazılarının elimine edilip etki frekansın düşürülmesi

4.7 DARBE GENİŞLİK MODÜLASYONU

Darbe genişlik modülasyonu (PWM) üretilecek olan darbelerin, genişliklerini kontrol ederek, çıkışta üretilmek istenen analog elektriksel değerin veya sinyalin elde edilmesi tekniğidir. PWM elektrik ve elektronikte birçok alanda, farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Telekomünikasyon, güç, voltaj düzenleyiciler, ses üreteçleri veya yükselteçler gibi çeşitli uygulama alanları ve farklı uygulamaları bulunmaktadır. SMPS (Anahtarlamalı Mod Güç Kaynakları) güç kaynakları, düzenlenecek olan çıkış voltajlarını bu teknikten yararlanarak elde etmektedirler. Bilgisayarınızın kasasındaki güç kaynağını düşündüğünüzde, 350Wattlık çıkış gücüne sahip olan bir güç kaynağının nasıl bu kadar küçük ve etkin tasarlanmasının cevabı SMPS olmasıdır.

Üretilen kare dalga darbe sinyallerinin genişliklerinin ortalaması, çıkışta üretilecek olan analog gerilim değerin elde edilmesini sağlar. PWM tekniği mikroişlemci ve kasa soğutucu fanlarda, klimalarda ve daha birçok elektronik ekipmanda kullanılan verimli ve harcanan güçten tasarruf sağlayan bir tekniktir. Sinyalin "On" konumunda kaldığı süre değiştirilerek aktarılmak istenen ortalama gerilim değeri değiştirilir böylece fan hızı, kompresör hızı, motor dönüş hızı vb. kontrol edilir. Şekil 4.3'de darbe genişlik modülasyonlu sinyaller ve bu sinyallerin "on" konumunda kalma sürelerinin değiştirilmesi gösterilmiştir. Darbelerin "On" konumunda kalma sürelerinin artması uygulanacak gerilimin etkin değerinin artması anlamına geldiğinden kontrol edilen sisteme aktarılan güç arttırılmış olunur [Antrak, 2007].

Günümüzde Darbe Genişlik Modülasyonu (PWM) tekniği birçok A sınıfı klimada kullanım alanı bulmuştur. Güç ayarı yapan öndeki elektronik devrede güç kaybının ihmal edilebilecek kadar az düzeyde olması verimliliği ve tasarrufu arttırmaktadır. Ayrıca PWM tekniği mikrokontrolörlü sistemlere uygulanabilirliği yüzünden birçok elektronik firması tarafından tercih edilmektedir [Antrak, 2007].



Şekil 4.3 Darbe genişlik modülasyonlu sinyalin "Duty Cycle" değeri değiştirilerek ortalama gerilim değerinin değiştirilmesi

4.8 Donanım Kontrolörleri

Bir çok mikro denetleyici dahili PWM modülüne sahiptir. Örneğin, PIC16C67 16F628 ve 16F877 içerisinde dahili PWM modülleri bulunmaktadır. Bu mikrodenetleyicilerde bulunan PWM nodülleri kullanılarak PC ile seri haberleşme yapılabilmekte ve darbe genişlik modülasyonlu sinyal üretilebilmektedir [Microchip, 2008].

5. BİLGİSAYAR VE PIC ARASINDAKİ HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE RS 232 ARAYÜZÜ

Bilgisayar ile PIC 16F877 arasında gerçekleştirilen iletişim RS232 Seri Port vasıtasıyla yapılmıştır. Yapılan donanım tasarımında, 9 Pinli RS232 seri arayüzü kullanılmış olup bilgisayar ile PIC arasında yapılan seri haberleşmenin temelleri aşağıda anlatılmıştır.

5.1 Seri Haberleşme ve RS-232 Arayüzünün Genel Yapısı

RS-232 (Recommended Standart 232), Veri Terminal Ekipmanı, (DTE, Data Terminal Equipment) ve Veri Haberleşme Ekipmanı, (DCE, Data Communications Equipment) arasında seri ikili veri alış verişi oluşturmak amacı ile tasarlanmış olan standartlar bütünüdür. DTE (Veri Terminal Ekipmanı) bir uçbirim veya bilgisayar, DCE (Veri haberleşme ekipmanı) ise modem, printer, mikrokontrolörlü devre gibi bir haberleşme cihazıdır. RS-232 standartı ilk olarak 1960'ta Electronic Industries Association tarafından hayata geçirilmiştir. Bu standart ve veri haberleşme protokolü yıllar boyunca geliştirilmiş ve 1969'da kabul edilen üçüncü sürümü (RS-232-C) PC üreticilerinin standart seçimi olmuştur. 1987'de dördüncü sürümü kabul edilmiştir. (RS-232-D ayrıca EIA-232-D olarak da bilinir). Bu yeni sürümde üç adet ek test hattının standarta eklenmiştir [Camiresearch, 2009].

RS 232 seri iletişim uygulamalarında genelde DB 25 tipi konektörlerin yanında DB9 tipi 9 uca sahip olan konektörler de kullanılmaktadır. Günümüzde bilgisayarlarda genel olarak DB 9 tipi bağlantıya sahip olan 9 uçlu RS232 standartı kabul edilmiştir. Bu standartta veri terminal cihazı (bilgisayar vb.) erkek, veri haberleşme cihazı ise dişi terminal kullanır [Camiresearch, 2009].

5.2 Seri Haberleşmenin Temel Yapısı

Seri haberleşmenin temeli verilerin tek bir hat üzerinden bit dizileri şeklinde gönderilmesidir. Seri port bilgisayardan yollanacak olan bit paketlerini seri bit dizilerine dönüştürür ve dönüştürülen dizileri seri port vasıtasıyla veri haberleşme cihazına gönderir. En temel seri haberleşme sisteminin bir sinyal hattı ve bir de toprak hattı olmak üzere iki adet hatta ihtiyaç duymaktadır. Fakat veri kaybı ve veri kaybı olması gibi durumları engellemek için hata kontrolünün yapılması gereklidir [Camiresearch, 2009].

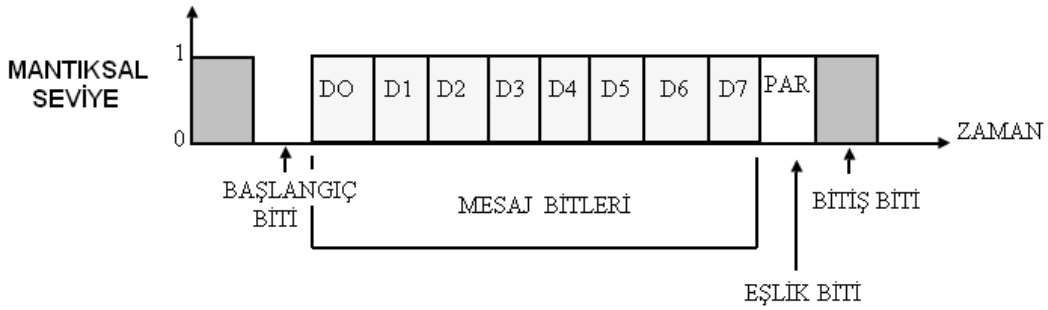
Görsel yazılım dilleri kullanarak da seri haberleşmenin gerçekleştirilmesi bilgisayar portları kullanılarak kontrol edilen ve sensörlerle haberleşebilen BUS'lar için oldukça önemlidir. Microsoft Framework 2.0'dan önceki sürümlerinde portlarla haberleşme ile ilgili bir sınıf bulunmamaktaydı. Bu yüzden seri port haberleşmesi Windows API leri kullanılarak yapılıyordu. Bu eksiklik .NET 2.0 ile giderilmiştir. Framework 2.0, System.IO.Ports isimli yeni bir sınıf sağlamaktadır. Seri portlar, bilgisayar üzerinde hem veri yollayıp hem de veriyi aynı alarak çalışmaktadır. Bu tarz çalışma şekline terminolojide full-duplex denmektedir. Seri port haberleşmede 1 byte'lık veriyi transfer ederken, tek kablo üzerinden bitlerini belirli zaman aralıklarıyla tek tek yollamaktadır. Yani veri önce start bit, sonra veri ve son olarakta stop bit şeklinde yollanır. Bu yüzden RS232, haberleşmede çok önemli bir yer tutmaktadır [MSDN, 2009].

5.3 Seri Haberleşme Yöntemlerine Genel Bakış

Seri haberleşmede bit hatalarını düzeltmek için kullanılan iki temel seri iletim metodu bulunmaktadır. Bunlardan ilkine senkron haberleşme denir. Bu durumda alıcı durumundaki uç birim, bitlerden eksik olup olmadığını veya

fazladan bitin olup olmadığını kontrol edebilmektedir. Bu yöntemin dezavantajı, haberleşme ekipmanlarının herhangi bir ucunun saat darbelerini kaybettiği durumlarda iletimin durmasıdır. Bu yöntemden başka bir yöntem olarak PC'lerde kullanılan ve bit dizilerinin içerisine çeşitli işaretçi bitler eklemeyi gösterebiliriz [Camiresearch, 2009].

Kısa bir veri dizisinin başlangıcı, belirten bir başlangıç biti eklenerek her bitin yeri bitlerin düzenli aralıklarda zamanlanmasıyla, tespit edilebilir. Her 8 bitlik dizinin önünde başlangıç biti gönderilmesiyle iki sistemin eş zamanlı çalışmasına gerek kalmaz, tek dikkat edilmesi gereken, her iki sistemin port hızlarının aynı olmasıdır. Haberleşmenin alıcı ucu başlangıç bitini aldığında kısa süreli bir zaman sayacı çalıştırır. Dizilerin kısa tutulmasıyla, zaman sayacının devre dışı kalmasının önüne geçilmiş olur. Bu yöntem haberleşme kanalının alan ve gönderen uçlarının bir işaret hattı ile tam olarak eş zamanlılığı sağlanmadığı için asenkron haberleşme olarak bilinir. Her bit dizisi, mesaj (Word) adı verilen 5 veya 8 bitlik gruplara bölünür. PC ortamında 7 veya 8 bitlik mesajlar kullanılır, ilki, ASCII tablosundaki büyük ve küçük tüm metin karakterlerini (127 karakter) sağlarken, ikincisi bir byte'ı tam anlamı ile ifade eder. Geleneksel olarak bir mesajın en arkadaki biti ilk, en öndeki biti son olarak gönderilir. Haberleşme sırasında gönderen taraf, her mesajı, başına bir başlangıç biti, sonuna da bir veya iki duruş biti ekleyerek kodlar. Bazen de ilk duruş biti ve son bit arasına veri doğruluğunu kontrol etmek için bir eşlik (parite) biti eklenir. Bundan sık sık veri çerçevesi (data frame) olarak söz edilir. Kullanılabilecek beş değişik eşlik türü vardır. Darbe eşlik (Mark parity) biti her zaman lojik "1" değerine kurulur, boşluk eşlik biti lojik "0"dır. Çift eşlik (Even parity) biti mesaj içindeki bitlerin sayısı çift ise lojik "0"a, tek eşlik (Odd parity) biti ise bit sayısı tek ise lojik "0"a kurulur. Eşlik bitlerinin kullanımı zorunlu değildir, kullanılmaması her çerçevede iletilecek bir bitten tasarruf sağlar ve eşliksiz (Non parity) bit çerçevesi olarak adlandırılır. Şekil 5.1'de asenkron seri veri çerçevesinin genel yapısı ve bit çerçevesi gösterilmiştir [Wikipedia, 2009].



Şekil 5.1 Asenkron Seri Veri Çerçevesi

5.4 Bit Oranları (Saniyede İletilen Veri Hızı)

Her asenkron seri işaretin önemli diğer bileşeni ise verinin iletildiği bit oranıdır (bit gönderme hızıdır). Verinin gönderildiği oranlar en az 300 bps (saniyede bit) hızına dayanır. 50, 100 ve 150 bps gibi daha düşük hızlar olsa da, günümüz teknolojisinde bunlar kullanılmamaktadır. Daha hızlı oranlar 300 bps'lik orana dayanır. İkiye katlanarak, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 ve en yükseği günümüz BlOS'ları tarafından desteklenen azami 38400 oranı mevcutur. Yeni yüksek hızlı modemlerin ortaya çıkışı yüzünden, yüksek hızlı portlar da geliştirilmektedir. Tüm bu gidiş hat Evrensel Seri Veri yolunun (Universal Serial Bus, USB) ortaya çıkışı ile tümüyle değişmiştir. Tablo 5.1'de RS-232-C standardında tanımlanan tüm işaretler listelenmiştir. Her işaret harfleri, V.24 eşdeğeri (CCITT), DB-25 ve DB-9 konnektör üzerindeki pin numarası, yönü ve ismi ile tanımlanmıştır. Tabloda eğer ilk harf A ise bu ortak bir devredir. Eğer ilk harf B ise bu bir sinyal devresidir. Aynı şekilde ilk harf C ise bu bir denetim devresi, ilk harf D ise bu bir zamanlama devresidir. Harflerin önünde S harfinin bulunması Sekonder kanal olduğunu göstermektedir [Wikipedia, 2009].

Tablo 5.1 RS-232-C standardında tanımlanan tüm işaretler

HARFLENDİRME	V.24	DB 25	DB 9	ANLAMI
AA	101	1	-	Koruyucu Toprak
AB	102	7	5	İşaret Toprağı
BA	103	2	3	İletilen Veri
BB	104	3	2	Alınan Veri
CA	105	4	7	Gönderme Talebi (RTS)
CB	106	5	8	Gönderme İçin Hazır
CC	107	6	6	Veri Kümesi Hazır
CD	108	20	4	Veri Uçbirimi Hazır
CE	125	22	9	Ring (Halka) tespitçisi
CF	109	8	1	Taşıyıcı tespiti
CG	110	21		Sinyal Kalitesi Tespiti
CH/CI	111/112	23		Veri Sinyal Oranı Seçicisi
DA	113	24		Gönderici İşaret Zamanlaması
DB	114	15		Gönderici İşaret Zamanlaması
DD	115	17		Alıcı İşaret Zamanlaması
SBA	118	14		Sekonder TX
SBB	119	16		Sekonder RX
SCA	120	19		Sekonder RTS
SCB	121	13		Sekonder CTS
SCF	122	12		Sekonder CD
		9		Pozitif Test
		10		Negatif Test
		11-18-25	-	-

5.5 Standarttaki Harflendirmenin Anlamı

AA Koruyucu Toprak

Bu hat sinyal toprağı olarak kullanılmamalıdır. Bu kablo eğer mümkünse ara bağlantı kablosunun ekranlamasına bağlanabilir. Bu hattın karşılıklı olarak bağlanmasıyla, taraflardan birinde meydana gelebilecek bir izolasyon hatası veya başka bir problemden ötürü işaret toprağından büyük bir akımın akması engellenmiş olmakla birlikte korunma sağlanmış olur [Wikipedia, 2009].

AB: Sinyal toprağı

Bu alınan ve gönderilen tüm sinyaller için referans olarak kullanılan sıfır volt potansiyelinde kabul edilen uçtur. Sinyal toprağı veri haberleşmesi için çok önemlidir ve her haberleşme sisteminde bulunmalıdır.

BA: Gönderilen Veri

Bu hat Veri Terminal Ekipmanından, veri haberleşme ekipmanına veri iletimi için kullanılır. Bir şey iletilmediğinde lojik "1" durumunda bırakılır. Uçbirim aşağıdaki hatların hepsi mantıksal "1" seviyesinde olduğunda iletime başlar:

- Göndermeye Hazır (Ready To Send)
- Veri Uçbirimi Hazır (Data Terminal Ready)
- Veri Kümesi Hazır (Data Set Ready)
- Veri Taşıyıcısı Tespit Edildi (Data Carrier Detect)

BB: Alınan Veri

Bu devre veri haberleşme ekipmanından veri terminal ekipmanına veri alımı için kullanılır. Bu uçbirim iletime aşağıdaki hatların hepsi birden mantıksal "1" seviyesinde olduğunda başlar [Camiresearch, 2009]:

- Gönderme Talebi (Request To Send)
- Veri Uçbirimi Hazır (Data Terminal Ready)
- Veri Kümesi Hazır (Data Set Ready)
- Veri Taşıyıcısı Tespit Edildi (Data Carrier Detect)
- Standart çıkış seviyelerini, -5'ten -15 V'a lojik "1" için ve +5'ten +15 V'a lojik 0 için, giriş seviyeleri olarakta -3'tan -15 V'a lojik "1" ve +3'ten +15 V'a lojik "0" olarak belirlemiştir.

CA: Gönderme Talebi (Request To Send)

Bu hatta veri terminal cihazı (bilgisayar) veri almak istediğinde veri haberleşme cihazına (modem vb elektronik devre) bir sinyal gönderir.

CB: Göndermeye Hazır

Burada veri haberleşme cihazı, veri terminal cihazına veri almaya hazır olduğunda bir işaret gönderir.

CC: **Veri Kümesi Hazır**

Lojik seviye l 'de bu hat veri haberleşme cihazı, veri terminal cihazına veri göndermek için hazır olduğunu bildirir.

CD: Veri Uçbirimi Hazır

Veri terminal cihazın'dan mantıksal seviye "1" gönderildiğinde veri haberleşme cihazı veri alış verişine başlayabilir. bu hat mantıksal "0"a geçtiğinde veri haberleşme cihazı tüm haberleşmeyi sonlandıracaktır [Camiresearch, 2009].

CF: Veri Taşıyıcısı Tespiti

Bu hatta veri haberleşme cihazı, veri terminal cihazına uzaktaki bir cihaza bir taşıyıcı bağlantısı kurduğunu bildirir.

CE: **Ring Indikatörü (Göstergeci)**

Bu hat modem otomatik cevap modunda olmadığında, iletişim programına uzaktaki cihazın çağrı kurmak için aradığını bildirmek için kullanılır. Bu işaretin kullanımı seçime bağlıdır ve modem otomatik cevap modunda ise kullanılmaz.

CG: **Sinyal Kalitesi** (Signal Quality)

Bu hat nadiren kullanılır. Veri haberleşme cihazı tarafından veri terminal cihazına hattın zayıf veya iyi bir bağlantı kurmak için elverişli olmadığını bildirmek için kullanılır.

CH: Veri İşaret Oranı Seçicisi (Data Signal Rate Selector)

Modem değişik bağlantı oranlarını (hızlarını) sağladığı takdirde, DTE, bağlandığı hızı seçer. Genellikle bu hat en yüksek hızın seçilmesini sağlayan mantıksal seviye "0"da bırakılır.

CI: Veri İşaret Oranı (Hızı) Seçicisi (Data Signal Rate Selector)

Bu işaret CH ile aynıdır fakat bu sefer DTE ile haberleştiği hızı seçer.

5.6 Yazılım El Sıkışması (Software Handshaking)

Yazılım el sıkışması bir cihazın diğerini, verinin içeriği ile denetlediği durumda gerçekleşir. Örneğin bir yazıcıyı denetlemenin bir yolu PC'nin karakterleri satır satır göndermesidir. Her satırın sonuna PC otomatik olarak bir karakter ekleyerek, satır sonu geldiğini yazıcıya bildirir ve diğer satırı göndermek için yazıcıdan bir sinyal bekler. Yazıcı satırı kabul eder, basar ve PC'ye diğer satır için hazır olduğuna dair bir karakter gönderir. Bu bir yazıcıyı, yazılım ile denetlemenin en kolay yoludur ancak her yazıcı veri akımı içinde bu tür özel karakterleri algılama veya cevap verme yeteneğine sahip değildir [Camiresearch, 2009].

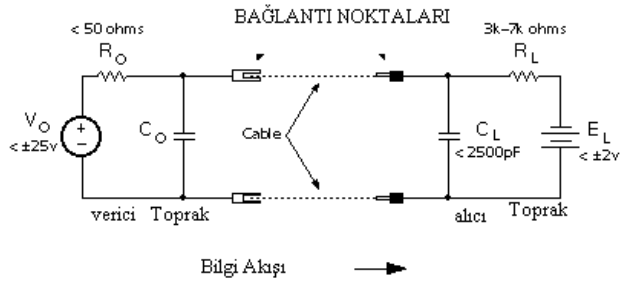
5.7 Donanım El Sıkışması (Anlaşması)

Donanım el sıkışmasında temel olarak, bir yazıcı, PC'nin veri göndermesini durdurmak için bağlantıyı sağlayan devrelerden birinin gerilim seviyesini değiştirir. Bu yöntem birbirine doğrudan kablo ile bağlı sistemler için çok uygundur. Ancak modemlerin yer aldığı haberleşme sistemlerinde uygulama problemli olabilir [Wikipedia, 2009].

5.8 Sinyal Karakteristikeri

Eşdeğer Devre (Equivalent Circuit) veri, zamanlama veya denetim bilgisini sağlasın veya sağlamasın tüm işaret hatları aşağıdaki elektriksel devre ile ifade

edilebilir. Şekil 5.2'de eşdeğer devrenin genel yapısı gösterilmiştir [Camiresearch, 2009].

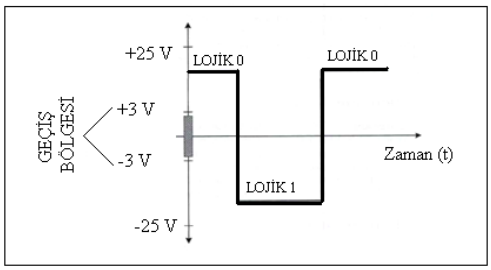


Şekil 5.2 Eşdeğer devre

Bu eşdeğer devre bir RS-232 işaret hattı içindir ve bağlantının DTE veya DCE tarafından gönderilen işaretler için geçerlidir. "C_o" standartta tanımlanmamıştır ancak çok küçük olduğu ve parazitik birimlerden oluştuğu kabul edilir. "R_o" ve "V_o" kısa devre akımı 500 mA'yı geçmeyecek şekilde seçilirler. Kablo boyu standartta belirtilmemiştir; denenen kablolar ile kabul edilebilir iletim 15 m'ye kadardır.

5.9 Sinyal Durumları için Gerilim Değerleri

-3 - +3 V arası tanımsız geçiş bölgesi, 3-25 V arası lojik 0, -3 -25V arası lojik 1' dir. Şekil 5.3, RS232 standartında tanımlanmış olan gerilim değerleri ve bu gerilim değerlerinin lojik seviyeleri gösterilmiştir [Wikipedia, 2009].



Şekil 5.3 RS232 standartında tanımlanmış olan gerilim değerleri ve bu gerilim değerlerinin lojik seviyeleri

6. MERKEZİ İŞLEM BİRİMİ VE ANAKART SOĞUTMA KONTROL SİSTEMLERİNİN BULANIK UZMAN SİSTEMLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

6.1 Giriş

Günümüzde bilgisayar ve bilgisayar teknolojileri hızla gelişmektedir. Her geçen gün daha da gelişmiş ve daha yüksek frekans değerine sahip olan Merkezi İşlem Birimleri (MİB) üretilmektedir. Merkezi işlem birimlerinin normal frekansından daha yüksek frekanslarda (overclock) kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Bu yüzden overclock ve normal frekansının altındaki frekanslarda (underclock) da MİB kullanılmakta ve MİB'lerin sınırları zorlanmaktadır. Çok büyük hızla çalışan mikroişlemcilerin soğutulması bir problem teşkil ettiğinden dolayı bu tür MİB'ler yüksek devir sayısına sahip olan güçlü fanlarla soğutulmaktadırlar. Bu durumda fan devrinin o anki duruma göre kontrol edilebilmesi gerekmektedir. Tasarlanan sistem iki BUS'un birleşiminden oluşmaktadır. Birinci BUS mikroişlemci sıcaklığı, mikroişlemci frekansı ve mikroişlemci kullanım oranını bulanık giriş parametreleri olarak ele almakta ve bu parametrelere göre sistem için en uygun fan devrinin hesaplamakta ve seri portla haberleşebilen PIC kontrollü bir elektronik sürücü devreyle fanı istenilen hızda çalıştırmaktadır. İkinci BUS ise merkezi işlem birimi ve anakart sıcaklığını giriş değerleri olarak kabul etmekte ve en uygun fan devir sayısını hesaplayarak anakart soğutmasını gerçekleştirmektedir. BUS yazılımları Visual C#.NET ortamında geliştirilmiştir. Birinci BUS için geliştirilen Bulanık Kural tabanında 64 adet kural oluşturulmuş, ikinci BUS için ise 16 adet kural tanımlanmıştır. Geliştirilen yazılım sayesinde giriş değişkenleri hem sistem BİOS'undan eşzamanlı olarak okunup hesaplanan değerler seri porta BUS yazılımıyla yollanabilmekte hem de manuel mod sayesinde giriş değerleri klavyeden de girilip, BUS çıkışı hesaplayabilmektedir. Tetiklenen kurallar ve kuralların tetiklenme değerleri de oluşturulan yazılım sayesinde görülebilmektedir. Tasarlanan BUS sayesinde hem "overclock" işlemi daha güvenli bir şekilde yapılabilmekte hem

de mikroişlemciyi yoran yazılımlarla çalışırken fan devri arttırıldığından mikroişlemcinin zarar göreceği sıcaklık değerlerine ulaşması engellenmektedir. Her iki sistemde de etkin bir soğutma sağlandığından performans artmaktadır. Çalışmada merkezi işlem biriminin kritik sıcaklık değerlerini aşmaması hedeflenmiştir. Birinci BUS'a ait olan bulanık üyelik fonksiyonları Pentium IV 3.4 GHz, Core2DUO 2.8 GHz ve QuadCore 2.66 GHz' in katalog değerleri dikkate alınarak oluşturulmuştur ve bu sistemlere uygun bulanık üyelik fonksiyonları bulunan 3 ayrı BUS yazılımı geliştirilmiştir. Klasik fan devri kontrol sistemlerinden farklı olarak MİB'nin fanının devir sayısı işlemci aşırı ısınmadan önce arttırıldığından hem performansta bir artış sağlamakta hem de overclock frekanslarında bile işlemci aşırı ısınmadan güvenli bir şekilde çalıştırabilmektedir. İkinci BUS sayesinde ise anakartın soğutulmasında hem MİB sıcaklık değeri hem de anakart sıcaklık değerleri göz önünde bulundurulduğundan daha etkin ve daha sessiz bir soğutma sisteminin oluşturulması hedeflenmiştir. MİB ve anakart üzerindeki sensörlerden ölçülen sıcaklık değerleri arttığında anakartı soğutucu fan daha hızlı dönmekte ve daha etkin bir soğutma sağlamaktadır. Günümüz teknolojisinde MİB fanlarının devir sayısının ayarlanmasında darbe genişlik modülasyonlu sinyaller (PWM) kullanılmaktadır. Tasarlanmış olan sistemin mevcut sistemlere olan üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir:

1) Overclock işlemi daha güvenilir bir şeklide yapılabilmektedir.

2) Yüksek MİB kullanım oranına sahip olan programlarla çalışırken MİB fan devri arttırıldığından işlemci aşırı ısınmadan daha etkin bir soğutma sağlandığından işlemci sıcaklığının kritik sıcaklık değerlerinin üzerine çıkması engellenmektedir.

3) Hem mikroişlemci sıcaklığı hem de anakart sıcaklığı ikinci BUS'a giriş olarak kabul edildiğinden dolayı daha etkin bir soğutma sağlanmaktadır.

6.2 Sistemin Genel Yapısı

İşlemci frekanslarının gün geçtikçe arttığı günümüzde işlemci soğutma teknolojileri de hızla gelişmektedir. İşlemci frekanslarının gittikçe daha da yükselmesi, soğutma problemini de beraberinde getirmekte ve her geçen gün bu problemin üstesinden gelebilmek için yeni teknolojiler geliştirilmeye çalışılmaktadır. % olarak yüksek oranda mikroişlemci kullanımına sebep olan bazı yazılımlar işlemcinin aniden ve aşırı ısınmasına sebep olabilmekte uzun süre bu yazılımlarla bilgisayar ortamında çalışmak kritik mikroişlemci sıcaklık değerlerinin aşılmasını sağlamakta ve mikroişlemciye kalıcı zararlar verebilmektedir. Özellikle Pentium IV 3.4 GHz ve bunun üzerinde frekans değerlerine sahip olan bilgisayarların normal frekans değerlerinden daha yüksek frekans değerlerinde kullanılması işlemciyi aşırı ısınmadan dolayı tehlikeye atmakta, "overclock" frekanslarında işlemci kullanım yüzdesi yüksek olan programlarla uzun süre çalışmak işlemcinin kritik sıcaklık değeri olan 65-70°C'ın aşılmasına sebep olabilmektedir [Overclockers, 2009].

Klasik mantık yaklaşımı ile maksimum fan devri ile MİB soğutulabilir. Ancak fan gürültüsü, enerji sarfiyatının artması, fan ömrünün kısalması, mekaniksel olarak fan yataklarının sürekli yüksek devirde aşınması gibi pek çok dezavantajı oluşmaktadır. 80°C'nin üzerindeki sıcaklık değerlerinde mikroişlemcilerin kullanılamaz duruma geldiği ve bir güvenlik önlemi olarak bilgisayarların kendini otomatik olarak kapattığı bilinmektedir. Bu nedenlerle MİB'in ısısının, aşırı ısınma başlamadan kontrol altına alınması gerekmektedir [Overclockers, 2009].

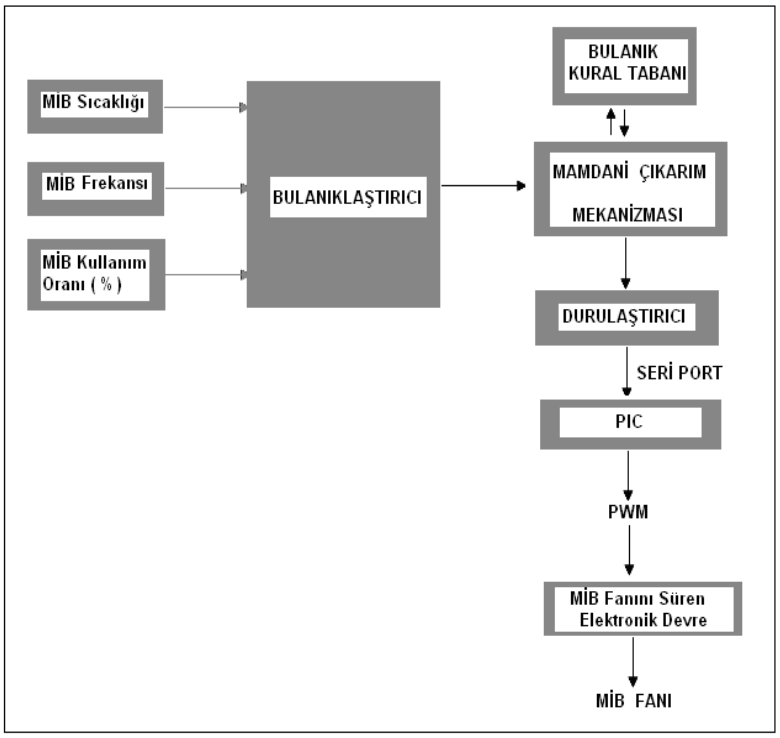
Tasarlanan sistem iki BUS'un birleşiminden oluşmaktadır. İki ayrı sisteminde kendilerine ait farklı kural tabanları vardır. Birinci BUS, merkezi işlem birimini soğutan fanı kontrol etmekte, 2. BUS ise anakart ve bilgisayar kasasını soğutan fanı kontrol etmekte ve sürmektedir. Tasarlanan birinci BUS, fan devir sayısını, işlemci frekansı, işlemci ısısı ve mikroişlemci kullanım yüzdesi değerleri göz önüne alarak belirlemektedir. Ayrıca sistem underclock (yani normalden daha düşük frekansta MİB'nin çalıştırılma durumu) frekanslarında da en uygun çıkış değerini hesaplamaktadır. Çalışma frekansı arttırıldığında (overclock yapıldığında) fan devri

mikroişlemci aşırı ısınmaya başlamadan arttırıldığı için MİB, kritik sıcaklık değerlerinin altında tutulmaktadır. Böylece en uygun fan devir sayısı hesaplanmakta ve MİB normalden daha yüksek frekans değerlerinde bile güvenli bir şekilde kullanılabilmektedir. MİB'in kullanım oranı arttıkça ısınsında yükselmesi, MİB kullanım oranının da giriş değişkeni olarak kullanılmasını gerektirmektedir. Bu durumun dikkate alındığı bir soğutma sistemi bilgisayarı aşırı yoran yüksek mikroişlemci kullanım oranına ihtiyaç duyan programlarla çalışırken mikroişlemcinin güvenli sayılabilecek limit sıcaklık değerleri aralığında tutulmasını sağlamaktadır. İyi bir soğutma hem işlemcinin performansını arttırmakta hem de güvenli sayılan sıcaklık limitlerinde overclock işleminin yapılabilmesini mümkün kılmaktadır. MİB kullanım oranının da giriş değişkeni olarak alınması bilgisayarı yoran ve yüksek mikroişlemci kullanım oranına sahip olan yazılımlarla çalışırken mikroişlemcinin etkili bir şekilde soğutulmasını sağlayarak, daha aktif bir soğutma sağlandığından işlemciden daha yüksek performans elde edilmesini sağlamaktadır. Etkin bir soğutma sağlayan sistem özellikle yüksek mikroişlemci kullanım oranına sahip olan programlarla çalışırken etkin bir soğutma sağladığından dolayı bilgisayarın kilitlenmesini ve işlem yapamaz hale gelmesini engellemektedir. Unutulmamalıdır ki etkin ve iyi bir soğutma, işlemciden yüksek performans elde etmenin en önemli kriterlerinden biridir.

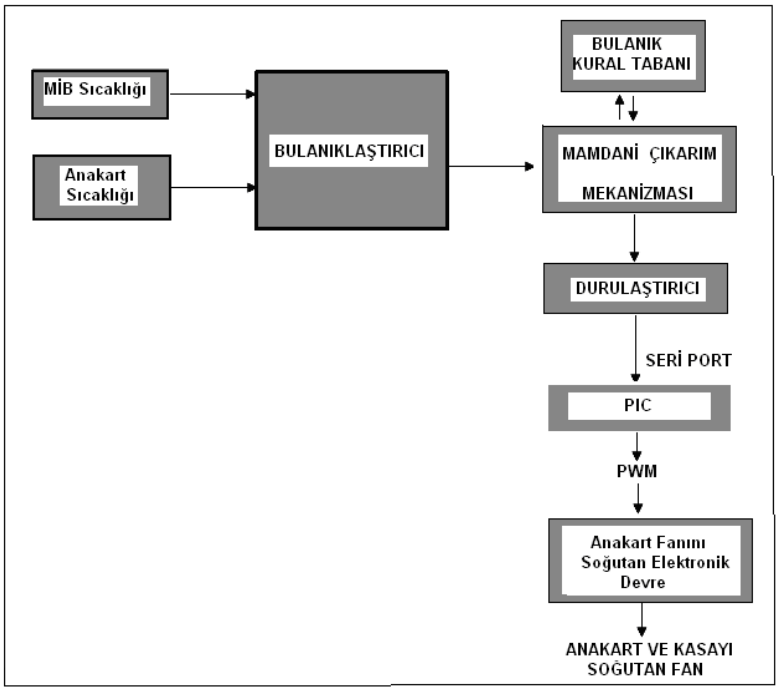
Yapılan çalışmada tek çekirdek olarak Intel PIV 3.4 GHz, çift çekirdek olarak Intel Core2Duo 3.0 GHz ve dört çekirdek olarak da Intel 2.66 GHz Quad Core'a ait olan katalog verileri dikkate alınmıştır. Tasarlanan BUS'larin genel yapısı Şekil 6.1 ve 6.2'de gösterildiği gibidir. Mikroişlemci fan devir sayısını ayarlayan birinci BUS, MİB sıcaklığı, MİB frekansı ve MİB kullanım oranını giriş değerleri olarak kabul etmektedir. Bu giriş değerleri ilk önce bulanıklaştırılmakta ve oluşturulan bulanık kural tabanı ve Mamdani Çıkarım Mekanizmasıyla çıkışa ait hangi dilsel ifadelerin hangi bulanık üyelik değeri ile tetiklendiği hesaplanmaktadır. Mamdani Çıkarım Mekanizması simülasyon sonucunda en mantıklı çıkış değerlerini verdiğinden tercih edilmiştir. Durulaştırıcı olarak "Toplamların Merkezi" durulaştırma yöntemi kullanılmış olup, durulaştırma sonucunda bilgisayar yazılımı ile elde edilen değer seri port vasıtasıyla PIC'e yollanmaktadır. Yollanan değerin büyüklüğüne göre PIC, ürettiği Darbe Genişlik Modülasyonlu sinyalin "Duty Cycle" değerini değiştirerek

mikroişlemci fanı üzerine düşen gerilimin etkin değerini değiştirmekte böylece fan devir sayısı arttırılıp azaltılabilmektedir. MİB sıcaklık değeri de giriş parametresi olarak kabul edildiğinden, işlemci sıcaklığı düştüğü zaman, BUS çıkışından daha düşük bir devir sayısı hesaplanır ve MİB fanına düşen etkin gerilim değeri düşürülür, böylece fanın devir sayısı düşürülmüş olur. İkinci BUS ise anakart sıcaklığı ve mikroişlemci sıcaklığını giriş değerleri olarak kabul etmekte ve ikinci BUS çıkışından elde edilen değer de ikinci bir seri porta yollanmakta, seri porta yollanan değere göre ikinci seri porta bağlanmış olan PIC, darbe genişlik modülasyonlu sinyal üretmekte ve seri porttan PIC'e yollanan değere göre "Duty Cycle" değeri değiştirilerek anakart soğutucu fanının devir sayısı ayarlanmaktadır.

Çalışmada Pentium IV 3.4 GHz, Intel Coe2Duo 3.0 GHz ve Intel Quad Core 2.66 GHz'e ait olan kritik sıcaklık değerleri ve katalog verileri dikkate alınmıştır. Kritik anakart sıcaklık değerleri için ise ASUS P5WD2 ve ASUS P5Q-PRO P45 anakartın kritik sıcaklık değerleri dikkate alınmıştır. Şekil 6.1 ve 6.2 de ise oluşturulan BUS'ların giriş ve çıkış değişkenlerini gösteren genel şeması yer almaktadır.



Şekil 6.1 MİB fanı devir sayısını belirleyen 1. BUS



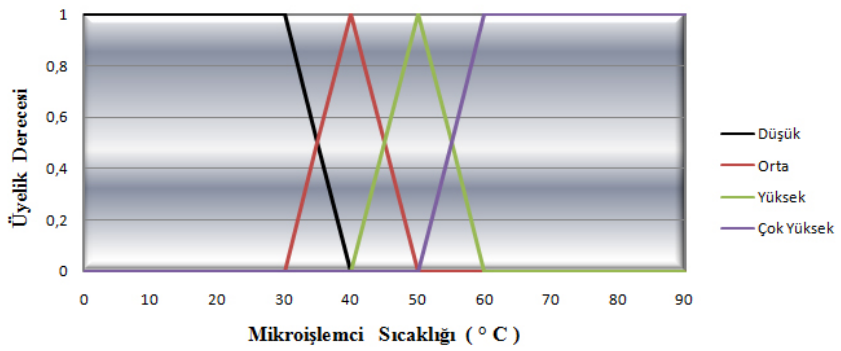
Şekil 6.2 Anakart ve bilgisayar kasasını soğutan fana ait olan 2. BUS

6.3 Tek Çekirdekli Sistem İçin Bulanık Üyelik Fonksiyonları

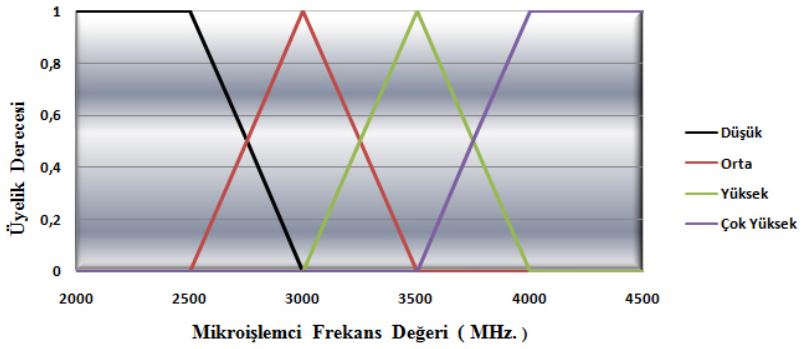
6.3.1 MİB fanı devir sayısını belirleyen birinci bulanık uzman sisteme ait bulanık üyelik fonksiyonları (tek çekirdekli MİB için)

Şekil 6.3'te mikroişlemci sıcaklığına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları grafik üzerinde gösterilmiştir. Şekil 6.4'te mikroişlemci frekans değerine ait bulanık üyelik fonksiyonları ve Şekil 6.5'te ise mikroişlemci kullanım oranına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonları belirlenirken hem P4 3.4 GHz'e ait olan katalog verileri hem de uzman yardımına başvurulmuştur [Intel, 2008]. Bulanık girişler, Düşük, Orta, Yüksek ve Çok Yüksek bulanık derecelendirmeleriyle dört kademeyle ifade edilmiştir. Çıkış değeri olan fan devri sayısı ise altı bulanık derece ile (Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek, Çok Çok Yüksek) ile temsil edilmiştir. Denklem 6.1-6.18 arasında tek çekirdekli sisteme ait

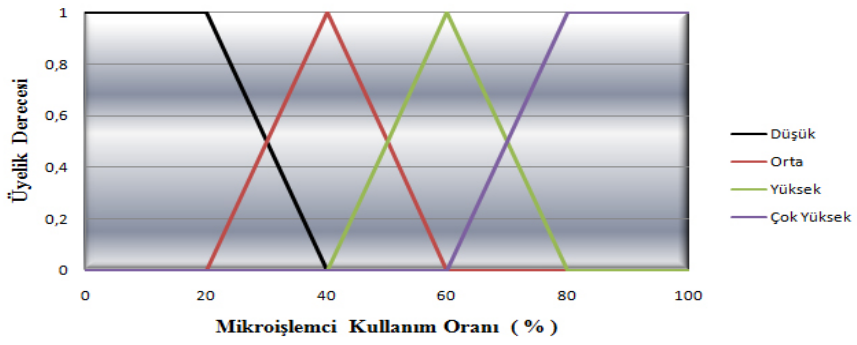
olan üyelik fonksiyonlarının matematiksel ifadelerine yer verilmiştir. Şekil 6.6'da ise mikroişlemci fanı devir sayısı gösterilmiştir.



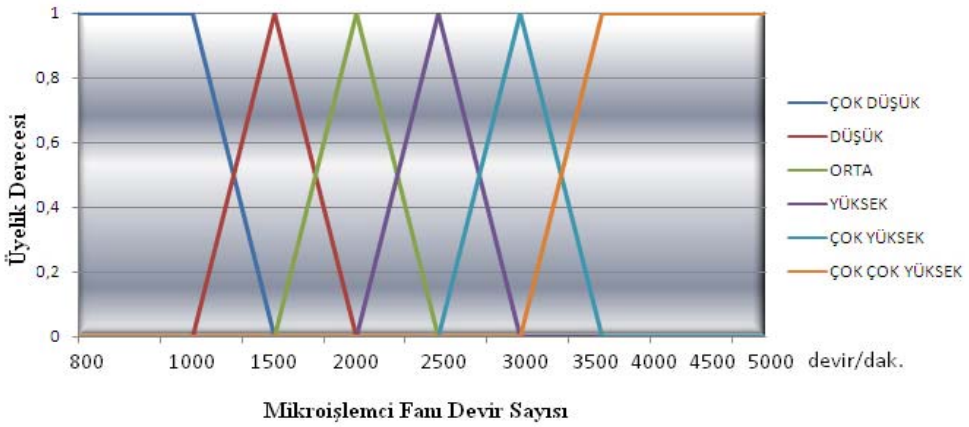
Şekil 6.3 Mikroişlemci sıcaklığına ait bulanık üyelik fonksiyonları (°C)



Şekil 6.4 Mikroişlemci frekans değerine ait bulanık üyelik fonksiyonları (MHz)



Şekil 6.5 Mikroişlemci kullanım oranına ait bulanık üyelik fonksiyonları (% cinsinden)



Şekil 6.6 Mikroişlemci fanı devir sayısına ait bulanık üyelik fonksiyonları (devir/dak.)

Mikroişlemci sıcaklığına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları Denklem 6.1-6.4'te gösterilmiştir.

$$\mu_{Düşük}(t_m)=\begin{cases}1 & \ldots\ldots 0°C \le x < 30\ °C \\ (40-x)/10 & \ldots\ldots 30°C \le x < 40°C \\ 0 & \ldots\ldots 40°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\

Mikroişlemci frekansına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları Denklem 6.5-6.8' deki gibidir.

$$\mu_{Düşük}(f)=\begin{cases}1 & \ldots\ldots 2000\,MHz \le x < 2500\,MHz\\ (3000-x)/500 & \ldots\ldots 2500\,MHz \le x < 3000\,MHz\\ 0 & \ldots\ldots 3000\,MHz \le x \le 4500 MHz\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.5)$$

$$\mu_{Orta}(f)=\begin{cases}0 & \ldots\ldots 2000 MHz \le x < 2500\,MHz\\ (x-2500)/500 & \ldots\ldots 2500\,MHz \le x < 3000 MHz\\ (3500-x)/500 & \ldots\ldots 3000\,MHz \le x \le 3500\,MHz\\ 0 & \ldots\ldots 3500\,MHz \le x \le 4500\,MHz\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.6)$$

$$\mu_{Yüksek}(f)=\begin{cases}0 & \ldots\ldots 2000\,MHz \le x < 3000\,MHz\\ (x-3000)/500 & \ldots\ldots 3000\,MHz \le x < 3500 MHz\\ (4000-x)/500 & \ldots\ldots 3500\,MHz \le x < 4000 MHz\\ 0 & \ldots\ldots 4000\,MHz \le x \le 4500 MHz\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.7)$$

$$\mu_{Çok_Yüksek}(f)=\begin{cases}0 & \ldots\ldots 2000\,MHz \le x < 3500\,MHz\\ (x-3500)/500 & \ldots\ldots 3500\,MHz \le x < 4000 MHz\\ 1 & \ldots\ldots 4000\,MHz \le x \le 4500 MHz\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6.8)$$

Mikroişlemci kullanım oranına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları ise Denklem 6.9-6.12'de gösterildiği gibidir:

$$\mu_{Düşük}(k)=\begin{cases}1 & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \%0 \le x < \%20\\ (40-x)/20 & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \%20 \le x < \%40\\ 0 & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \%40 \le x \le \%100\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6.9)$$

$$\mu_{Orta}(k) = \begin{cases} 0 & \%0 \le x < \%20 \\ (x-20)/20 & \%20 \le x < \%40 \\ (60-x)/20 & \%40 \le x < \%60 \\ 0 & \%60 \le x < \%100 \end{cases} \quad \text{……..(6.10)}$$

$$\mu_{Yüksek}(k) = \begin{cases} 0 & \%0 \le x < \%40 \\ (x-40)/20 & \%40 \le x < \%60 \\ (80-x)/20 & \%60 \le x < \%80 \\ 0 & \%80 \le x \le \%100 \end{cases} \quad \text{……..…..(6.11)}$$

$$\mu_{Çok_Yüksek}(k) = \begin{cases} 0 & \%0 \le x < \%60 \\ (x-60)/20 & \%60 \le x < \%80 \\ 1 & \%80 \le x \le \%100 \end{cases} \quad \text{……...(6.12)}$$

Mikroişlemci fanı devir sayısına ait bulanık üyelik fonksiyonları ise Denklem 6.13-6.18' de gösterildiği gibidir.

$$\mu_{Çok\ Düşük}(fds_m) = \begin{cases} 1 & 800 \le x < 1000 \\ (1500-x)/500 & 1000 \le x < 1500 \\ 0 & 1500 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \text{…….…(6.13)}$$

$$\mu_{Düşük}(fds_m) = \begin{cases} 0 & 800 \le x < 1000 \\ (x-1000)/500 & 1000 \le x < 1500 \\ (2000-x)/500 & 1500 \le x < 2000 \\ 0 & 2000 \le x < 2500 \end{cases} \quad \text{……..…..…(6.14)}$$

$$\mu_{Orta}(fds_m) = \begin{cases} 0 & 800 \le x < 1500 \\ (x-1500)/500 & 1500 \le x < 2000 \\ (2500-x)/500 & 2000 \le x < 2500 \\ 0 & 2500 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \text{…….(6.15)}$$

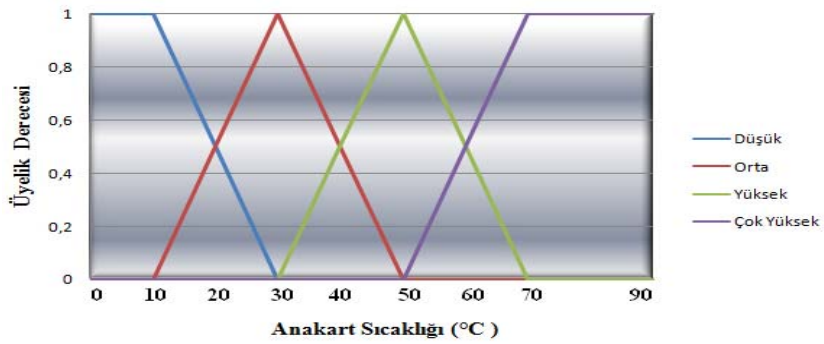
$$\mu_{Yüksek}(fds_m) = \begin{cases} 0 & 800 \le x < 2000 \\ (x-2000)/500 & 2000 \le x < 2500 \\ (3000-x)/500 & 2500 \le x < 3000 \\ 0 & 3000 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \text{……..……(6.16)}$$

$$\mu_{Çok\ Yüksek}(fds_m) = \begin{cases} 0 & \ldots\ldots 800 \le x < 2500 \\ (x-2500)/500 & \ldots\ldots 2500 \le x < 3000 \\ (3500-x)/500 & \ldots\ldots 3000 \le x < 3500 \\ 0 & \ldots\ldots 3500 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.17)$$

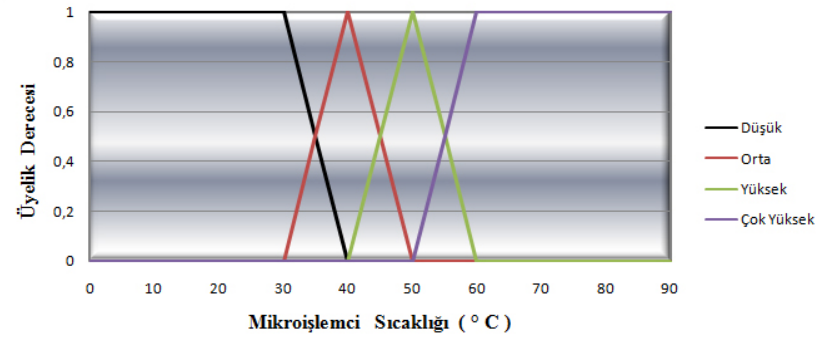
$$\mu_{Çok\ Çok\ Yüksek}(fds_m) = \begin{cases} 0 & \ldots\ldots 800 \le x < 3000 \\ (x-3000)/500 & \ldots\ldots 3000 \le x < 3500 \\ 1 & \ldots\ldots 3500 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.18)$$

6.3.2 Anakart ve kasa fanını kontrol eden sisteme ait olan bulanık üyelik fonksiyonları (ikinci BUS'a ait olan üyelik fonksiyonları)

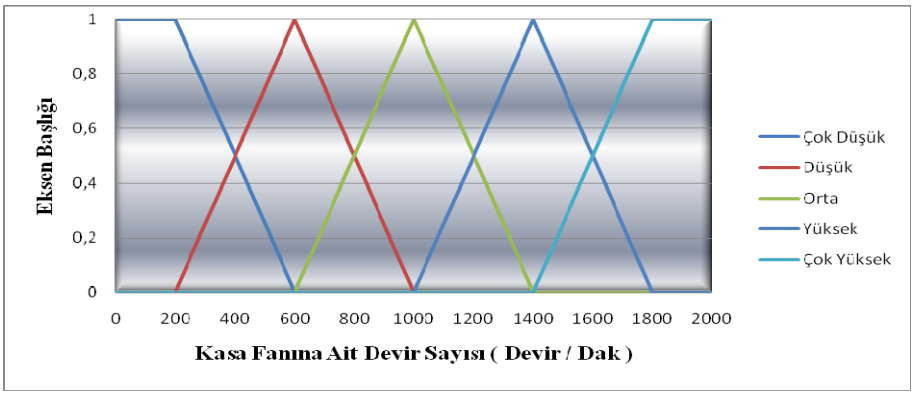
Anakart sıcaklığını ve mikroişlemci sıcaklığını gösteren bulanık üyelik fonksiyonları Şekil 6.7 ve 6.8' de gösterilmiştir. Ayrıca anakartı soğutan fana ait üyelik fonksiyonları ise Şekil 6.9' da gösterilmiştir.



Şekil 6.7 Anakart sıcaklığına (°C) ait bulanık üyelik fonksiyonları



Şekil 6.8 Mikroişlemci sıcaklığına ait bulanık üyelik fonksiyonları



Şekil 6.9 Anakart ve kasayı soğutan fanın devir sayısına ait bulanık üyelik fonksiyonları

Anakart sıcaklığına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları ise Denklem 6.19-6.22'de verildiği gibidir :

$$\mu_{düşük}(t_a)=\begin{cases}1 & 0°C \le x < 10°C \\ (30-x)/20 & 10°C \le x < 30°C \\ 0 & 30°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \text{.....(6.19)}$$

$$\mu_{orta}(t_a)=\begin{cases}0 & 0°C \le x < 10°C \\ (x-10)/20 & 10°C \le x < 30°C \\ (50-x)/20 & 30°C \le x < 50°C \\ 0 & 50°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \text{.....(6.20)}$$

$$\mu_{Yüksek}(t_a)=\begin{cases}0 & 0°C \le x < 30°C \\ (x-30)/20 & 30°C \le x < 50°C \\ (70-x)/20 & 50°C \le x < 70°C \\ 0 & 70°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \text{.....(6.21)}$$

$$\mu_{Çok\,Yüksek}(t_a)=\begin{cases}0 & 0°C \le x < 50°C \\ (x-50)/20 & 50°C \le x < 70°C \\ 1 & 70°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \text{.....(6.22)}$$

Mikroişlemci sıcaklığına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları ise Denklem 6.23-6.26'da gösterildiği gibidir.

$$\mu_{Düşük}(t_m)=\begin{cases}1 & 0°C \le x < 30\ °C \\ (40-x)/10 & 30°C \le x < 40°C \\ 0 & 40°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6.23)$$

$$\mu_{Orta}(t_m)=\begin{cases}0 & 0°C \le x < 30°C \\ (x-30)/10 & 30°C \le x < 40°C \\ (50-x)/10 & 40°C \le x < 50°C \\ 0 & 50°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6.24)$$

$$\mu_{Yüksek}(t_m)=\begin{cases}0 & 0°C \le x < 40°C \\ (x-40)/10 & 40°C \le x < 50°C \\ (60-x)/10 & 50°C \le x < 60°C \\ 0 & 0°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6.25)$$

$$\mu_{Çok\ Yüksek}(t_m)=\begin{cases}0 & 0°C \le x < 50°C \\ (x-50)/10 & 50°C \le x < 60°C \\ 1 & 60°C \le x \le 90°C\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6.26)$$

Anakart ve kasayı soğutan fanın devir sayısınına ait üyelik fonksiyonları ise Denklem 6.27 – 6.31 arasında olduğu gibidir:

$$\mu_{Çok\ Düşük}(fds_a)=\begin{cases}1 & 0 < x \le 200\ \ devir/dakika \\ (600-x)/400 & 200 < x \le 600 \\ 0 & 600 \le x \le 2000\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6.27)$$

$$\mu_{Düşük}(fds_a)=\begin{cases}1 & 0 < x \le 200 \\ (x-200)/400 & 200 < x \le 600 \\ (1000-x)/400 & 600 < x \le 1000 \\ 0 & 1000 \le x \le 2000\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6.28)$$

$$\mu_{Orta}(fds_a)=\begin{cases}0.....0<x\le 600\\(x-600)/400.....600<x\le 1000\\(1400-x)/400.....1000<x\le 1400\\0.....1400\le x\le 2000\end{cases} \quad \text{……..……...….(6.29)}$$

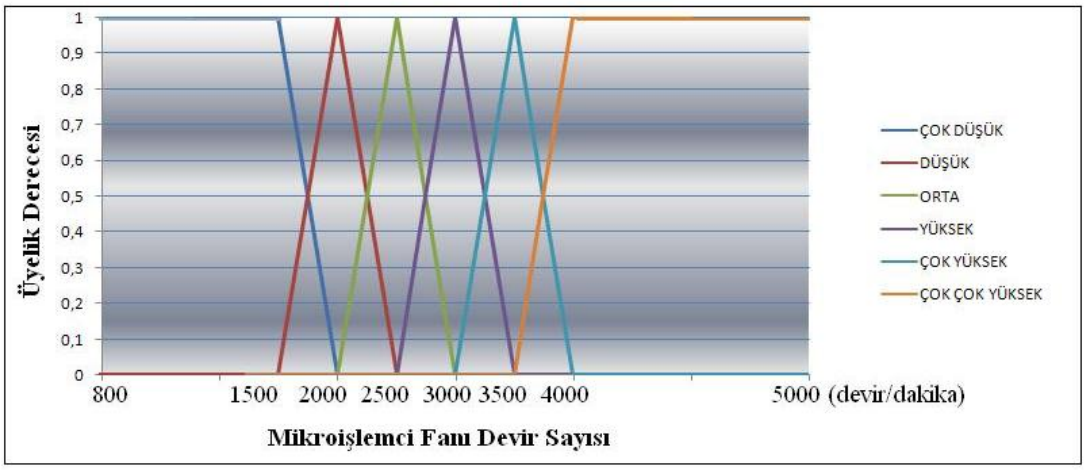
$$\mu_{Yüksek}(fds_a)=\begin{cases}0.....0<x\le 1000\\(x-1000)/400.....1000<x\le 1400\\(1800-x)/400.....1400<x\le 1800\\0.....1800\le x\le 2000\end{cases} \quad \text{……...(6.30)}$$

$$\mu_{Çok\,Yüksek}(fds_a)=\begin{cases}0.....0<x\le 1400\\(x-1400)/400.....1400<x\le 1800\\1.....1800\le x\le 2000\end{cases} \quad \text{…….(6.31)}$$

6.4 Çift Çekirdekli MİB Soğutma Sistemine Ait Olan Bulanık Üyelik Fonksiyonları

Çift çekirdekli mikroişlemcilerin termal duyarlılıkları da göz önüne alınarak mikroişlemci fanı devir sayısını ayarlayan bulanık üyelik fonksiyonları tek çekirdek için oluşturulan sistemden farklı olup aşağıda verilmiştir. Çift çekirdekli sistemi kontrol etmek için bu yüzden ayrı bir BUS yazılımı C#.net görsel programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Çift çekirdekli sistemde Core 0 sıcaklığı referans olarak alınarak sistem geliştirilmiştir. Intel'in migrasyon teknolojisi sayesinde birinci çekirdek ısındığında yük ikinci çekirdeğe de paylaştırılmakta ve her iki çekirdeğinde sıcaklığının yaklaşık olarak birbirine eşit olması sağlanmaktadır. Uzun süre yapılan testlerde, Core 0'ın sıcaklık değerinin Core 1'e yakın ya da Core 1'den daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden daha yüksek olan Core 0 sıcaklık değeri referans alınmıştır. Çift çekirdekli sistemlerin ısıl duyarlılıkları göz önüne alınarak, Mikroişlemci fanı devir sayısını belirleyen üyelik fonksiyonları tek çekirdekli sistemden farklı olarak denklem 6.32-6.37 deki gibi tanımlanmıştır. Mikroişlemci

sıcaklığı, Mikroişlemci kullanım oranı ve Mikroişlemci frekansına ait üyelik fonksiyonları tek çekirdek için geliştirilen sistemle aynı olup denklem 6.1-6.12 arasında bu bulanık üyelik fonksiyonları gösterilmiştir. Test aşamasında çift çekirdek teknolojisine sahip olan Core2Duo 3.0 GHz'lik işlemci kullanılmıştır. Test edilen işlemcilerin kritik sıcaklık değerleri birbirleriyle aynı olduğundan, anakart soğutma kontrolü için tanımlanan bulanık üyelik fonksiyonları ve kural tabanları ve üyelik fonksiyonları tek, çift ve dört çekirdekli işlemciler için ortaktır. Bu bulanık üyelik fonksiyonları denklem 6.19-6.31 arasında verilmiştir. Şekil 6.10' da Core2Duo sistemler için geliştirilen MİB fanı devir sayısı grafiği gösterilmektedir.



Şekil 6.10 Core2Duo sistemler için geliştirilen mikroişlemci devir sayısı üyelik fonksiyonları

$$\mu_{Çok\ Düşük}(fds_m) = \begin{cases} 1 & \ldots\ldots 800 \le x < 1500 \\ (2000 - x)/500 & \ldots\ldots 1500 \le x < 2000 \\ 0 & \ldots\ldots 2000 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6.32)$$

$$\mu_{Düşük}(fds_m) = \begin{cases} 0 & \ldots\ldots 800 \le x < 1500 \\ (x - 1500)/500 & \ldots\ldots 1500 \le x < 2000 \\ (2500 - x)/500 & \ldots\ldots 2000 \le x < 2500 \\ 0 & \ldots\ldots 2500 \le x < 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6.33)$$

$$\mu_{Orta}(fds_m) = \begin{cases} 0 & \ldots\ldots 800 \le x < 2000 \\ (x-2000)/500 & \ldots\ldots 2000 \le x < 2500 \\ (3000-x)/500 & \ldots\ldots 2500 \le x < 3000 \\ 0 & \ldots\ldots 3000 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.34)$$

$$\mu_{Yüksek}(fds_m) = \begin{cases} 0 & \ldots\ldots 800 \le x < 2500 \\ (x-2500)/500 & \ldots\ldots 2500 \le x < 3000 \\ (3500-x)/500 & \ldots\ldots 3000 \le x < 3500 \\ 0 & \ldots\ldots 3500 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.35)$$

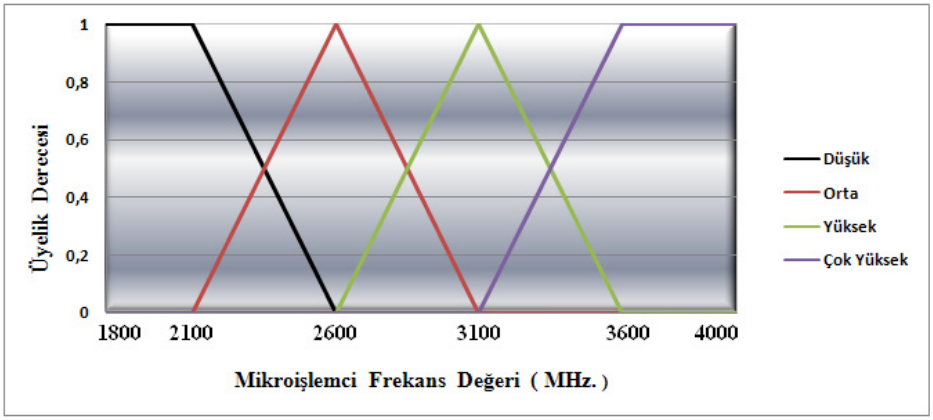
$$\mu_{Çok\ Yüksek}(fds_m) = \begin{cases} 0 & \ldots\ldots 800 \le x < 3000 \\ (x-3000)/500 & \ldots\ldots 3000 \le x < 3500 \\ (4000-x)/500 & \ldots\ldots 3500 \le x < 4000 \\ 0 & \ldots\ldots 4000 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.36)$$

$$\mu_{Çok\ Çok\ Yüksek}(fds_m) = \begin{cases} 0 & \ldots\ldots 800 \le x < 3500 \\ (x-3500)/500 & \ldots\ldots 3500 \le x < 4000 \\ 1 & \ldots\ldots 4000 \le x \le 5000 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.37)$$

6. 5 Dört Çekirdekli (Quad Core) MİB Soğutma Sistemine Ait Olan Bulanık Üyelik Fonksiyonları

Quad Core (dört çekirdekli) mikroişlemciler için oluşturulan BUS yazılımında girişte mikroişlemci frekansını belirleyen bulanık üyelik fonksiyonları değiştirilmiş ve denklem 6.38-6.41 gösterildiği gibi tanımlanmıştır. Diğer giriş bulanık üyelik fonksiyonları çift çekirdekli sistemlerle aynıdır. Mikroişlemci sıcaklığına ait bulanık üyelik fonksiyonları denklem 6.1-6.4 arasında, mikroişlemci kullanım oranına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları ise denklem 6.9-6.12 arasında, MİB fanı devir sayısına ait bulanık üyelik fonksiyonları ise denklem 6.32-6.37 arasında gösterildiği gibidir. Şekil 6.3 MİB sıcaklığına ait üyelik bulanık üyelik fonksiyonlarının grafiklerini, Şekil 6.5 MİB kullanım oranına ait bulanık üyelik

fonksiyonlarını ve Şekil 6.10 ise MİB fanı devir sayısına ait olan bulanık üyelik fonsiyonlarını göstermektedir. Test aşamasında 2.66 GHz Frekansına sahip olan bir mikroişlemci kullanıldığından mikroişlemci frekansına ait olan bulanık üyelik fonksiyonları Şekil 6.11' da gösterilmiştir. Diğer bulanık üyelik fonksiyonları çift çekirdek için tanımlanan üyelik fonksiyonları ile aynıdır.



Şekil 6.11 Quad Core (dört çekirdekli) mikroişlemciler için oluşturulan BUS yazılımında girişte mikroişlemci frekansını belirleyen üyelik fonksiyonları

$$\mu_{Düşük}(f)=\begin{cases}1 & \ldots\ldots 1800\,MHz \le x < 2100\,MHz\\ (2600-x)/500 & \ldots\ldots 2100\,MHz \le x < 2600\,MHz\\ 0 & \ldots\ldots 2600\,MHz \le x \le 4000\,MHz\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(6.38)$$

$$\mu_{Orta}(f)=\begin{cases}0 & \ldots\ldots 1800\,MHz \le x < 2100\,MHz\\ (x-2100)/500 & \ldots\ldots 2100\,MHz \le x < 2600\,MHz\\ (3100-x)/500 & \ldots\ldots 2600\,MHz \le x \le 3100\,MHz\\ 0 & \ldots\ldots 3100\,MHz \le x \le 4000\,MHz\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(6.39)$$

$$\mu_{Yüksek}(f)=\begin{cases}0 & \ldots\ldots 1800\,MHz \le x < 2600\,MHz\\ (x-2600)/500 & \ldots\ldots 2600\,MHz \le x < 3100\,MHz\\ (3600-x)/500 & \ldots\ldots 3100\,MHz \le x < 3600\,MHz\\ 0 & \ldots\ldots 3600\,MHz \le x \le 4000\,MHz\end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(6.40)$$

$$\mu_{Çok_Yüksek}(f)=\begin{cases}0.....1800\,MHz \le x < 3100\,MHz \\ (x-3100)/500.....3100\,MHz \le x < 3600 MHz \\ 1.....3600\,MHz \le x \le 4000 MHz\end{cases} \quad \text{……..….(6.41)}$$

6.6 BUS' lar İçin Oluşturulan Bulanık Kural Tabanları

Mikroişlemci fanını kontrol eden BUS'a ait olan kural tabanı Tablo 6.1'deki gibidir. Anakartı soğutan fanı kontrol eden sisteme ait olan bulanık kural tabanı ise Tablo 6.2'de gösterilmiştir. Kural tabanları tek çift ve dört çekirdekli sistemler için aynıdır fakat giriş ve çıkışta üyelik fonksiyonlarının bazıları farklıdır. Mikroişlemci fanının devir sayısını kontrol eden kural tabanı frekans ve MİB kullanım oranlarındaki artışların mikroişlemci sıcaklığını arttıracağı hesaba katılarak oluşturulmuştur. Mikroişlemcinin yüksek frekanslarda ve MİB kullanım oranlarında uzun süre kullanılması aşırı ısınmaya sebep olacağından aşırı ısınmayı önlemek için fan devri arttırılmakta ve işlemcinin kritik kabul edilen tehlikeli sıcaklık değerlerine ulaşması önlenmektedir. Hem tek hem de çok çekirdekli sistemler için oluşturulan bulanık kural tabanları aynı olup aşağıda gösterilmiştir. Oluşturulan BUS yazılımı kural tabanını Microsoft Excel tabanlı bir dosyadan okumaktadır. Programda kural tabanları Microsoft Excel tabanlı olarak geliştirildiğinden dolayı kural tabanı Excel dosyasından değiştirilip düzenlenebilmektedir. Bu yüzden kullanıcı kural tabanını isterse değiştirilebilip güncelleyebilmektedir.

Tablo 6.1 MİB fanını kontrol eden sistem için oluşturulan bulanık kural tabanı

Kural No	Mikroişlemci Sıcaklığı	Mikroişlemci Frekansı	Mikroişlemci Kullanım Yüzdesi	Mikroişlemci Fan Devri
1	Düşük	Düşük	Düşük	Çok Düşük
2	Düşük	Düşük	Orta	Çok Düşük
3	Düşük	Düşük	Yüksek	Düşük
4	Düşük	Düşük	Çok Yüksek	Düşük
5	Düşük	Orta	Düşük	Çok Düşük
6	Düşük	Orta	Orta	Düşük
7	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük
8	Düşük	Orta	Çok Yüksek	Orta
9	Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük
10	Düşük	Yüksek	Orta	Orta
11	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta
12	Düşük	Yüksek	Çok Yüksek	Orta
13	Düşük	Çok Yüksek	Düşük	Düşük
14	Düşük	Çok Yüksek	Orta	Orta
15	Düşük	Çok Yüksek	Yüksek	Orta
16	Düşük	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta
17	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
18	Orta	Düşük	Orta	Orta
19	Orta	Düşük	Yüksek	Orta
20	Orta	Düşük	Çok Yüksek	Yüksek
21	Orta	Orta	Düşük	Orta
22	Orta	Orta	Orta	Orta

Tablo 6.1'in devamı

23	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
24	Orta	Orta	Çok Yüksek	Yüksek
25	Orta	Yüksek	Düşük	Orta
26	Orta	Yüksek	Orta	Yüksek
27	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek
28	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek
29	Orta	Çok Yüksek	Düşük	Orta
30	Orta	Çok Yüksek	Orta	Yüksek
31	Orta	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek
32	Orta	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
33	Yüksek	Düşük	Düşük	Orta
34	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
35	Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek
36	Yüksek	Düşük	Çok Yüksek	Çok Yüksek
37	Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek
38	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek
39	Yüksek	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
40	Yüksek	Orta	Çok Yüksek	Çok Yüksek
41	Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek
42	Yüksek	Yüksek	Orta	Çok Yüksek
43	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
44	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Çok Yüksek
45	Yüksek	Çok Yüksek	Düşük	Yüksek
46	Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Çok Yüksek

Tablo 6.1'in devamı

47	Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
48	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Çok Yüksek
49	Çok Yüksek	Düşük	Düşük	Çok Yüksek
50	Çok Yüksek	Düşük	Orta	Çok Yüksek
51	Çok Yüksek	Düşük	Yüksek	Çok Çok Yüksek
52	Çok Yüksek	Düşük	Çok Yüksek	Çok Çok Yüksek
53	Çok Yüksek	Orta	Düşük	Çok Yüksek
54	Çok Yüksek	Orta	Orta	Çok Yüksek
55	Çok Yüksek	Orta	Yüksek	Çok Çok Yüksek
56	Çok Yüksek	Orta	Çok Yüksek	Çok Çok Yüksek
57	Çok Yüksek	Yüksek	Düşük	Çok Yüksek
58	Çok Yüksek	Yüksek	Orta	Çok Çok Yüksek
59	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Çok Çok Yüksek
60	Çok Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Çok Yüksek
61	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Düşük	Çok Çok Yüksek
62	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Çok Çok Yüksek
63	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Çok Çok Yüksek
64	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Çok Yüksek

Tablo 6.2 Anakartı soğutan sistem için oluşturulan bulanık kural tabanı

Kural No	**Anakart Sıcaklığı (°C)**	**Mib Sıcaklığı (°C)**	**Anakartı Soğutan Fanın Devir Sayısı (devir / dakika)**
1	Düşük	Düşük	Çok Düşük
2	Düşük	Orta	Çok Düşük
3	Düşük	Yüksek	Düşük
4	Düşük	Çok Yüksek	Düşük
5	Orta	Düşük	Orta
6	Orta	Orta	Orta
7	Orta	Yüksek	Yüksek
8	Orta	Çok Yüksek	Yüksek
9	Yüksek	Düşük	Orta
10	Yüksek	Orta	Yüksek
11	Yüksek	Yüksek	Yüksek
12	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
13	Çok Yüksek	Düşük	Yüksek
14	Çok Yüksek	Orta	Çok Yüksek
15	Çok Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
16	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek

6.7 Kullanılan Çıkarım Mekanizması

Çıkarım Mekanizması olarak Mamdani kullanılmıştır. Mamdani çıkarım mekanizması en mantıklı sonuçların elde edildiği çıkarım mekanizması olarak görüldüğü için tercih edilmiştir. Bu çıkarım mekanizmasında bulanık şart işlemcisi olarak en küçük (minimum), bulanık bileşke işlemcisi olarak ta en büyük (maksimum) kullanılmıştır. Bu yöntem insan sezgisel düşünme yöntemine en yakın ve mantıklı sonuçlar verdiği için dünyada kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle çok girişli ve karmaşık sistemlerde tatmin edici sonuçlar vermektedir. Mamdani çıkarım mekanizması, Denklem 6.42- 6.44' teki gibi özetlenebilir [Allahverdi, 2002].

Ri = Eğer x Ai ve y Bi ise o halde z Ci' dir.

$i=1,2,....,n \; x \in U$

$$\alpha_i = \mu_{Ai}(x_o) \wedge \mu_{Bi}(y_o) \quad \text{.....(6.42)}$$

$$\mu_{Ci}(z) = \alpha_i \wedge \mu_{Ci}(z) \quad \text{.....(6.43)}$$

Toplam sonuç C bireysel denetim kurallarından türer :

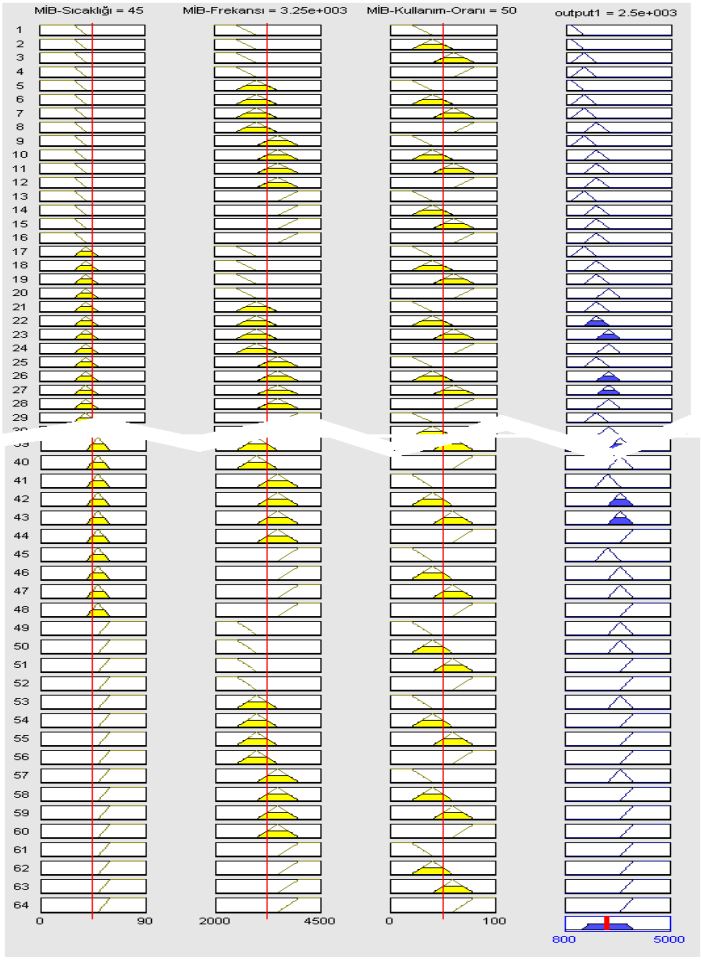
$$\mu C'(z) = \bigvee_{i=1}^{n} [\alpha_i \wedge \mu_{Ci}(z)]$$

$$C' = \bigcup_{I=1}^{n} C_i' \quad \text{.....(6.44)}$$

6.8 Kullanılan Durulama Yöntemi

Durulaştırma yöntemi olarak Toplamların Merkezi (Center Of Sums) yöntemi kullanılmıştır. Ağırlık merkezi durulaştırma yöntemine çok yakın sonuçlar veren bir durulama yöntemidir. Toplamların merkezi durulaştırma yönteminin genel formülü denklem 6.45'te verilmiştir. Formülde z^* durulama sonrasında elde edilecek kesin değeri, $\bar{z}$ ise ayrı ayrı tetiklenen her bir dilsel ifade altında kalan alanın ağırlık merkezinin başlangıç noktasına göre uzaklığını μ ise çıkışta tetiklenen üyelik fonksiyonlarını temsil eder. [Ross, 2004].

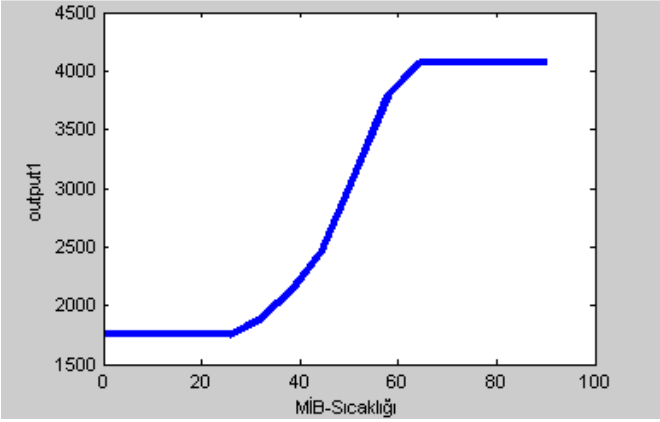
$$z^* = \frac{\int_z \bar{z} \sum_{k=1}^{n} \mu c_k(z) dz}{\int_z \sum_{k=1}^{n} \mu c_k(z) dz} \quad \ldots\ldots\ldots\



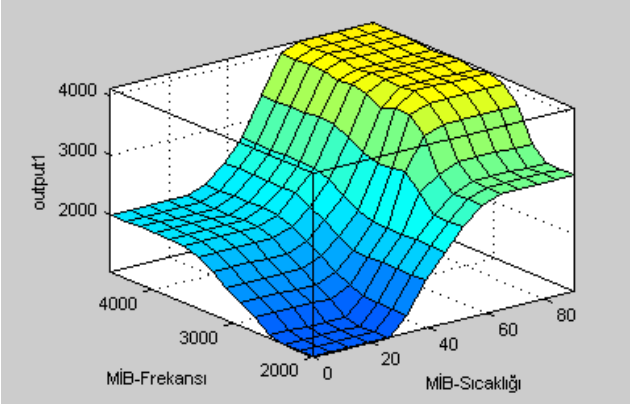
Şekil 6.12 Matlab ortamında ateşlenen kurallar ve ağırlık merkezi durulaştırıcı sonucunda elde edilen devir sayısı değeri

Matlab ortamında yapılan simülasyon sonuçlarından, oluşturulan herhangi bir BUS'un kural tabanının nasıl sonuç verdiği gözlemlenebilmektedir [Wen ve ark, 2001]. Matlab ortamında yapılan sistem simülasyonunda hem iki boyutlu hem de üç boyutlu grafikler çizdirilmiş olup grafikler aşağıdaki gibidir. Şekil 6.13'te işlemci frekansı 3250 MHz ve MİB kullanım oranı %50 olduğu zaman, MİB sıcaklığı ile MİB fanı devir sayısı arasındaki ilişki verilmiştir. MİB kullanım oranı %40 olarak alındığında MİB frekansı ve MİB Sıcaklığı ile çıkış devir sayısı arasındaki değişimi ise Şekil 6.14'deki gibidir. İşlemci frekansı 3000 MHz olduğu zaman, MİB Sıcaklığı ve MİB kullanım oranıyla çıkış devir sayısı arasındaki değişim Şekil 6.15'te verilmiştir. Şekil 6.16'da mikroişlemci frekansı 3000 MHz ve mikroişlemci kullanım oranı % 30 olduğu zaman ise MİB Sıcaklığı ile MİB Fanı devir sayısı arasındaki değişim gösterilmiştir. Şekil 6.17'de ise mikroişlemci sıcaklığı 40 °C ve

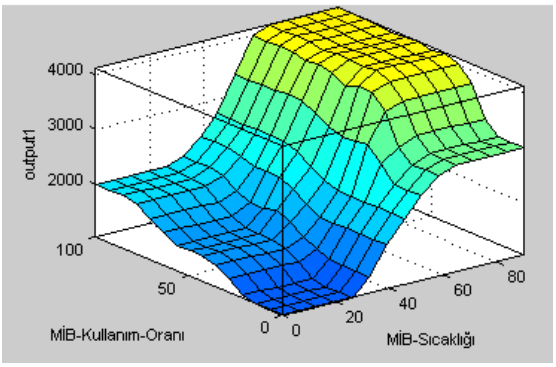
mikroişlemci frekansı 3000 MHz iken MİB kullanım oranı ve çıkış devir sayısı arasındaki değişim gösterilmektedir. Şekil 6.18'de ise işlemci sıcaklığı 50 °C ve MİB frekansı 3000 MHz olduğu zaman MİB devir sayısının MİB kullanım oranı ile değişimi gösterilmiştir.



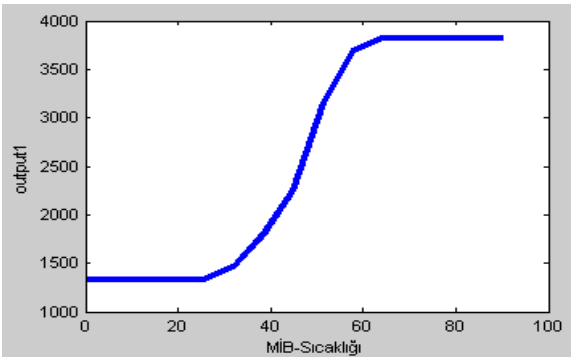
Şekil 6.13 Mikroişlemci frekansı 3250 MHz ve MİB kullanım oranı %50 olduğu zaman, MİB sıcaklığı ile MİB fanı devir sayısı arasındaki ilişki



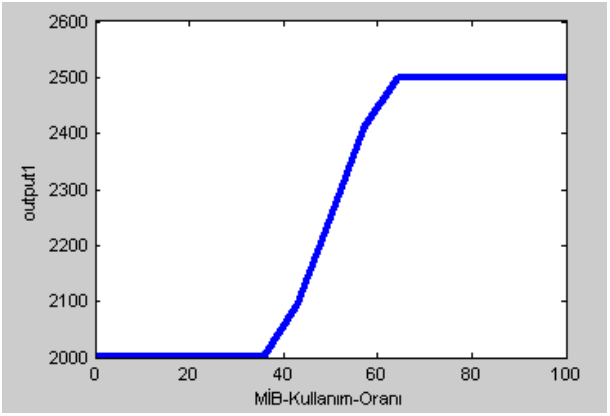
Şekil 6.14 Mib kullanım oranı %40 olduğu zaman frekans ve MİB sıcaklığına bağlı olarak çıkış devir sayısının değişimi



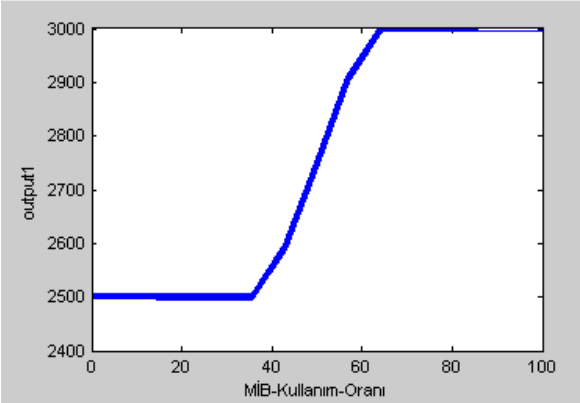
Şekil 6.15 İşlemci frekansı 3000 MHz olduğu zaman, MİB sıcaklığı ve MİB kullanım oranıyla çıkış devir sayısı arasındaki değişim



Şekil 6.16 MİB sıcaklığı ile MİB fanı devir sayısı arasındaki değişim.(İşlemci frekansı 3000 MHz ve mikroişlemci kullanım oranı % 30 olduğu zaman)



Şekil 6.17 İşlemci sıcaklığı 40 C ve işlemci frekansı 3000 MHz iken MİB kullanım oranı ve çıkış devir sayısı arasındaki değişim

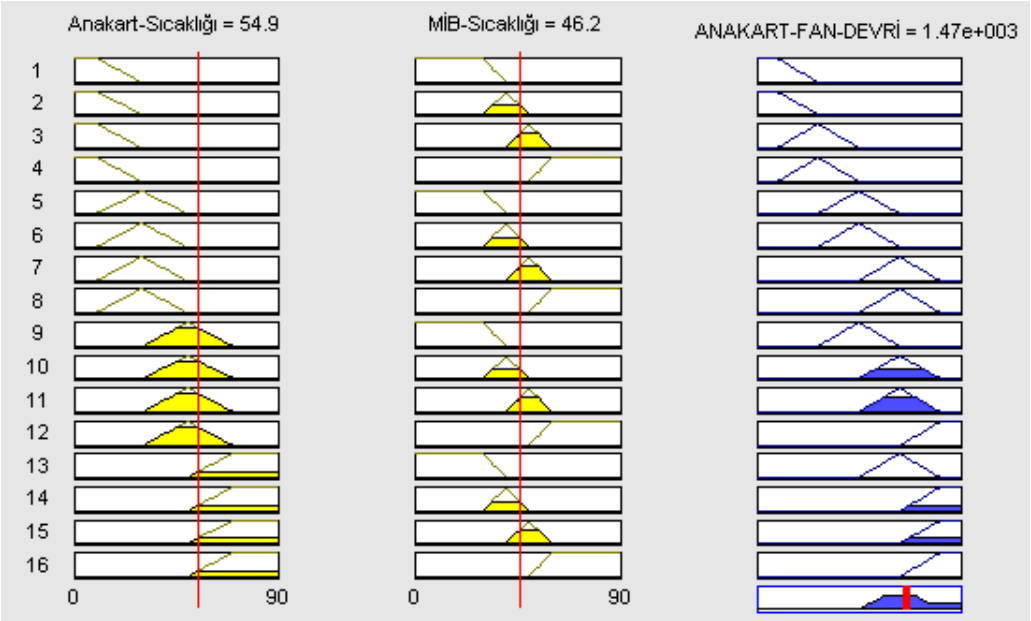


Şekil 6.18 İşlemci sıcaklığı 50 °C ve MİB frekansı 3000 MHz olduğu zaman MİB devir sayısının MİB kullanım oranı ile değişimi

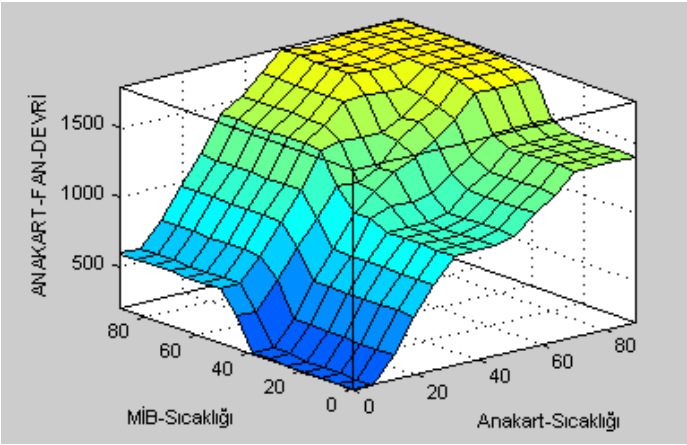
6.9.2 Anakart soğutma sistemi için yapılan simülasyon

Örneğin mikroişlemci sıcaklığı 54.9°C ve anakart sıcaklığı 46.2°C olduğu zaman ateşlenen kurallar ve kasa fanı devir sayısı 1470 devir/dakika olarak hesaplanmıştır. Ateşlenen kurallar ve hesaplanan devir sayısı değerleri Şekil 6.19' daki gibidir. Şekil 6.20'de anakart sıcaklığı ve MİB sıcaklığı ile kasa fanı devir sayısı arasındaki değişimi gösterilmektedir.

Tek ve çift ve dört çekirdekli sistemler için anakart fanı devir sayısını belirleyen sisteme ait simülasyon sonuçları bulanık kural tabanı, giriş ve çıkış üyelik fonksiyonlarının aynı olması dolayısıyla aynıdır.



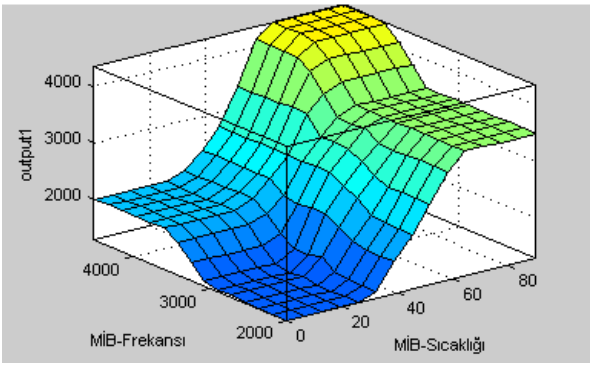
Şekil 6.19 MİB sıcaklığı 54.9°C ve anakart sıcaklığı 46.2 °C olduğu zaman ateşlenen kurallar ve durulaştırma sonucunda elde edilen fan devir sayısı



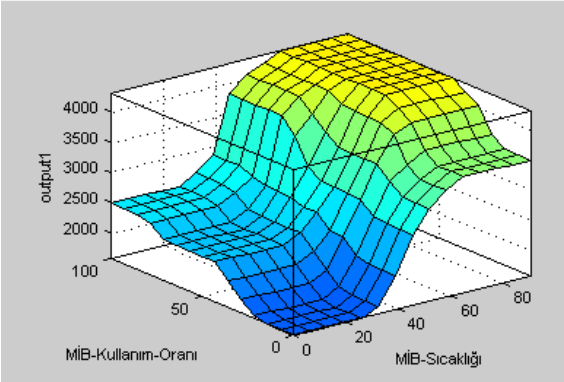
Şekil 6.20 Anakart sıcaklığı ve MİB sıcaklığı ile kasa fanı devir sayısı arasındaki değişimi gösteren 3 boyutlu grafik

6.10 Çift Çekirdekli Merkezi İşlem Birimleri İçin Elde Edilen Simülasyon Sonuçları

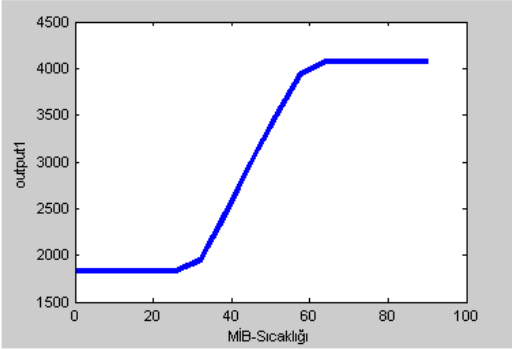
Proje sırasında Intel Core2Duo 3.0 GHz'lik işlemci kullanılmış ve test edilmiştir. Bu işlemcilerin maksimum dayanabildikleri sıcaklık miktarı ve katolog verileri de göz önüne alınarak çok çekirdekli sistemler için mikroişlemci çıkış fan devri üyelik değerleri tekrar düzenlenerek çok çekirdekli işlemciler için ayrı bir BUS yazılımı oluşturulmuştur. Oluşturulan yazılım C#.net yazılım dili kullanılarak geliştirilmiştir. Oluşturulan bulanık kural tabanı tek çekirdekli sistemle aynıdır. Matlab 7 Fuzzy Logic Toolbox kullanılarak elde edilen simülasyon sonuçları ise aşağıda verilmiştir. MİB kullanım oranı %20 olduğu zaman mib sıcaklığı ve frekansının çıkış devir sayısıyla olan ilişkisi Şekil 6.21'de gösterilmiştir. Şekil 6.22'de MİB frekansı 3250 MHz olduğunda MİB sıcaklığı ve MİB kullanım oranının çıkıştan elde edilen mikroişlemci fanı devir sayısıyla değişimi gösterilmiştir. MİB frekansı 3250 MHz ve MİB kullanım oranı % 30 olduğu zaman mikroişlemci sıcaklığı ile MİB fanı devir sayısı arasındaki ilişki Şekil 6.23' de gösterilmiştir. Şekil 6.24'de mikroişlemci sıcaklığı 30 ºC ve mikroişlemci kullanım oranı %50 olduğu zaman mikroişlemci frekansı ile mikroişlemci fanı devir sayısı arasındaki ilişki gösterilmiştir.



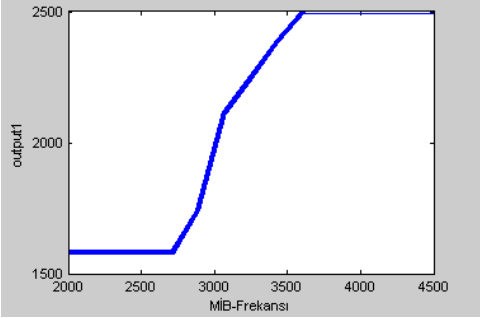
Şekil 6.21 MİB kullanım oranı %20 olduğu zaman MİB sıcaklığı ve frekansının çıkış devir sayısıyla olan ilişkisi



Şekil 6.22 MİB frekansı 3250 MHz olduğunda MİB sıcaklığı ve MİB kullanım oranının çıkıştan elde edilen mikroişlemci fanı devir sayısıyla değişimi gösterilmiştir.



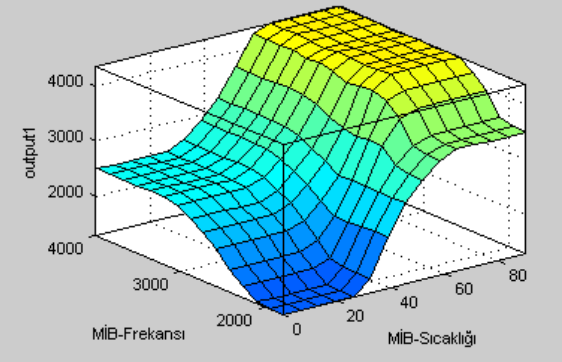
Şekil 6.23 MİB frekansı 3250 MHz ve MİB kullanım oranı % 30 olduğu zaman mikroişlemci sıcaklığı ile MİB fanı devir sayısı arasındaki ilişki



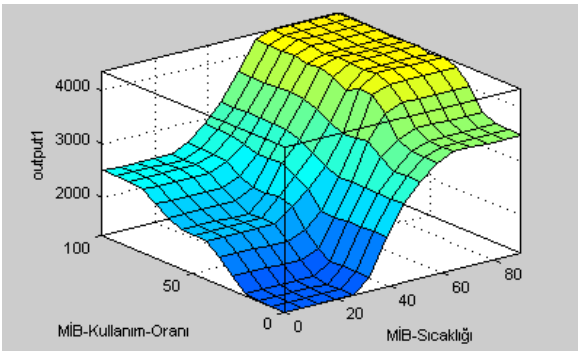
Şekil 6.24 Mikroişlemci sıcaklığı 30 ºC ve mikroişlemci kullanım oranı %50 olduğu zaman mikroişlemci frekansı ile mikroişlemci fanı devir sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik

6.11 Dört Çekirdekli Merkezi İşlem Birimleri İçin Yapılan Simülasyon Sonuçları

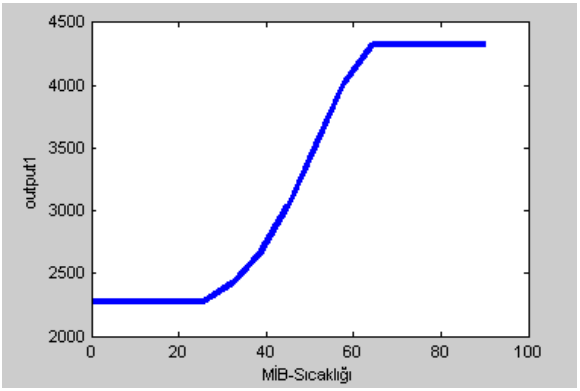
Dört çekirdekli (Quad Core) sistemler için oluşturulan BUS yazılımının Matlab ortamındaki simülasyon sonuçları aşağıdaki gibidir. MİB kullanım oranı %40 olduğu zaman MİB frekansı ve sıcaklığının MİB fanı devir sayısı ile değişimi Şekil 6.25' de gösterilmiştir. Şekil 6.26'da MİB frekansı 2.6 GHz iken MİB kullanım oranı MİB sıcaklığı ve mikroişlemci soğutucu fanın devir sayısı arasındaki değişim gösterilmiştir. Şekil 6.27'de MİB frekansı 2.9 GHz iken MİB kullanım oranı %50 iken MİB sıcaklığı ile MİB fanı devir sayısı arasındaki değişim gösterilmiştir. MİB sıcaklığı 38 ºC ve MİB kullanım oranı %30 iken MİB frekansı ile MİB devir sayısı değişimi arasındaki grafik Şekil 6.28 de, MİB sıcaklığı 50 ºC ve MİB frekansı 3 GHz olduğunda, MİB kullanım oranıyla çıkış devir sayısı arasındaki değişim ise Şekil 6.29'da gösterilmiştir.



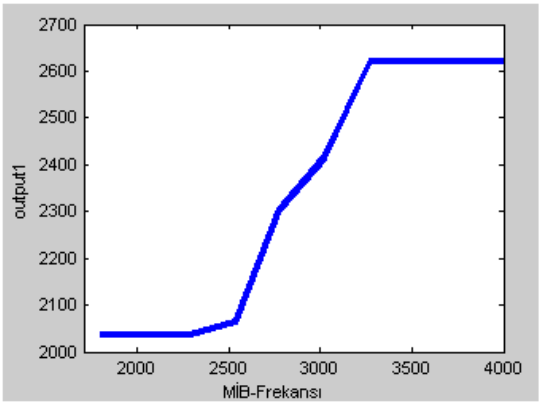
Şekil 6.25 MİB kullanım oranı %40 olduğu zaman MİB frekansı ve sıcaklığının MİB fanı devir sayısı ile değişimi



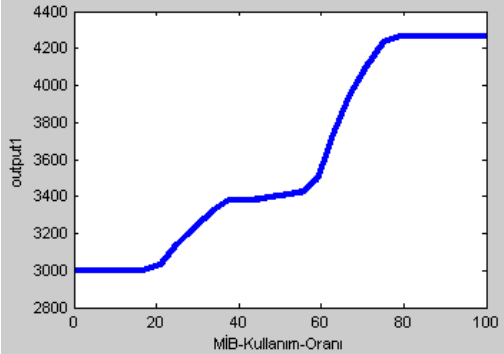
Şekil 6.26 MİB frekansı 2.6 GHz iken MİB kullanım oranı MİB sıcaklığı ve mikroişlemci soğutucu fanın devir sayısı arasındaki değişim



Şekil 6.27 MİB frekansı 2.9 GHz iken MİB kullanım oranı %50 iken MİB sıcaklığı ile MİB fanı devir sayısı arasındaki değişim



Şekil 6.28 MİB sıcaklığı 38 ºC ve MİB kullanım oranı %30 iken MİB frekansı ile MİB devir sayısı değişimi arasındaki grafik

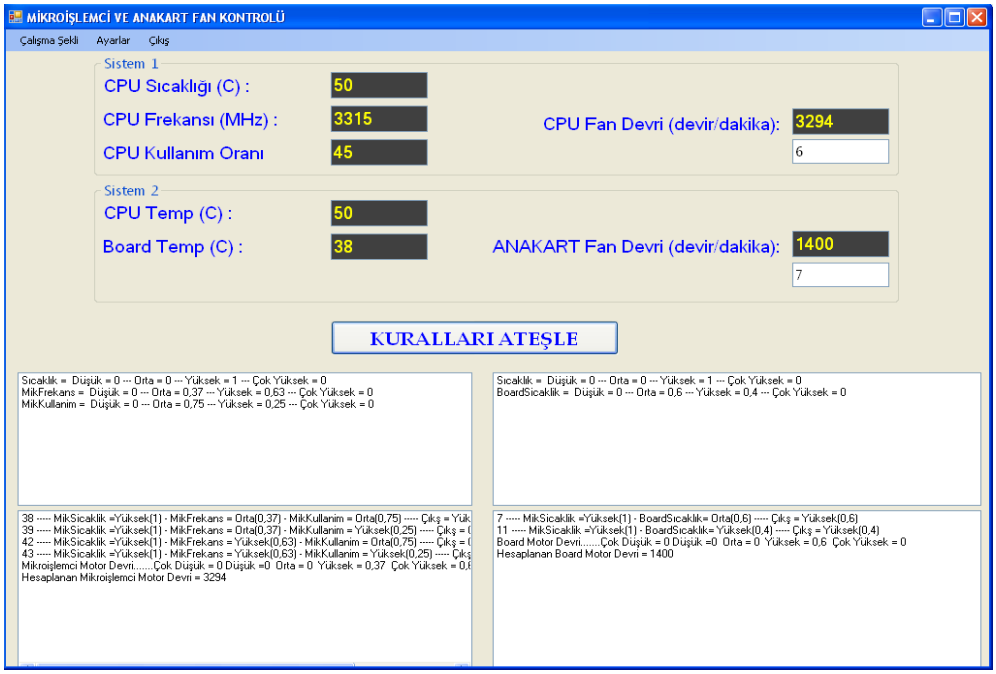


Şekil 6.29 MİB sıcaklığı 50 ºC ve MİB frekansı 3 GHz olduğunda, MİB kullanım oranıyla çıkış devir sayısı arasındaki değişim

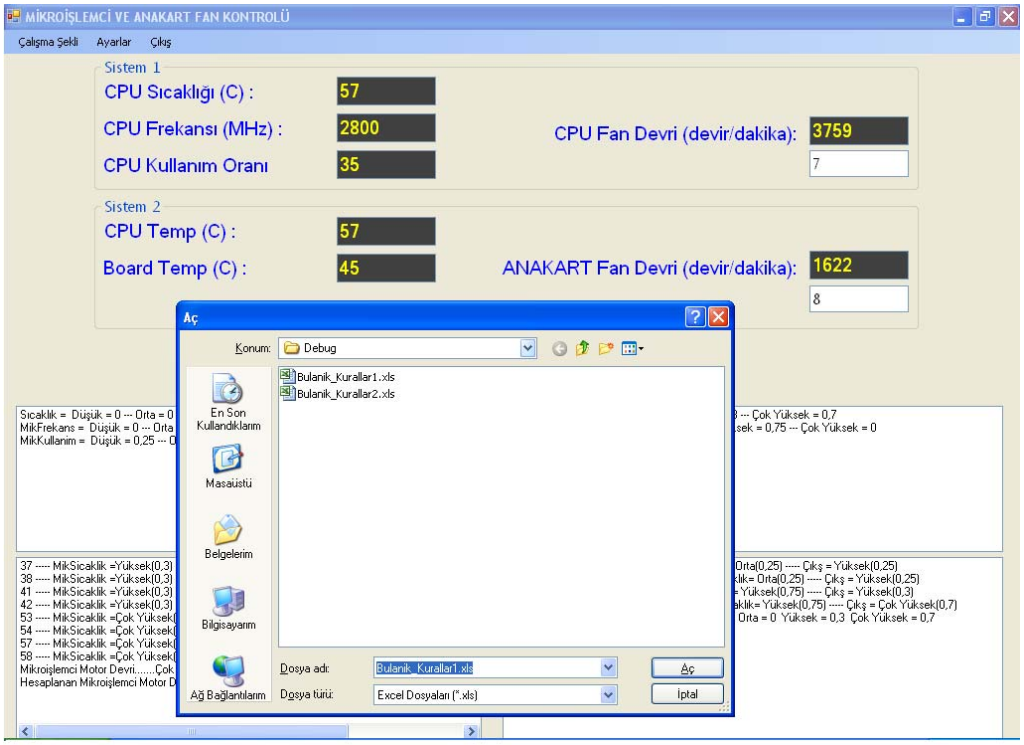
6.12 Oluşturulan BUS Yazılımı

Bazı durumlarda sistemde Matlab kullanımı zor olmaktadır. Özellikle uygulamalı bulanık uzman sistemlerde seri port ile elektronik devrelerin haberleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla yalnızca tasarlanan sistem için bir yazılım geliştirilmesi gerekebilir. Bu açıdan çalışma amaçlarından biri de tasarlanan soğutma sistemine uygun bir yazılım tasarlamak olacaktır. Bu amaçla geliştirilen BUS yazılımı Visual C#.net görsel programlama dili kullanılarak yazılmıştır. Yazılım, manuel ve otomatik olmak üzere iki adet farklı çalışma moduna sahiptir. Program manuel moda çalışmaya alınınca giriş değerleri kullanıcı tarafından klavyeden girilebilmekte, otomatik moda çalışınca ise program gerçek mikroişlemci sıcaklığı, mikroişlemci kullanım oranı ve mikroişlemci frekans değerlerini Bios'tan eşzamanlı olarak alabilmekte ve alınan değerlere göre en uygun fan devri hesaplanmaktadır. Her 5 saniyede bir MİB sıcaklığı, MİB frekansı ve MİB kullanım oranı değerleri BİOS'tan çekilmektedir. Hesaplanan fan devri 9 kademeye indirgenmekte ve seri port vasıtasıyla mikro denetleyicili mikroişlemci ve anakart fan hız kontrol devrelerine gönderilmektedir. Klasik fan devri kontrol sistemlerinde 4-5 kademe kullanıldığından dolayı, 9 kademeli kontrol daha hassas fan devri kontrolü sağlamaktadır. Geliştirilen yazılım bulanık kural tabanını Excel dosyasından çektiğinden dolayı bulanık kural tabanı geliştirilmek istendiğinde kullanıcı bulanık

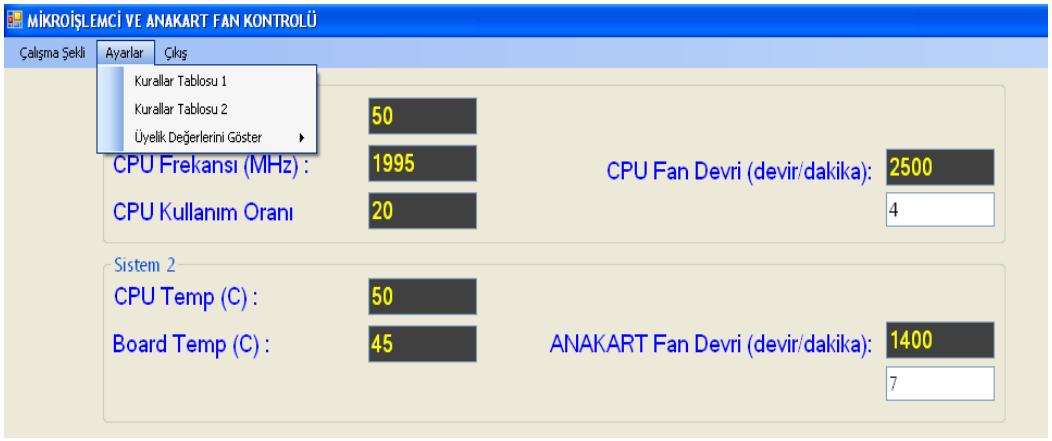
kural tabanını değiştirebilmekte ve BUS'un sonucunu görebilmektedir. Tetiklenen üyelik fonksiyonları ve bu fonksiyonların hangi değerlerle tetiklendiği oluşturulan arayüzde gösterilmiştir. Ayıca çıkışta tetiklenen dilsel ifadeler ve tetiklenme değerleri de BUS arayüzünden kullanıcı tarafından görülebilmektedir. Çıkarım mekanizması olarak Mamdani çıkarım mekanizması, durulamada da Toplamların Merkezi durulama yöntemi kullanılmıştır. Şekil 6.30'da Core2duo mikroişlemciler için oluşturulan BUS yazılımının genel yapısı ve Excel tablolarına erişim görülmektedir. Şekil 6.31'de ise Quad Core işlemciler için geliştirilen yazılım arayüzü gösterilmiştir. Ayarlar Menüsünden Excell tablolarına ulaşılabilmekte ve kural tabanı güncellenebilmektedir. Tek çekirdek, çift çekirdek (core2duo) ve dört çekirdek (Quad Core) işlemciler için ayı ayrı 3 adet BUS yazlımı geliştirilmiştir. Program ara yüzünden Mamdani çıkarım mekanizması ve mekanizmanın nasıl çalıştığı takip edilebilmektedir. Şekil 6.32'de "Ayarlar" menüsünden kural tablolarına geçiş ve "Üyelik Değerlerini Göster" alt menüsü görülmektedir. Hazırlanan program arayüzü sınırdışı değer girişi yapıldığında da kullanıcıyı uyarmaktadır. Microsoft Excell ortamında tanımlanmış ve güncellenip kullanıcı tarafından değiştirilebilen kural tabanının genel görünümü Şekil 6.33'deki gibidir.



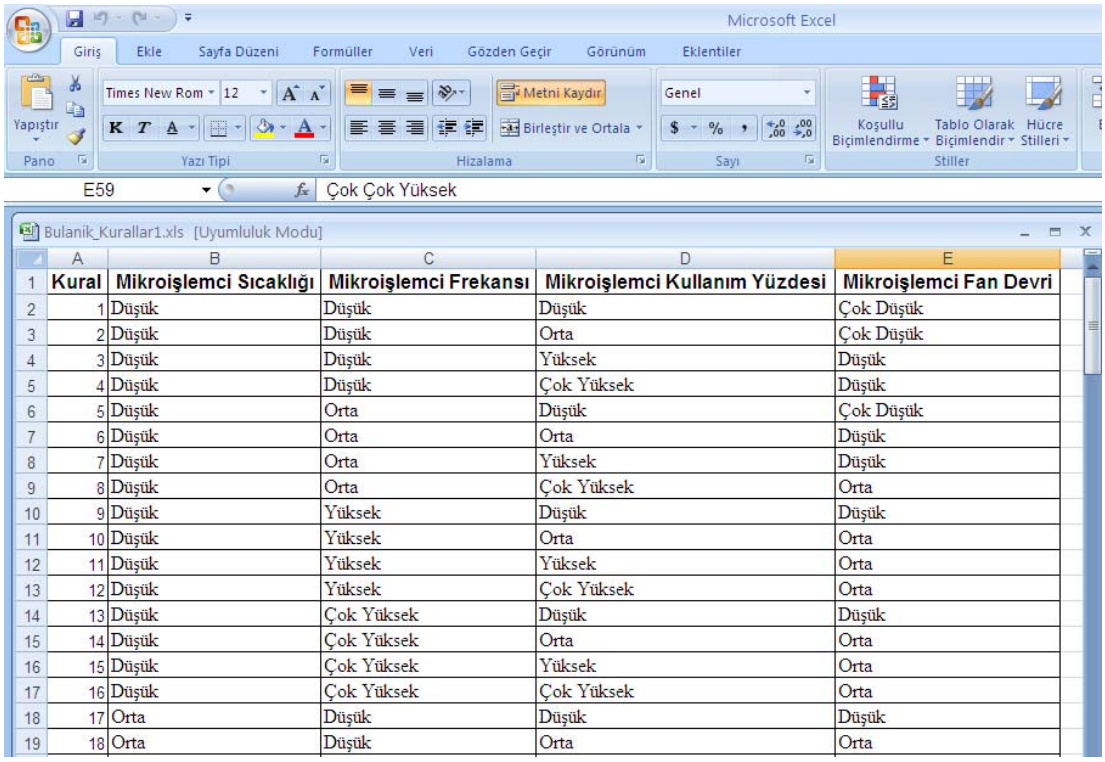
Şekil 6.30 Oluşturulan BUS yazılımının genel yapısı



Şekil 6.31 Quad Core işlemciler için geliştirilen yazılım arayüzü ve bulanık kural tablosuna erişim



Şekil 6.32 Ayarlar menüsü ve ayarlar menüsünden BUS'un kural tablosuna erişim



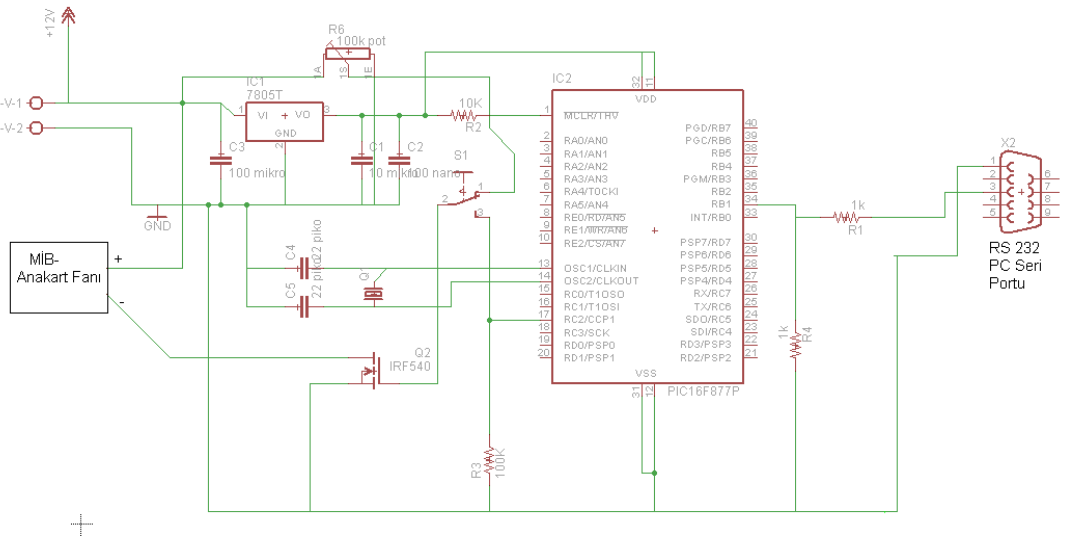
	A	B	C	D	E
1	Kural	Mikroişlemci Sıcaklığı	Mikroişlemci Frekansı	Mikroişlemci Kullanım Yüzdesi	Mikroişlemci Fan Devri
2	1	Düşük	Düşük	Düşük	Çok Düşük
3	2	Düşük	Düşük	Orta	Çok Düşük
4	3	Düşük	Düşük	Yüksek	Düşük
5	4	Düşük	Düşük	Çok Yüksek	Düşük
6	5	Düşük	Orta	Düşük	Çok Düşük
7	6	Düşük	Orta	Orta	Düşük
8	7	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük
9	8	Düşük	Orta	Çok Yüksek	Orta
10	9	Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük
11	10	Düşük	Yüksek	Orta	Orta
12	11	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta
13	12	Düşük	Yüksek	Çok Yüksek	Orta
14	13	Düşük	Çok Yüksek	Düşük	Düşük
15	14	Düşük	Çok Yüksek	Orta	Orta
16	15	Düşük	Çok Yüksek	Yüksek	Orta
17	16	Düşük	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Orta
18	17	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
19	18	Orta	Düşük	Orta	Orta

Şekil 6.33 Microsoft Excell ortamında tanımlanmış ve güncellenip kullanıcı tarafından değiştirilebilen kural tabanı

6.13 Elektronik Fan Hız Kontrol Sistemi

Mikroişlemci ve anakartı soğutan elektronik fan kontrol devresinde PIC16F877 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Fan devri, Darbe Genişlik Modülasyonu (PWM) ile kontrol edilmiş olup Darbe Genişlik Modülasyonlu Sinyalin "On" konumunda kaldığı süre değiştirilerek fan devri ayarlanmaktadır. Fan devrine karşılık gelen PWM değerleri belirlenirken PWM ile sürülen MİB fanlarının PWM fan devri karakteristiklerinden faydalanılmış ve PWM'in duty cycle değerinin %0- %20 ile %0 -%30 arasında kalan kararsız bölgesi de hesaba katılarak fan devri çalışma çevrimi değerleri belirlenmiştir. Pic Basic Plus Programlama dili kullanılarak PIC program-lanmış olup PIC 16F877P içinde yer alan HPWM modülü kullanılmıştır. HPWM

modülü kullanılarak 3 KHz frekansında Duty Cycle değeri değiştirlebilen Darbe Genişlik Modülasyonlu sinyal HPWM kanal 1'e yani RC2 portuna yollanmaktadır. RC2 portunun çıkışına bağlanan MOSFET gerilim darbelerinin pozitif olduğu durumlarda iletime geçmekte ve lojik 0 olduğu durumda da kesime gitmektedir. Böylece fan devri kontrol edilebilmektedir. MİB Fanını kontrol eden BUS, 800 devirden itibaren her 466 devir/dak. lık artışta bir üst hız kademesine geçmektedir. Anakart fanını kontrol eden sistem ise 0 devirden itibaren her 222 devir/dak. lık artışta bir üst hız kademesine geçmektedir. Örneğin MİB fanını kontrol eden BUS 2900 devir/dak hesapladığı zaman 2900 devir 2668 ile 3135 devir kademeleri aralığında bulunduğundan dolayı fan hızını kontrol eden elektronik fan hız kontrol devresi bu aralığın üst değeri olan 3135 devir/dak hızla fanı çalıştırabilecek darbe genişlik modülasyonlu sinyali üretir. Böylece en üst kademe yani 9. Kademede maksimum fan devrine ulaşılmış olunur. Darbe genişlik modülasyonlu sinyalin "On" konumunda kalma süresi değiştirilerek fana uygulanan gerilimin etkin değeri değiştirilmekte ve böylece fan devri ayarlanmaktadır. Anakart fanını kontrol eden sistemin devir sayıları ve kullanılan fanın PWM devir sayısı tepkisi farklı olduğundan dolayı anakart fanını PIC Basic Plus Kodları da ayrıca aşağıda verilmiştir. Şekil 6.34'de mikrodenetleyicili elektronik fan hız kontrol devresi gösterilmiştir.



Şekil 6.34 Elektronik fan hız kontol devresi

Mikroişlemci fanını kontrol eden devrenin PIC Basic Kodları

```
Device=16f877
DECLARE XTAL 4
DIM y as byte
DIM  x as byte
SYMBOL rcv portb.1
TRISB=%00000010
TRISC=%00000000
loop:
SERIN PORTb.1,16780,[y]
if y="1" then  x=103
if y="2" then  x=121
if y="3" then  x=141
if y="4" then  x=160
if y="5" then  x=179
if y="6" then  x=198
if y="7" then  x=217
if y="8" then  x=236
if y="9" then  x=255
HPWM  1, x, 3000
goto loop
```

Anakartı Soğutan fanı kontrol eden devrenin PIC Basic Kodları

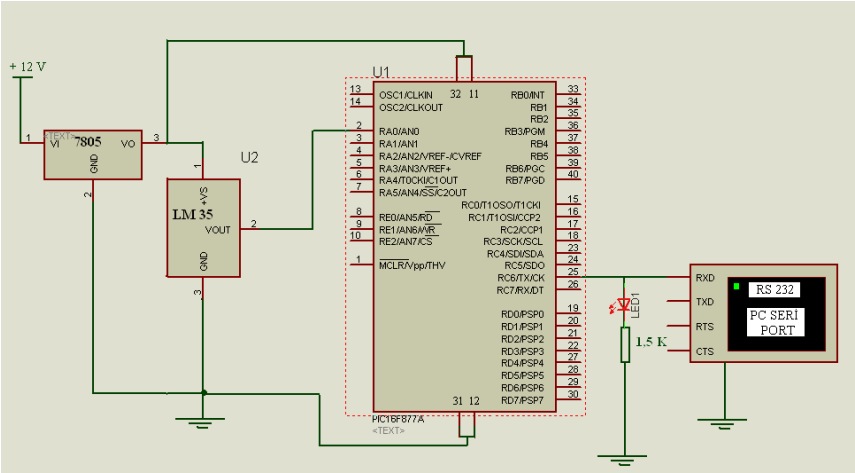
```
Device=16f877
DECLARE XTAL 4
DIM y as byte
DIM  x as byte
SYMBOL rcv portb.1
TRISB=%00000010
```

```
TRISC=%00000000
loop:
SERIN PORTb.1,16780,[y]
if y="1" then  x=79
if y="2" then  x=100
if y="3" then  x=122
if y="4" then  x=145
if y="5" then  x=167
if y="6" then  x=189
if y="7" then  x=211
if y="8" then  x=233
if y="9" then  x=255
HPWM  1, x, 3000
goto loop
```

6.14 Harici Sıcaklık Sensörü Uygulaması

Oluşturulan BUS yazılımında sıcaklık verileri anakart üzerinde yer alan sensörlerden alınmakatadır. Anakart üzerinden alınan sensörlere ek olarak bilgisayara seri porttan bağlanan ayrı bir sensör daha geliştirilmiştir. Bu sensörün geliştirilme amacı anakart üzerindeki farklı noktalardan da sıcaklık verilerini almaktır. Şekil 6.35'de geliştirilen sensörün genel yapısı gösterilmiştir. LM 35 santigratla orantılı lineer sıcaklık sensörü ile birlikte verileri seri porta yollaması için PIC16F877 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. PIC 16F877'nin PIC Basic Plus ortamında yazılmış olan PIC programlama kodları aşağıda verilmiştir. Oluşturulan bu ek sıcaklık sensörü devresi anakart üzerinde yer alan çeşitli noktalardan ölçüm yapmak için kullanılmış, mikroişlemci için kullanılmamıştır. BUS yazılımının

otomatik modunda en gerçekçi değerleri alabilmek maksadıyla sıcaklık, frekans ve MİB kullanım oranı değerleri Bios'a veri yollayan mikroişlemci ve anakart üzerindeki sensörlerden doğrudan çekilmiştir. Tasarlanan devre anakart üzerindeki farklı noktaların sıcaklık değerlerini ölçmek için kullanılmıştır. PIC'in 10 bitlik Analog dijital dönüştürücü birimi kullanılmıştır. LM35 sıcaklık sensörü 10 mv/C karaekteristiğe sahip olan bir sıcaklık sensörüdür. Bu sensörün çıkışında, her 1 °C'lık sıcaklık artışında indüklenen gerilim 10 mV artış göstermektedir.



Şekil 6.35 RS232 seri porttan sıcaklık verilerini yollayan sıcaklık sensörü devresi

RS 232 Seri Porttan Bilgisayara Sıcaklık Verilerini yollayan sistemin PIC Kodu

```
device =16f877A
DECLARE XTAL 4

DECLARE ADIN_RES 10

DECLARE ADIN_DELAY 50

DIM var1 as word
```

```
TRISC=%00000000
TRISA = %00000001

ADCON1 = %10000000
Pause 250
loop:
var1 = ADIN 0
var1=var1*2.048
delayms 250
print "SICAKLIK= ",dec var1/4.19,"C"
serout portc.6,16780,[dec var1/4.19+2]
var1=0
goto loop
End
```

7. BULANIK UZMAN SİSTEMLERİ KULLANILARAK YAPILAN TESTLER VE TEST SONUÇLARI

MİB ve anakart soğutma kontrolü sistemleri için çeşitli testler yapılmış ve bu testlerin sonuçları aşağıda verilmiştir. Normal çalışma frekansının üzerinde ve altında ve yüksek MİB kullanım oranında elde edilen sonuçlar Tablo 7.1-7.9 arasında gösterilmiştir. Grafik 7.1-7.9 arasında da bu değerlerin grafiksel gösterimi yer almaktadır. Test sonuçlarını alabilmek için overclock yazlımları kullanılmıştır. Örneğin Tek çekirdekli P3.4 GHz'e ait olan test sonuçlarını alabilmek için Asus Aibooster yazılımı kullanılarak overclock ve underclock (normal frekanstan daha düşük frekanslarda kullanılma işlemi) yapılmıştır. Tek çekirdekli sistemin sonuçların test edilmesinde Frekans Çarpanı 17 olarak alınmıştır. Çift çekirdekli sistemde (Core2 Duo 3.0 GHz) overclock frekans çarpanı 9, dört çekirdekli sistemde (Quad Core 2.66 GHz) ise frekans çarpanı 8 olarak alınmıştır.

Bilgisayarın normal sıcaklık değerlerinin üzerinde kullanılması mikroişlemcide aşırı ısınmaya sebep olmakta ve işlemcinin güç tüketimi de frekans lineer olarak artmaktadır [Intel, 2009]. Yüksek frekansların MİB ısısına olan etkisi gözlenmiştir. Klasik fan kontrol sistemlerin overclock durumunda işemcide aşırı ısınmanın gerçekleştiği ve sistem stabilitesinin bozulduğu bilinmektedir [Overclockers, 2009]. Bulanık uzman fan kontrol hız kontrol sistemi ile işlemcinin kritik sıcaklık değerlerine ulaşmadığı ve güvenli bölgede çalıştığı ve kararlılığın korunduğu gözlemlenmiştir. Tablo 7.1, tek Çekirdekli P4 3.4 GHz'e ait olan overclock (nominal frekanstan daha yüksek frekanslarda kullanım) ve underclock (nominal frekanstan daha düşük frekanslarda kullanım) sonuçlarını göstermektedir. Uzun süre normal yük altında çalıştırıldıktan sonra elde edilen sıcaklık değerlerinin ortalaması tablolarda belirtilmiştir. Aynı testler çift çekirdek ve dört çekirdek (Quad Core) işlemciler için de yapılmış ve normal frekanslardan daha yüksek frekanslarda MİB'in çalıştırılmasının MİB sıcaklığı üzerine etkileri izlenmişir. Klasik fan kontrol sistemleri kullanıldığı zaman overclock durumunda aşırı ısınma ve sistemde kararsızlık gözlemlenmiştir. Bulanık Uzman kontrol sistemiyle kontrol edilen soğutma sisteminde ise MİB ve anakart sıcaklık değerleri zararlı kabul edilebilecek

sıcaklık değerlerine ulaşmamıştır. Sistem kararlılığı korunmuş aşırı ısınma olmadığından dolayı sistemde kilitlenme vb. problemlerle karşılaşılmamıştır. Ayrıca belirli frekans değerlerinde tek, çift ve dört çekirdekli işlemciler uzun süre yüksek MİB kullanım oranıyla çalıştırılmış ve MİB kullanım oranının arttırılmasının MİB sıcaklığı üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Test sırasında bilgisayarlar % 80'den daha yüksek MİB kullanım oranı gerektiren yazılımlarla çalıştırılmış ve sıcaklık değerlerindeki değişim gözlemlenmiştir. Testler bilgisayarlar yüksek MİB kullanım oranıyla belirli süre çalıştırılarak elde edilmiştir. Yüksek MİB kullanım oranıyla uzun süre çalıştırılan ve klasik fan kontrol sistemiyle kontrol edilen sistemlerde aşırı ısınma gözlemlenmiştir. BUS tarafından kontrol edilen sistemlerde ise fan devri MİB kullanım oranına göre sıcaklık aşırı yükselmeden önce arttırıldığından dolayı MİB için zararlı kabul edilebilecek sıcaklık değerlerine ulaşılmamış ve başarılı bir soğutma sağlanmıştır. Aşırı ısınma olmadığından sistemlerde herhangi bir kilitlenme ve instabilite gözlemlenmemiştir. Ayrıca Benchmax yazılımı kullanılarak aşırı ısınmış olan P4 3.4 GHz tek çekirdekli işlemciye ait olan performans MIPS (Saniyede gerçekleştirilen Milyon İşlem) kriteri kullanılarak ölçülmüştür. Grafik 7.10-7.11 de bu test sonuçları gösterilmiştir. Aşırı ısınmış olan ve klasik fan soğutma sistemiyle kontrol edilen bilgisayarda bazı aritmetik işlemlerde performans düşüşü gözlemlenmiştir. Tablo 7.2'de Core2Duo 3.0 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları, Tablo 7.3'de Quad Core 2.66 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları, Tablo 7.4'de P4 3.4 GHz ile 3060 MHz'de yapılan yüksek MİB kullanım oranı (%80den büyük) ile elde edilen test sonuçları gösterilmiştir. Tablo 7.5'de Core2Duo 3.GHz ile 3240 MHz frekansında yapılan yüksek MİB kullanımı (%80 den daha büyük) altında MİB sıcaklığının zamana göre değişimi, Tablo 7.6'da Core2.66 GHz ile 3040 MHz frekansında yapılan yüksek MİB kullanımı (%80 den daha büyük) altında MİB sıcaklığının zamana göre değişimi, Tablo 7.7'de üzerine P4 3.4 GHz Intel işlemci monte edilmiş ASUS P5WD2 Premium Anakart'ın zamana göre sıcaklık değişimi gösterilmiştir. Tablo 7.8 de üzerine Core2Duo 3.0 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium Anakart'ın zamana göre sıcaklık değişimi, Tablo 7.9'da üzerine Core2Quad 2.66 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium Anakart'ın zamana göre sıcaklık değişimi gösterilmiştir.

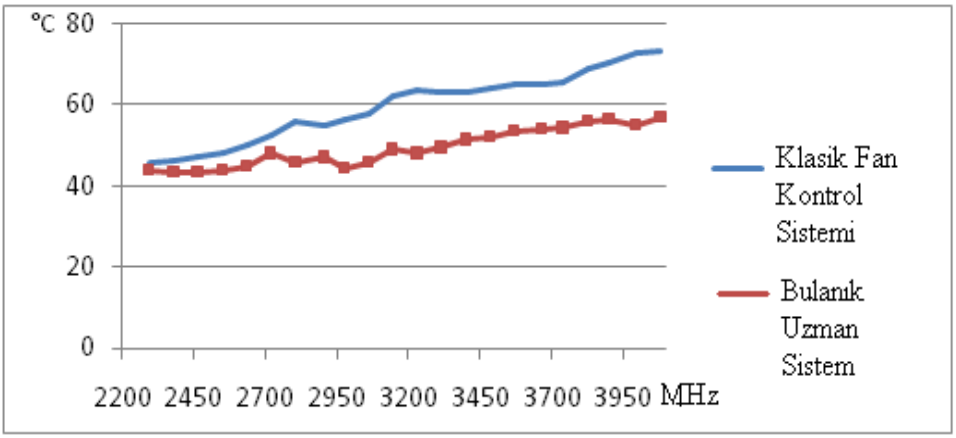
7.1 Yüksek ve Düşük Frekans Değerlerinde MİB Sıcaklığı ile ilgili Test Sonuçları

Tablo 7.1'de tek çekirdekli P4 3.4 GHz frekansına sahip olan işlemciyle yapılan overclock ve undeclock işlemlerine ait olan test sonuçları gösterilmiştir. Tabloda verilen sıcaklık değerleri uzun süre çalışma sonrasında elde edilen ortalama sıcaklık değerleridir. Tablo 7.1'den de görüldüğü üzere işlemci overclock işlemine maruz bırakıldığı zaman klasik fan kontrol sistemleri işlemcinin tehlikeli sıcaklık değerlerine ulaşmasını engelleyememektedir. Buna karşılık BUS kullanılarak tasarlanan soğutma kontrolü sistemi sayesinde MİB'in yüksek frekans değerlerinde tehlikeli kabul edilebilecek sıcaklık değerlerine ulaşması engellenmektedir. Bunun sebebi, BUS tarafından kontrol edilen MİB fan devrinin yüksek frekans değerlerinde, MİB aşırı ısınmaya başlamadan arttırılmasıdır. Ayrıca yapılan testler sırasında, yüksek frekans değerlerinde klasik fan devri kontrol sistemi kullanan MİB'lerde aşırı ısınma nedeniyle kararsızlık gözlemlenmiştir. BUS kullanan MİB fan devri kontrol sistemlerinde ise herhangi bir kararsızlık gözlemlenmemiştir. Tablo 7.1'deki sıcaklık değerleri, Grafik 7.1'de eğrisel olarak gösterilmiştir.

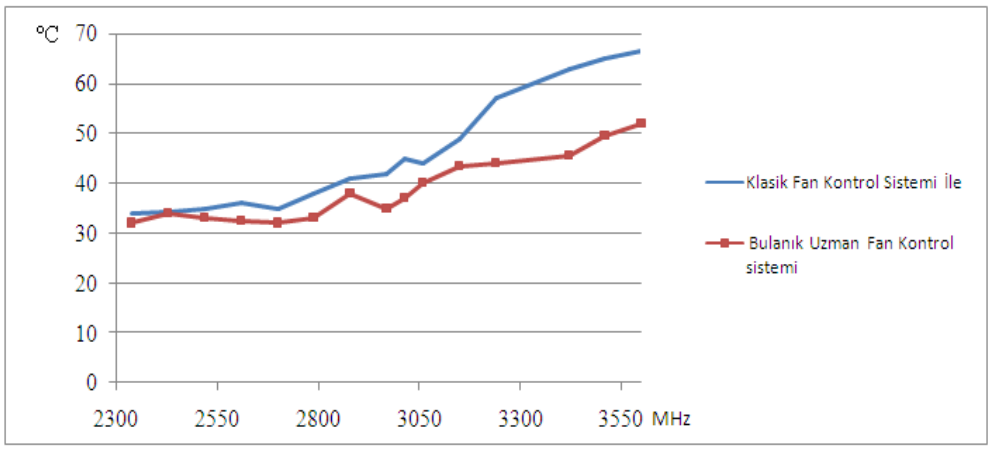
Tablo 7.2 Core2Duo 3.0 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları gösterilmiştir. Çift çekirdekli Core2Duo'ya ait olan test sonuçlarından da görüleceği üzere, klasik fan kontrol sistemiyle soğutulan MİB'te yüksek frekans değerlerinde aşırı ısınma gözlemlenmiş, BUS tarafından kontrol edilen MİB soğutma sisteminde ise aşırı ısınma durumu gözlemlenmemiş, frekans artışına bağlı olarak fan devri, MİB aşırı ısınmadan arttırıldığı için MİB'in tehlikeli kabul edilebilecek sıcaklık değerlerine ulaşması engellenmiş ve MİB güvenli sıcaklık limitleri arasında tutulmuştur. Grafik 7.2'de, Tablo 7.2'de gösterilen frekansa bağlı ortalama sıcaklık değerleri eğrisel grafik şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 7.3 Quad Core 2.66 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçlarını gösterilmiştir. Dört çekirdekli Quad Core 2.66 GHz'e ait olan test sonuçlarından da görüleceği üzere, klasik fan kontrol sistemiyle soğutulan MİB'te yüksek frekans değerlerinde aşırı ısınma gözlemlenmiştir. BUS tarafından kontrol edilen fan

kontrol sisteminde ise aşırı ısınma ve kararsızlık gözlemlenmemiştir. Grafik 7.3'de, Tablo 7.3'de gösterilen frekansa bağlı ortalama sıcaklık değerleri eğrisel grafik şeklinde gösterilmiştir.



Grafik 7.1 Tek Çekirdekli P4 3.4 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları



Grafik 7.2 Core2Duo 3.0 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları

Tablo 7.1 Tek Çekirdekli P4 3.4 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları

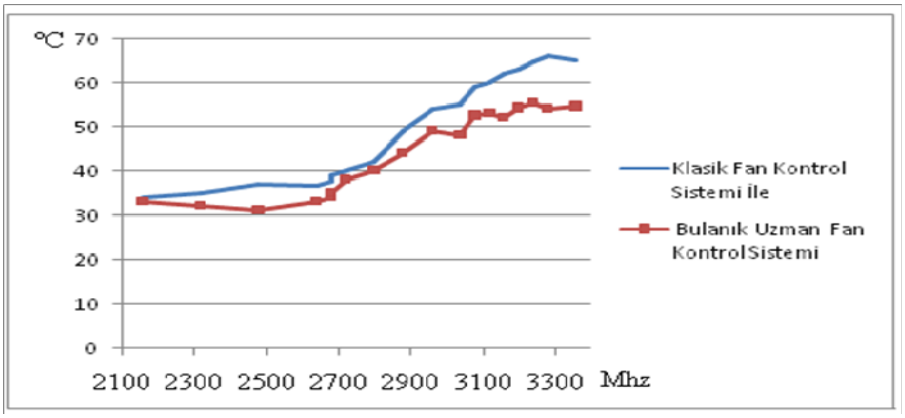
Frekans (MHz)	**Klasik Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**	**Bulanık Uzman Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**
2295	46	44
2380	46,5	43,5
2465	47	43,5
2550	48	44
2635	50	45
2720	52,5	48
2805	56	46
2907	55	47
2975	56,5	44,5
3060	58	46
3145	62	49
3230	63,5	48
3315	63	49,5
3400	63	51,5
3485	64,2	52
3570	65	53,5
3665	65	54
3740	65,5	54,3
3825	68,9	56
3900	70,5	56,5
3995	73	55

Tablo 7.2 Core2Duo 3.0 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları

Frekans (MHz)	**Klasik Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**	**Bulanık Uzman Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**
2340	34	32
2430	34,2	34
2520	35	33
2610	36	32,5
2700	35	32
2790	38	33
2880	41	38
2970	42	35
3015	45	37
3060	44	40
3150	49	43,5
3240	57	44
3420	63	45,5
3510	65	49,5
3600	66,5	52

Tablo 7.3 Quad Core 2.66 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları

Frekans (MHz)	Klasik Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)	Bulanık Uzman Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)
2160	34	33
2320	35	32
2480	37	31
2640	36,5	33
2680	37,8	34
2680	39	35
2720	40	38
2800	42	40
2880	49	44
2960	54	49
3040	55	48
3080	59	52,5
3120	60	53
3160	62	52
3200	63	54,2
3240	64,5	55,4
3280	66	54
3360	65	54,5



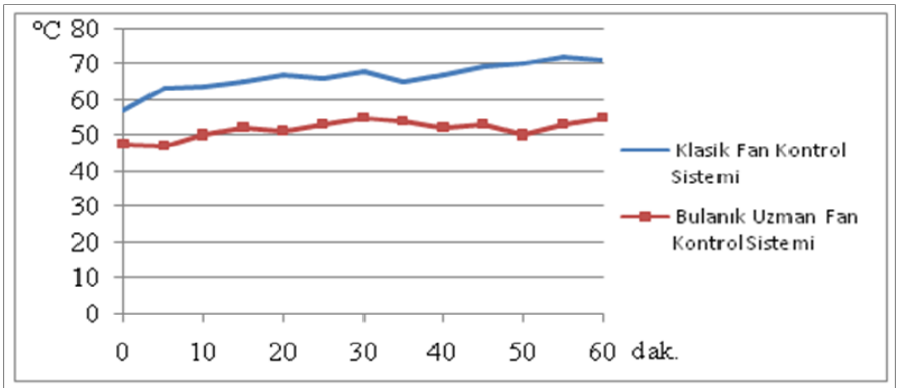
Grafik 7.3 Quad Core 2.66 GHz'e ait olan overclock ve underclock sonuçları

7.2 Yüksek MİB Kullanım Oranı Altında Yapılan Test Sonuçları

Tablo 7.4 de P4 3.4 GHz'e ait olan yüksek MİB kullanımı altında MİB sıcaklığının değişimine ait grafik verilmiştir. Tablodaki sıcaklık değerleri, bilgisayar yüksek MİB kullanım oranına sahip olan yazılımlarla çalıştırılarak elde edilmiştir. Geliştirilen BUS, MİB kullanım oranına bağlı olarak devir sayısını arttırdığından dolayı, MİB aşırı ısınmadan fan devri arttırıldığından MİB'in zarar göreceği sıcaklık değerlerine ulaşması engellenmiştir. Tablo 7.4'den de görüldüğü gibi klasik sistemle kontrol edilen MİB soğutma sistemlerinde yüksek MİB kullanım oranı gerektiren yazılımlarla uzun süre çalışıldığı zaman MİB'te aşırı ısınmanın meydana geldiği görülmektedir. Buna karşılık BUS tarafından kontrol edilen MİB soğutma sistemi sayesinde yüksek MİB kullanım oranına sahip yazılımlarla çalışırken bile MİB'de aşırı ısınma ve kararsızlık gözlemlenmemiştir. Tablo 7.5 yüksek MİB kullanım oranı altında, çift çekirdekli mikroişlemcinin zamana bağlı olarak sıcaklık değerlerinin değişimini, Tablo 7.6 ise dört çekirdekli işlemcinin zamana bağlı olarak sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Çift ve dört çekirdekli mikroişlemciler için elde edilen test sonuçlarından da görüldüğü gibi BUS kullanılarak geliştirilen mikroişlemci soğutma sistemi sayesinde, yüksek MİB kullanım oranlarında bile, MİB'in zararlı kabul edilebilecek sıcaklık değerlerine ulaşması engellenmiştir.

Tablo 7.4 P4 3.4 GHz. ile 3060 MHz de yapılan yüksek MİB kullanım oranı (%80den büyük) ile elde edilen test sonuçları

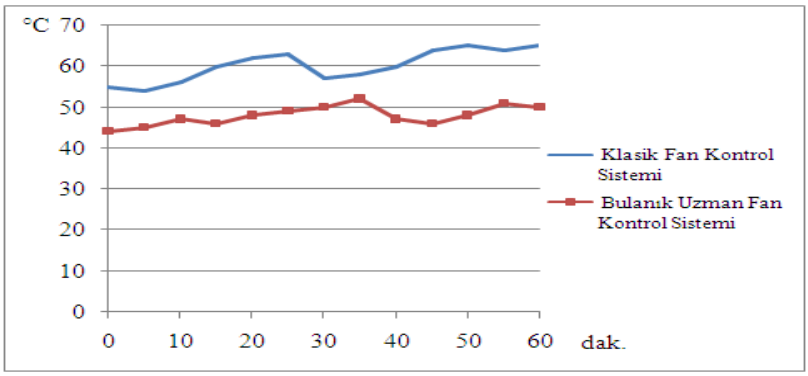
Zaman (Dakika)	Klasik Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)	Bulanık Uzman Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)
0	57	47,5
5	63	47
10	63,5	50
15	65	52
20	67	51
25	66	53
30	68	55
35	65	54
40	67	52
45	69	53
50	70	50
55	72	53
60	71	55



Grafik 7.4 P4 3.4 GHz ile 3060 MHz de yapılan yüksek MİB kullanım oranı (%80den büyük) ile elde edilen test sonuçlarına ait çizgisel grafik

Tablo 7.5 Core2Duo 3.GHz ile 3240 MHz frekansında yapılan yüksek MİB kullanımı (%80 den daha büyük) altında MİB sıcaklığının zamana göre değişimi

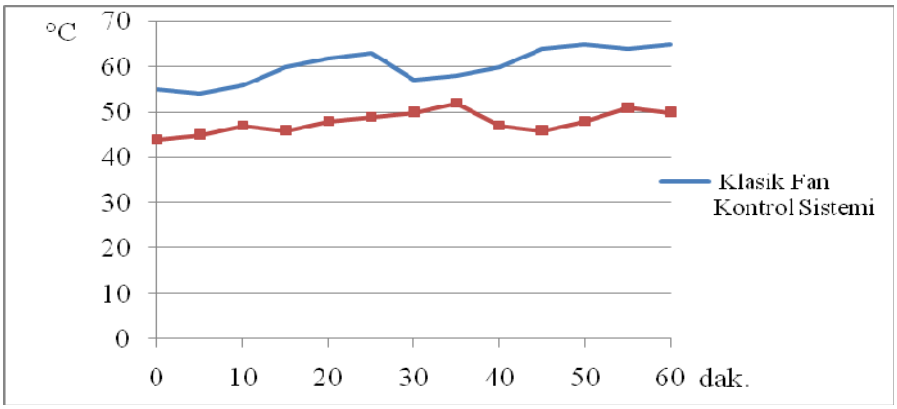
Zaman (Dakika)	**Klasik Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**	**Bulanık Uzman Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**
0	55	44
5	54	45
10	56	47
15	60	46
20	62	48
25	63	49
30	57	50
35	58	52
40	60	47
45	64	46
50	65	48
55	64	51
60	65	50



Grafik 7.5 Core2Duo 3.GHz ile 3240 MHz. frekansında yapılan yüksek MİB kullanımı (%80 den daha büyük) altında MİB sıcaklığının zamana göre değişimi

Tablo 7.6 Core2.66 GHz ile 3040 MHz frekansında yapılan yüksek MİB kullanımı (%80 den daha büyük) altında MİB sıcaklığının zamana göre değişimi

Zaman (Dakika)	**Klasik Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**	**Bulanık Uzman Fan Kontrol Sistemi İle Sıcaklık (°C)**
0	54	51
5	55	50
10	56	49
15	58	47
20	59	52
25	62	51,5
30	63	50
35	64	52
40	66	51
45	65	50
50	62	54
55	65	55
60	64	52



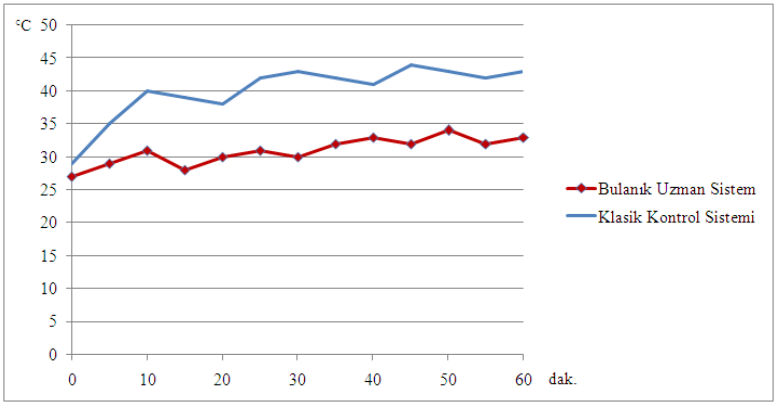
Grafik 7.6 Core2.66 GHz ile 3040 MHz frekansında yapılan yüksek MİB kullanımı (%80 den daha büyük) altında MİB sıcaklığının zamana göre değişimi

7.3 Anakart Sıcaklık Değerleri İçin Yapılan Test Sonuçları

Tablo 7.7'de ASUS P5WD2 Premium marka anakartın BUS ve klasik kontrol sistemiyle zamana göre elde edilen sıcaklık değerlerinin değişimi aşağıda gösterilmiştir. Tablo 7.7 ve Grafik 7.7'de elde edilen sıcaklık değerlerinden de görüldüğü üzere, BUS kullanılarak kontrol edilen kasa ve anakart soğutma sisteminde daha düşük anakart sıcaklık değerleri elde edilmiş ve anakart tehlikeli kabul edilebilecek sıcaklık değerlerine ulaşmamış, güvenli sıcaklık limitleri arasında çalıştırılmıştır. Tablo 7.8 ve Grafik 7.8 üzerine Core2Duo 3.0 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium Anakart'ın zamana göre sıcaklık değişimi, Tablo 7.9 ve Grafik 7.9 ise üzerine Core2Quad 2.66 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium Anakart'ın zamana göre sıcaklık değişimi gösterilmiştir. Bu tablolardaki sıcaklık değerlerinden de görüleceği gibi BUS kullanılarak tasarlanan soğutma sisteminden daha düşük sıcaklık değerleri elde edilmiş, ve anakart güvenli limitler dahilinde kullanılmıştır. Ayrıca anakart ve mikroişlemci sıcaklığı giriş parametreleri olarak kabul edildiğinden daha sessiz ve verimli bir soğutma sistemi oluşturulmuştur.

Tablo 7.7 Üzerine P4 3.4 GHz Intel işlemci monte edilmiş ASUS P5WD2 Premium anakartın zamana göre sıcaklık değişimi

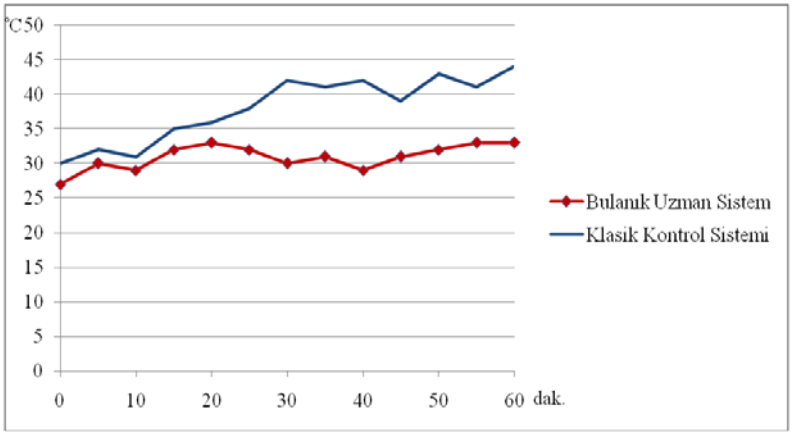
Zaman (dakika)	BUS ile Anakart Sıcaklığı (°C)	Klasik Kontrol Sistemi ile Anakart Sıcaklığı (°C)
0	27	29
5	29	35
10	31	40
15	28	39
20	30	38
25	31	42
30	30	43
35	32	42
40	33	41
45	32	44
50	34	43
55	32	42
60	33	43



Grafik 7.7 Üzerine P4 3.4 GHz Intel işlemci monte edilmiş ASUS P5WD2 Premium anakartın zamana göre sıcaklık değişimi

Tablo 7.8 Üzerine Core2Duo 3.0 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium anakartın zamana göre sıcaklık değişimi

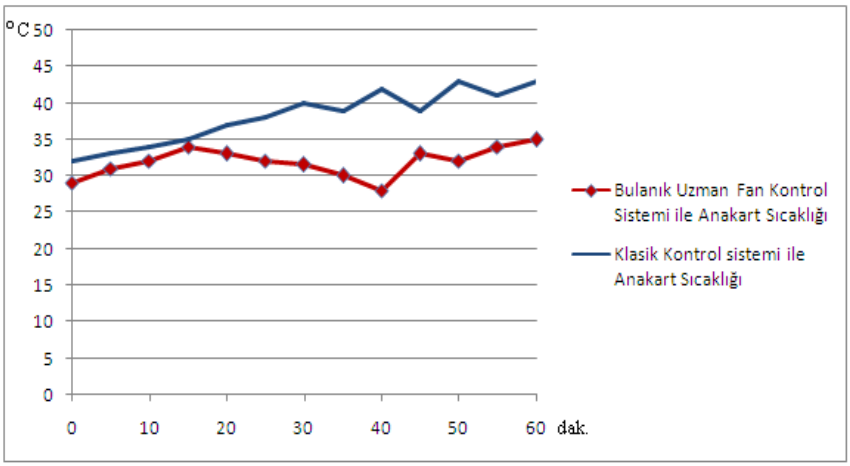
Zaman (dakika)	**BUS ile Anakart Sıcaklığı °C)**	**Klasik Kontrol Sistemi ile Anakart Sıcaklığı (°C)**
0	29	32
5	31	33
10	32	34
15	34	35
20	33	37
25	32	38
30	31,5	40
35	30	39
40	28	42
45	33	39
50	32	43
55	34	41
60	35	43



Grafik 7.8 Üzerine Core2Duo 3.0 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium anakartın zamana göre sıcaklık değişimi

Tablo 7.9 Üzerine Core2Quad 2.66 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium anakartın zamana göre sıcaklık değişimi

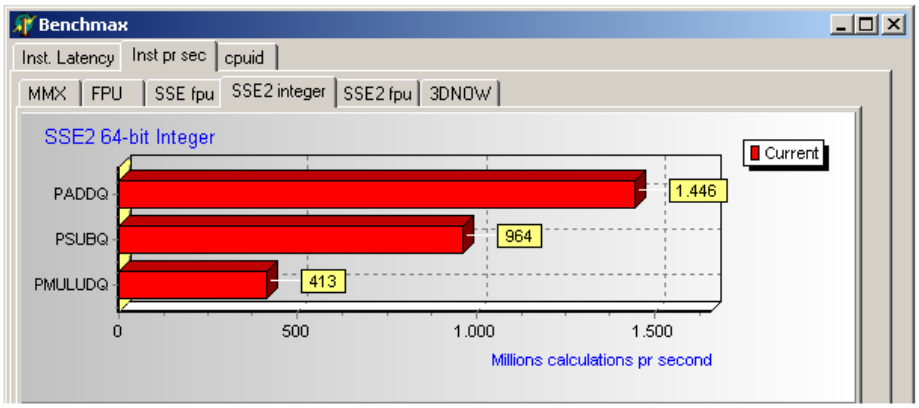
Zaman(dakika)	Bulanık Uzman Fan Kontrol Sistemi ile Anakart Sıcaklığı (°C)	Klasik Kontrol sistemi ile Anakart Sıcaklığı (°C)
0	29	32
5	31	33
10	32	34
15	34	35
20	33	37
25	32	38
30	31,5	40
35	30	39
40	28	42
45	33	39
50	32	43
55	34	41
60	35	43



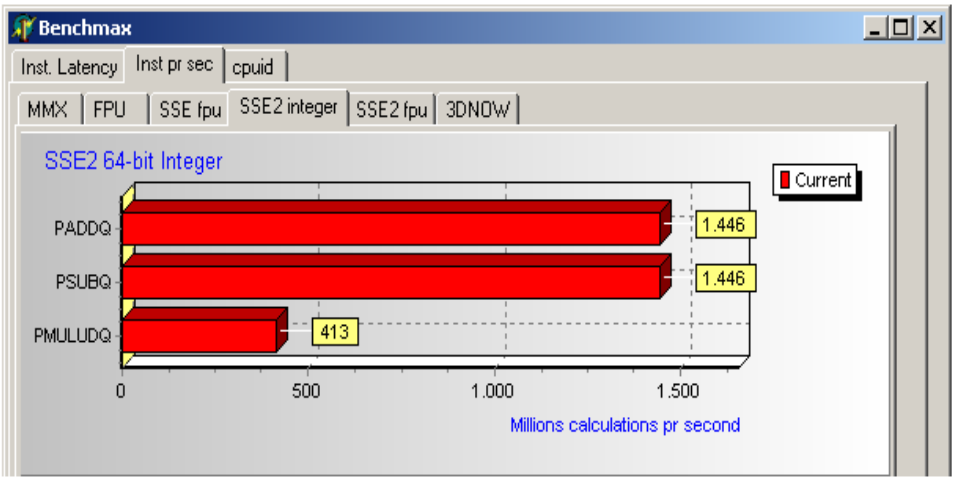
Grafik 7.9 Üzerine Core2Quad 2.66 GHz Intel işlemci monte edilmiş Asus P5Q-PRO P45 Premium anakartın zamana göre sıcaklık değişimi

7.4 Sıcaklığın Mikroişlemci Performansına Etkisi

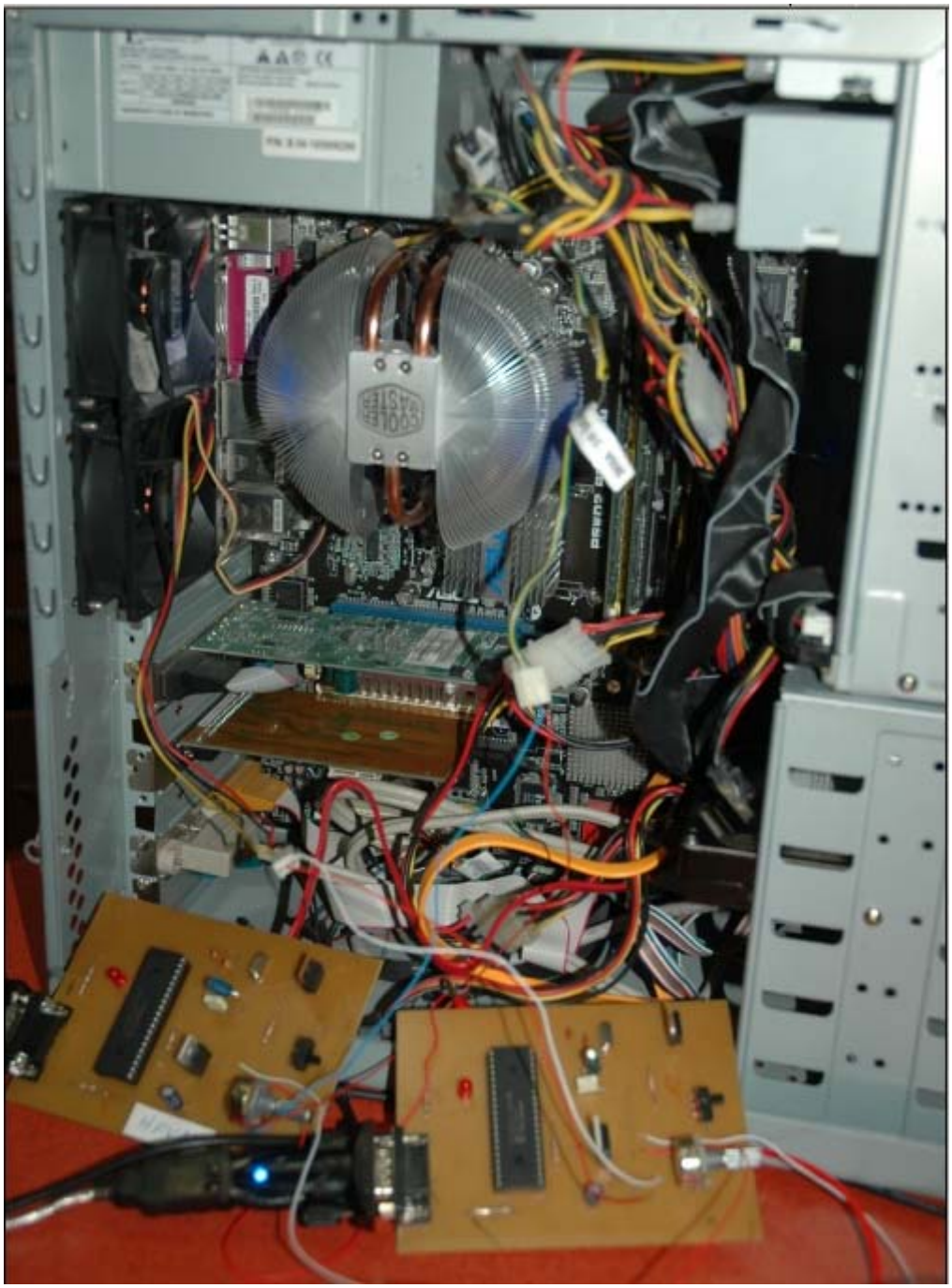
Sıcaklığın sistem performansı üzerine çeşitli etkileri bulunmaktadır. Aşırı ısınma mikroişlemcilerin kararlılığını etkileyebilmekte ve sistemde kilitlenmelere ve performans düşüşlerine sebep olabilmektedir [Overclockers, 2009]. Intel Firmasının geliştirdiği ve bazı gelişmiş mikroişlemci ailelerinde bulunan Termal Kontrol teknolojisi mikroişlemcinin aşırı ısındığı durumlarda devreye girerek etkin frekans değerini düşürmektedir. Aşağıda Pentium 4 3.4 GHz işlemcinin 63 °C sıcaklığında ve 55 °C sıcaklık değerlerinde performans değerleri MIPS cinsinden (Saniyede Milyon İşlem) ölçülmüştür. BUS tarafından kontrol edilen MİB'te PSUBQ değeri daha yüksek elde edilmiştir. Performans ölçülürken standart benchmax yazılımları kullanılmıştır. Grafik 7.10 ve grafik 7.11'den de görüleceği gibi, sıcaklık değeri 55°C iken elde edilen PSUBQ performans ölçüm değeri 63 °C'da elde edilen değerden daha yüksektir. İşlemcinin aşırı ısındığı zaman çeşitli işlemlerde performans düşüşü yaşadığı aşağıdaki ölçümlerden de açıkça görülmektedir. Şekil 7.1 ve 7.2'de MİB ve anakart soğutma kontrolü devrelerinin uygulama fotoğraflarına yer verilmiştir. Şekil 7.1, MİB ve anakart fan kontrol devrelerinin genel yapısını, Şekil 7.2 ise MİB Fanı kontrol devresi ve uygulamasını göstermektedir.



Grafik 7.10 P4 3.4 GHz işlemcinin 2.975 MHz frekans değerinde çalıştırılırken ve MİB sıcaklık değeri 63 °C iken elde edilen işlemci performansı sonuçları (Saniyede Milyon Adet İşlem Cinsinden –MIPS)



Grafik 7.11 P4 3.4 GHz işlemcinin 2.975 MHz frekans değerinde çalıştırılırken ve MİB sıcaklık değeri 55 °C iken elde edilen işlemci performansı sonuçları (Saniyede Milyon Adet İşlem Cinsinden –MIPS)



Şekil 7.1 Oluşturulan MİB ve fan kontrol devrelerinin uygulaması



Şekil 7.2 MİB fanı kontrol devresi ve uygulaması

7.5 Geliştirilen BUS'un Sonuçalarının Matlab Sonuçları İle Karşılaştırılması

Geliştirilen BUS'ta ağırlık merkezi durulama yöntemine çok yakın sonuçlar veren toplamların merkezi durulama yöntemini kullanmıştır. Geliştirilen BUS'un toplamların merkezi durulama yöntemiyle verdiği sonuçlar, Matlab Fuzzy Logic Toolbox kullanılarak ağırlık merkezi durulama yöntemiyle elde edilen sonuçlara çok yakındır ve tek çekirdekli MİB soğutma sistemi için elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Tablo 7.10'da geliştirilen BUS'un sonuçlarının Matlab sonuçları ile karşılaştırılması gösterilmiştir.

Tablo 7.10 Geliştirilen BUS'un sonuçlarının Matlab sonuçları ile karşılaştırılması

Ölçüm No	CPU Sıcaklığı	CPU Frekansı	MİB kullanımı	BUS ile Elde Edilen Sonuç	Matlab ile Elde Edilen Sonuç
1	45	3250	50	2500	2500
2	40	3200	45	2216	2210
3	30	2600	49	1306	1310
4	35	2600	50	1706	1700
5	45	2100	55	2250	2250
6	50	2500	38	2419	2430
7	42	2900	39	2000	2000
8	49	3150	37	2599	2600
9	51	2000	15	2161	2160
10	40	2800	23	1784	1790
11	38	3100	42	2000	2000
12	42	3500	35	2478	2480
13	48	3200	40	2576	2580

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

BUS vasıtasıyla mikroişlemci ve anakart soğutma sistemi verimli bir şekilde kontrol edilebilmekte ve MİB istenilen sıcaklık değerleri arasında tutulabilmektedir. MİB sıcaklığını kontrol eden 1. BUS giriş değişkenlerinde MİB sıcaklığı ve frekansının yanında MİB kullanım oranı da bulunduğundan overclock frekans değerlerinde bile etkin bir soğutma sağlanmaktadır. Yüksek MİB kullanım oranı gerektiren yazılımlar, MİB'in aniden ısınmasına sebep olduğundan klasik kontrol sistemleri bazen MİB'i soğutmada yeterli gelememektedir ve MİB zarar görebileceği sıcaklık değerlerine ulaşabilmektedir. Tasarlanan BUS sayesinde yüksek MİB kullanım oranına sahip olan yazılımlar çalıştırıldığında fan devri arttırılmakta böylece etkin bir soğutma sağlandığından MİB'den hem daha yüksek performans alınmakta hem de MİB aşırı ısıdan zarar görmemektedir. Meydana gelebilecek aşırı ısnmalar engellendiği için MİB'in daha yüksek performansla çalıştığı gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen sistem hem tek çekirdek, hem Core2Duo hem de QuadCore işlemciler üzerinde denenmiş ve overclock frekans değerlerinde ve yüksek MİB kullanım oranı gerektiren yazılımlarla çalışırken klasik kontrol sistemlerinden çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Test aşamasında elde edilen sonuçlar önceki bölümde ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Yüksek frekanslarda bile üzerinde işlem yapılan mikroişlemciler kritik sıcaklık değerlerine ulaşmamışlardır.

Ayrıca anakart sıcaklığını kontrol eden ikinci BUS vasıtasıyla hem anakart hem de mikroişlemci sıcaklık değerleri giriş değişkenleri olarak alındığından dolayı anakart üzerinde etkin bir soğutma sağlanmış ve klasik fan kontrol sistemlerinden daha düşük sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

Geliştirilen sistem klasik kontrol sistemlerine göre şu üstünlüklere sahiptir:

- Frekans ve MİB kullanım oranını da giriş değişkeni olarak kabul ettiğinden dolayı işlemciyi yoran yazılımlarda etkin soğutma sağlamakta, geleneksel kontrol sistemlerindeki gibi sadece tek parametre değil, üç giriş değişkeninin

değişimleri incelenmiş ve çıkıştaki devir sayıları bu girişlere göre hesaplanmıştır.

- MİB kullanım oranı ve MİB frekansı da giriş parametresi olarak değerlendirildiğinden dolayı MİB, kritik sayılabilecek üst sınır sıcaklık değerlerine ulaşmadan fan devir sayısı arttırıldığından, MİB'in yanması, zarar görmesi ve aşırı ısınması engellenmektedir. Böylece overclock işlemi sırasında bilgisayarın kullanımı, klasik fan kontrol sistemlerine nazaran oldukça güvenlidir. Ayrıca yüksek MİB kullanım oranı kullanan programlarla uzun süre çalışıldığında MİB'de meydana gelen aşırı ısınma engellenmiştir. Bu yüzden geleneksel kontrol sistemlerine göre daha güvenilir bir kontrol sağladığı görülmektedir.
- Yüksek MİB kullanım oranına sahip yazılımlarla çalışırken daha etkin bir soğutma sağladığından MİB performansının da buna bağlı olarak artmaktadır.
- MİB sıcaklığı ve anakart sıcaklığına bağlı olarak kasa fanının devir sayısı ayarlandığından dolayı daha sessiz bir bilgisayar kasası soğutması sağlanmaktadır.
- MİB'in yüksek sıcaklık değerlerine ulaşmaması MİB'in ömrünü uzatmakta ve zarar görmesini engellemektedir.
- Bulanık mantık kontrolör kullanıldığından dolayı uzman düşünme sistemi kural tabanına yansıtılmış böylece daha verimli ve iyi sonuçlar veren bir kontrol sistemi tasarlanmıştır.

İleride yapılacak çalışmalarda,

1. Bulanık kontrol dışında diğer yapa zeka tekniklerinden faydalanılabilinir.

   ANFIS kullanılarak üyelik fonksiyonları optimize edilebilir.

2. Başka mikroişlemci aileleri de kullanılarak çalışma geliştirilebilinir.

9. KAYNAKLAR

Allahverdi, N., 2002. "Uzman Sistemler, Bir Yapay Zeka Uygulaması", Atlas Kitabevi, İstanbul.

Elmas, Ç., 2003. "Bulanık Mantık Denetleyiciler", Seçkin Yayıncılık Ankara.

Ross, T. J., 2004. "Fuzzy Logic with Engineering Applications", John Wiley & Sons Ltd. Press, England.

Şen, Z., 2001. "Bulanık Mantık Modelleme ve İlkeleri", Bilge Kültür Sanat, İstanbul.

Allahverdi, N., 2009. Bulanık Mantık ve Sistemler, http://farabi.selcuk.edu.tr/egitim/bulanik/index.html, 30 Mayıs 2009.

Antrak, 2008. http://www.antak.org.tr, 20 Aralık 2008.

Bilişimdergi, 2009. http://www.bilisimdergi.com, 10 Şubat 2009.

Camiresearch, 2009. htpp:// www.camiresearch.com, 5 Mart 2009.

Intel, 2009. CPU Voltage and Temperature Characteristics, http://www.intel.com, 20 Nisan 2009.

Mathworks, 2009. http://www.mathworks.com, 5 Nisan 2009.

Microchip, 2008. PIC 16F877 datasheet, http://www.microchip.com, 5 Ocak 2008.

MSDN, 2009. http://msdn.microsoft.com/tr-tr/vcsharp/default(en-us).aspx, 2 Şubat 2009.

Overclockers, 2009. htpp:// www.overclockers.com, 10 Nisan 2009.

Wikipedia, 2008. Online Dictrionary and Encyclopedia, http://tr.wikipedia.org, 15 Eylül 2008.

Yapay Zeka, 2009. http://www.yapay-zeka.org, 10 Şubat 2009.

Coeyman, B., Bowles, J.B., 1996. "Fuzzy logic applied to reboiler temperature control" Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Fuzzy Systems Volume 1, New Orleans, pages 511-516, USA.

Haissig C., 1999. "Adaptive Fuzzy Temperature Control for Hydronic Heating Systems" IEEE International Conference on Control Applications Kohala Coast-Island of Hawai'i, pages 582-588, USA.

Kaur G., Chauhan A., Subramanyam P.V, 2005. "Fuzzy Logic Based Temperature Controller" IEEE International Conference on Granular Computing, , Volume 2 pages 492 – 495, China.

Kazemian, H.B., 2005. "Developments of Fuzzy PID Controllers", Expert Systems Vol 22, No: 5, pages 254-264.

Li, H.X., Gatland, H. B., 1996. "Conventional Fuzzy Control and Its Enhancement", IEEE Transactıons On Systems Man And Cybernetics Part B, Cybernetıcs, Vol. 26, No. 5 pages 791-796.

Li, H.,X., Zhang L., Cai, K.Y., Chen G., 2005. "An improved robust fuzzy-PID controller with optimal fuzzy reasoning", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B, Volume 35, Issue 6 Pages 1283 – 1294.

Liu, K., Lewis, F.L, 1993. " Some issues about fuzzy logic control" Proceedings of the 32nd Decision and Control, Pages 1743 – 1748 vol.2 , Texas, USA.

Lim, P. K., Spooner, N. R., 1995. " Climatic Control of Storage Chamber using fuzzy logic", Proceedings of the 2nd Two-Stream International Conference on Artificial Neural Networks and Expert Systems , pages 141-144, New Zealand.

Mann, G.K.I., Hu B.G., Gosine, R.G., 1999. "Analysis of direct action fuzzy PID controller structures", Transactıons On Systems, Man, And Cybernetıcs, Part B Cybernetıcs, Vol. 29, No. 3, pages 371-388.

Wilkinson J, 1995. "Additional Advances in Fuzzy Logic Temperature Control", Industrial Applications Conference Thirtieth Annual Meeting, IAS Vol. 3, pages 2721-2725 , USA.

Yasin, F.M.,Tio, A., Islam, M.S., Reaz, M.I., 2004. "The hardware design of temperature controller based on fuzzy logic for industrial application employing FPGA", 16th International Conference on Microelectronics, pages:157 - 160, Tunisia.