

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

UZAKTAN DENETİMLİ STANDBY GÜÇ KONTROL CÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakkı GÜÇLÜ

**HAZİRAN 2011
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

UZAKTAN DENETİMLİ STANDBY GÜÇ KONTROL CÜSÜ

Hakkı GÜÇLÜ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK LİSANS (ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19.05.2011
Tezin Savunma Tarihi : 23.06.2011**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Adnan CORA

Trabzon 2011

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
HAKKI GÜÇLÜ TARAFINDAN HAZIRLANAN

UZAKTAN DENETİMLİ STANDBY GÜÇ KONTROL CÜSÜ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 24 / 05 / 2011 gün ve 1406 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 23 / 06 / 2011 tarihinde yapılan sınavda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Murat EKİNCİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Adnan CORA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Haydar KAYA

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında; elektrik enerjisinin sarfiyatında istenmeyen kayıp gücün azaltılmasının önemini ve ülkelere göre tüketimin durumu ortaya konuldu. “Kaybın büyüklüğü ve özel yöntemler uygulanarak engellenip engellenemeyeceği” tespit edilmeye çalışıldı. Bu çaba; sorunu çözmek üzere, ek bir sistem tasarlayarak söz konusu kayıpları en aza indirmeye yoluna götürüyor. Çalışmada, öncelikle kaybın büyüklüğü ve önlemeye yönelik çalışmalar incelendi ve teorik açıdan neler yapabileceği araştırıldı. Daha önceden yapılmış çalışmaları kaynakları ile birlikte açıklandı. Çalışma esnasında her çalışmada olduğu gibi bazı genellemeler yapmak zorunda kalındı. Bahsi geçen kayıp gücün evlerde kullanılan cihazlar bazında, evden eve değişen bir karaktere sahip olması ve net bir değer ortaya koymanın zor olması nedeniyle böyle bir yola başvuruldu. Bu nedenle çalışmada, özel durumlar göz ardı edilerek; toplam miktarın kullanıcılara göre oranlanması dâhilinde çalışıldı. Ayrıca çalışmada mümkün olduğunca dilimize giren veya girmekte olan yabancı kelimeler kullanılmamaya çalışıldı. Maalesef, dilimize yabancı iken bizlere alışıldık gelen kelimeler bu defa Türkçe karşılıklarına açıklama olacak şekilde, parantez içlerinde ya da dipnotlarda yer aldı.

Tez çalışması boyunca gösterdiğimiz çabada, tez danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Adnan CORA’ nın her aşamada büyük yardımı oldu. Kendisine desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum. Tez çalışmam sırasında beni ve çalışmamızı destekleyen Bilimsel Araştırmalar ve Koordinasyon Birimine de teşekkür ederim.

HAKKI GÜÇLÜ

Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Uzaktan Denetimli Satıncı Güç Kontrolcüsü” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Adnan CORA‘nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 23/06/2011

Hakkı GÜÇLÜ

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2. Standby ve Standby Gücü Nedir.....	2
1.3. Standby Gücü Niçin Önemlidir.....	2
1.4. Standby Gücü Ne Düzeydedir.....	2
1.4.1. OECD Ülkelerini Temel Alan Çalışmalar.....	3
1.4.1.1. Ülkeler Bazında Yapılan Çalışmalar.....	3
1.5. Standby Gücü Nasıl Azaltılabilir.....	6
1.5.1. Uluslararası Kuruluşlarca Yapılan Etiketlemeler.....	6
1.5.2. Standartlar Belirlemek.....	6
1.5.3. “1-Watt Planlaması”.....	7
1.5.4. Teknolojik Gelişmeler.....	7
1.5.4.1. Standby Güç Devresi Ayrı Tutulur.....	7
1.5.4.2. Gereksinime Göre Besleme Gerilimi Değiştirilir.....	7
1.5.4.3. Standby Devresinin Şarjlı Pillerle Beslenmesi.....	8
1.5.4.4. Standby Devresinin Şarjlı Pillerle Beslenip Fotovoltaik Pillerle Şarj Edilmesi	8
1.5.4.5. Standby Gücünü Algılayıp Gücü Kesmek.....	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Uzaktan Denetimli Standby Kontrolü.....	10
2.1.1. Hareket Algılayıcı Devre.....	11
2.1.1.1. Hareket Algılayıcı Elemanın Seçimi.....	11
2.1.1.2. Pır Algılayıcı Devre Uygulaması.....	12
2.1.2. Güç Algılayıcı Devre Uygulaması.....	13

2.2	Sistem Yazılımı.....	15
2.3.	Arabirim ve Mikrodenetleyici Seçimi.....	16
2.4.	Bilgisayarla Haberleşen Cihaz Tasarımı.....	17
2.5.	Ethernet Cihaz Tasarımının Üstünlükleri.....	17
2.6.	Pazarın İhtiyaçları.....	19
2.7.	Ethernet Arabirim Kurmak İçin Hangi Çözümlere Sahibiz.....	20
2.8.	Anahtarlama Devresinin Tasarımı.....	21
2.9.	PIC32MX795F512L Ethernet Başlangıç Seti.....	21
2.10.	PIC32MX795F512L I/O Expantion Board.....	22
2.10.1	Genişleme kartı üzerine yerleştirilecek devre tasarımı.....	22
2.11.	Yüksek Performans, USB, CAN ve Ethernet destekli 32 bit RISC İşleci	24
2.12.	Mikrodenetleyici Özellikleri.....	24
2.13.	Arabirim Özellikleri.....	25
2.14.	Hata ayıklama özellikleri.....	27
2.15.	Analog Pinler.....	27
2.16	PIC32MX795F512L’yi kullanarak Donanım Tasarımı.....	27
2.16.1.	Minimum Bağlantı Gereksinimleri.....	27
2.16.2.	Dekuplaj Kondansatörleri.....	28
2.16.3.	Dâhili Gerilim Regülatörüne Ait Kondansatör(VCAP/VDDCORE)	29
2.16.4.	Master Clear (MCLR) Pin.....	29
2.16.5.	ICSP pinleri.....	30
2.16.6.	JTAG.....	31
2.16.7.	İzleme.....	31
2.16.8.	Harici Osilatör.....	32
2.16.9.	ICSP İşlemi Esnasında Analog ve Dijital Pinleri Ayarlama.....	32
2.16.10.	Kullanılmayan I/O Pinleri.....	33
2.17.	PIC32MX Mikroişlemci.....	33
2.17.1.	Özellikleri.....	33
2.17.2.	Mimariye Bakış.....	34
2.17.2.1	İşleme Ünitesi.....	35
2.17..2.2.	Çarpma/Bölme Birimi(MDU).....	35
2.17.2.3.	Sistem Kontrol Yardımcı İşlemcisi (cp0).....	37
2.17.3.	Güç Yönetimi.....	37

2.17.3.1	Komut Kontrollü Güç Yönetimi.....	37
2.17.3.2	Yerel Saat Ayırıcı.....	38
2.17.3	EJTAG Hata ayıklama Desteği.....	38
2.18.	Bellek Organizasyonu.....	38
2.18.1.	PIC32MX795F512L Bellek Dizilimi.....	39
2.19.	Flash Program Hafızası.....	41
2.20.	Sıfırlama (Reset).....	41
2.21.	Kesme Kontrolcüsü.....	42
2.22.	Osilatör Ayarlamaları.....	43
2.23.	Ön-Getirme (Prefetch) Birimi.....	45
2.23.1.	Özellikleri.....	45
2.24.	DMA Kontrolcüsü.....	46
2.25.	USB ON-THE-GO (OTG).....	48
2.26.	G/Ç Portları.....	48
2.26.1.	Paralel G/Ç Portları.....	50
3.	BULGULAR.....	51
3.1.	Tasarlanan Sistemin Güç Sarfıyatı.....	51
3.2.	Sistemin Standby Gücünün Azaltılmasına Etkisi.....	51
4.	TARTIŞMA.....	56
4.1.	Sistemi Özgünlüğü.....	56
4.2.	Sistemin Üstünlükleri.....	56
4.3.	Sisteme Eklemeler Yapılmalı mıdır.....	56
5.	SONUÇLAR.....	58
6.	ÖNERİLER.....	60
7.0	KAYNAKLAR.....	61
8.0	EKLER.....	63
	ÖZGEÇMİŞ.....	70

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

UZAK DENETİMLİ STANDBY GÜÇ KONTROLCÜSÜ

Hakkı GÜÇLÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Adnan CORA
2011, 62 Sayfa, 7 Sayfa Ek

Standby ile kaybedilen güce ait araştırma verileri, bu güç değerinin evlerde harcanan toplam gücün en az %10'unu teşkil ettiğini ortaya koymaktadır. Tek bir cihazın harcaması bile 1 ila 25 watt arasında değişebiliyor. Son yıllarda daha az standby gücü tüketen cihazların üretildiği bir gerçektir, ancak bu gücü tüketen cihazların sayısı da giderek artmaktadır. Bu güç değerinin miktarını veren teknik veriler de çoğu zaman yanıltıcı olmaktadır. Cihazların güç kaynaklarının ardındaki kısımlarına ait güç harcaması verilerek, güç kaynağı kayıpları ihmal edilmektedir.

Standby durumunda güç tüken cihazların ülkemize yıllık maliyeti 35 milyon dolardır ve bu değer toplam elektrik enerjisi ihtiyacımızın %3'üne karşılık gelmektedir. Enerji üretmek için kullandığımız kaynakların da yarısından fazlasını dışarıdan satın aldığımız ve zaman zaman enerji ithal ettiğimiz düşünülürse, her yıl boşa harcamak için 35 milyon dolarlık elektrik enerjisi ithal ediyoruz veya enerji üretmek için kaynak satın alıyoruz demektir.

Enerjinin boşa harcanmasının son kullanıcıya ortalama yıllık maliyeti 50TL civarındadır. Bu gücün tamamına yakını oturma odasındaki televizyon ve bağlantılı sistemleri, çalışma odalarındaki bilgisayar ile bağlantılı çevre birimlerinde ve mutfaklarda tüketilmektedir.

Standby gücü indirgenirken, sistemin uzaktan denetimli hale getirilebilmesi için mikrodenetleyici tabanlı bir modül de ilave edilmiştir. Bu sayede sistemin durumu bir web ara yüzü ile uzaktan gözlenebilir ve müdahale edilerek konumu değiştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Standby, Enerji sarfiyatı, Güç tasarrufu, Microchip, Uzak denetim, Ethernet, Microchip TCP-IP stack, Güç algılama, Hareket algılama.

Master Thesis

SUMMARY

REMOTE CONTROLLED STANDBY POWER CONTROLLER

Hakkı GÜÇLÜ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical and Electronics Engineering

Supervisor: Yrd. Doç Dr. Adnan CORA

2011, 62 Pages, 7 Pages Appendix

The research data about the power wasted by standby assert that this power amount forms at least 10 % of total power used at houses. The amount of even only one household appliance (gadget) can change between 1 to 25 Watts. It is true that recently household appliances which consume less standby power have been produced but the number of household appliances which spend this power has been increasing day by day. Also the technical data about the power amount can be mostly misleading The power supply is ignored by giving power use which belongs to parts which are beyond power supply of household appliances.

The cost of household appliances which spend power in standby mode is 35 million dollars per year for our country and this amount corresponds to 3% of our total electric energy need. Thinking that we import nearly half of the supply we use and from time to time we export energy, we import 35 million dollars of electric energy to waste or we buy supply to produce energy each year.

The price of waste of energy for the end user is nearly 50 TL per year. Nearly all of this power is used by television and connected systems in the living rooms, by computer and its connected peripherals in the study rooms and in the kitchens.

While the standby power was being reduced (degraded), a microcontroller based module was added in order to make the system remote controlled. Thus the condition of the system can be observed (monitored) far away by a web interface and its position can be changed by interference.

Keywords: Standby, Energy Consumption, Energy Saving, Microchip, Remote Control, Ethernet, Microchip TCP-IP stack, Power Detecting, Movement Detecting.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.	Sistemin blok gösterimi..... 10
Şekil 2.2.	PIR algılayıcı eşdeğer devresi..... 11
Şekil 2.3.	PIR algılayıcılı hareket algılayan devre..... 12
Şekil 2.4.	Güç algılayıcı devre..... 13
Şekil 2.5.	Farklı nüveler sarılmış bobin ve akım transformatörüne ait grafik. 15
Şekil 2.6.	Sistem yazılımının akış diyagramı..... 16
Şekil 2.7.	Ethernet arabirim kullanan bir cihazın internet üzerinden kontrolü ve gözlemlenmesi..... 18
Şekil 2.8.	PIC32MX795F512L geliştirme kartları..... 21
Şekil 2.9.	Röle kontrol katı..... 23
Şekil 2.10	PIC32MX795F512L iç yapısı..... 26
Şekil 2.11.	Dekuplaj kondansatörlerinin bağlantısı..... 29
Şekil 2.12.	MCLR pin bağlantısı..... 30
Şekil 2.13.	Bellek organizasyonu..... 40
Şekil 2.14.	Sıfırlama yapısı..... 42
Şekil 2.15.	Kesme kontrolü..... 43
Şekil 2.16.	Osilatör modülü..... 44
Şekil 2.17.	Öngetirme birimi..... 46
Şekil 2.18	DMA kontrolcüsü..... 47
Şekil 2.19	Giriş çıkış portları..... 49
Şekil 3.1	Test düzeneği 52

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Ülkelere ait standby güç kayıpları.....	5
Tablo 2.1 PIR algılayıcı devreye ait algılama mesafe ve açıları.....	13
Tablo 2.2 Torodial bobin ve akım trafosu çıkışı.....	14
Tablo 2.3. Ethernet arabirim kullanan tüketici elektroniği cihazları.....	19
Tablo 2.4. Bölme işlemi için gereken tekrarlama sayıları.....	36
Tablo 3.1. Sistemin güç harcaması.....	51
Tablo 3.2 Test düzeneği 1 ölçüm sonuçları.....	53
Tablo 3.3 Test düzeneği 2 ölçüm sonuçları.....	54
Tablo 3.3 Test düzeneği 3 ölçüm sonuçları.....	55

SEMBOLLER DİZİNİ

p	:	Piko (10^{-12})
n	:	Nano (10^{-9})
μ	:	Mikro (10^{-6})
m	:	Mili (10^{-3})
k	:	Kilo (10^3)
M	:	Mega (10^6)
G	:	Giga (10^9)
A	:	Elektrik Akımının Birimi
V	:	Elektriksel Potansiyel Fark
W	:	Elektriksel Güç
Hz	:	Frekans Ölçü Birimi
F	:	Kapasite Ölçü Birimi
Ω	:	Elektriksel Direnç Birimi
i	:	Elektrik Akımı
L	:	Endüktans
PIR	:	Pasif Kızılötesi Algılayıcı
MCLR	:	Ana Sıfırlama
DMA	:	Doğrudan Bellek Erişimi
TCP	:	Aktarım Kontrol Protokolü
IP	:	İnternet Protokolü
OSI	:	TCP Öncesi Aktarım Kontrol Protokolü
HTTP	:	Hiper Metin Transferi Protokolü
OECD	:	Ekonomik Kalkınma Ve İşbirliği Örgütü
USB	:	Seri Bağlantı Arabirimi
ICSP	:	Devre Üzerinde Programlama Arabirimi
JTAG	:	Emülasyon Test Arabirimi
MDU	:	Çarpma/Bölme Birimi
CLR	:	Sıfırlama
Set	:	Kurma
INV	:	Tersleme
AND	:	Mantıksal “Ve”
G/Ç	:	Giriş/Çıkış

TMR : Zamanlayıcı
ARP : Adres Çözümleme Protokolü
DNS : Etki Alanı Adı Sistemi
MCU : Mikrodenetleyici

1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Sanayi devriminden bu yana enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün daha da artmaktadır. Evlerde ve sanayide ihtiyaç duyulan enerji kaynaklarının başında elektrik enerjisi gelmektedir. Isıtma, soğutma, aydınlatma, haberleşme ve üretim gibi birçok alanda elektrik enerjisine bağımlı durumdayız.

Tüm dünyada üretilen elektrik enerjisinin de yaklaşık %90'ı fosil yakıtların yakılmasından elde edilmektedir. Karbon dengeleme kuruluşu verilerine göre son 200 sene içerisinde tüm dünya kaynaklarının %30'unu harcamış bulunmaktayız. Kyoto araştırma verilerine göre bu oranın 2020 yılında %50'lere varacağı tahmin edilmektedir. Artan kirlilik ve atmosferde sera etkisi yaratan karbon türevi gazların olumsuz etkileri nedeni ile enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Sorunun çözümüne yönelik olarak birçok uluslararası organizasyon ve protokol birlikleri oluşturulmuştur. Almanya' da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına dair bir proje kapsamında 5000 kişilik bir kasaba kurulmuştur. Kasabadaki tüm evler enerji ihtiyaçlarını rüzgâr, güneş, yeraltı sıcaklığı gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılamaktadır. Fransa'da bir kuruluşa üye özel ve tüzel kişiler belli bir dönem içerisinde atmosfere bıraktıkları sera gazlarını hesaplamakta ve aynı miktar kadar karbon gazını etkilerini silmek üzere telafi programı uygulamaktadır.

İzmir kalkınma ajansı verilerine göre 50 ila 60 yıl sonra atmosfer bir insanın solunumu için dahi elverişsiz hal alacaktır. Atmosfere salınan karbon gazlarının %76' sı elektrik enerjisi üretim işlemleri esnasında gerçekleşmektedir. Ülkemiz sadece enerji ithalatına yılda 35 milyar dolar para harcamaktadır.

Bu çalışmada enerji verimliliğini arttırmak için öngörülen yöntem gereksiz yere kullanılan enerjinin engellenmesine yöneliktir. Gereksiz yere tüketilen enerji başlıklarında en üst sırada elektronik cihazların her an çalışma durumu için hazırda bekletilmesine yönelik olarak harcanan standby gücü gelmektedir. Öngörülen sistem bu gücü kesecektir. Sistem aynı zamanda uzak kontrole de imkân verecektir. Bu sayede unutulmuş veya gözden kaçan enerji kaçakları da uzaktan yönlendirme ile engellenecektir.

1.2. Standby ve Standby Gücü Nedir

Televizyon, bilgisayar, yazıcı, ses sistemi, medya oynatıcılar, iklimlendirme sistemleri, mikrodalga fırınlar gibi birçok elektrikli cihaz şebeke ile olan fiziksel bağı ayrılmadığı sürece enerji tüketirler. Bu cihazlardan birçoğu 24 saat enerji altındadır ve çoğu kullanıcının bilgisi dâhilinde bile değildir. Cihazların sürekli olarak çalışma konumu için hazırda bekletilmesi durumuna standby, bu esnada harcanan güce de standby gücü adı verilir. Bu güç cihazların güç kaynaklarında harcanır. Cihazın sürekli olarak hazırda bekleyebilmesi için AC-DC çevirici güç katına enerji besleniyor olmalıdır. Bu sayede uzaktan kumanda alıcıları, dokunmatik tuş takımları ve gösterge elemanları işlevlerini yerine getirebilirler.

Standby akımları iki grup cihaz tarafından çekilir. Pasif standby cihazları uzaktan kumanda veya dokunmatik panelden açılış komutu bekleyen TV, medya oynatıcı, uydu alıcısı gibi cihazlar. Bu tür cihazlar istenilirse fişten çekilebilirler. Diğer tip cihazlar ise aktif standby akımı çeken ve sürekli sinyal bekledikleri için fişten çekilmemesi gereken alarmlı saat, telsiz telefon, telesekreter gibi cihazlardır[1].

1.3. Standby Gücü Niçin Önemlidir

Birçok araştırma verisi gösteriyor ki tüm dünyada standby ile kaybolan elektrik enerjisi toplam harcanan enerjinin yaklaşık olarak %10'una karşılık gelmektedir. Atmosfere salınan CO₂ gazının %1'inden standby gücü olarak adlandırılan boşta çalışma gücü sorumludur.

1.4. Standby Gücü Ne Düzeydedir

Her bir elektronik cihaz, normal çalışma durumlarına göre çok daha az enerji harcansa da, genel toplam düşünüldüğünde bu değer ciddi miktarlara ulaşmaktadır. Standby gücü şeklinde kaybedilen güç ile ilgili bilimsel araştırmaların büyük bir çoğunluğu kaybedilen gücün hangi cihazlarca ve hangi oranlarda kaybedildiğine dairdir. Yazılan makalelerin büyük bir kısmı kaybı azaltmayı, düzenlenen konferanslar ve bildirimler ise dikkatleri kaybın büyüklüğüne çekmeyi hedeflerler.

1.4.1. OECD Ülkelerini Temel Alan Çalışmalar

International Energy Agency verilerine göre sadece endüstrileşmiş 9 ülkedeki standby güç sarfiyatı 15GW düzeyindedir. Australian Green House örgütü Avustralya ve Yeni Zelenda'da yaptığı araştırmalarına göre medya araçlarının %80'i, bilgisayarların %53'ü, ofis araçlarının ise %90' sürekli olarak enerji altında tutulmaktadır. Sadece OECD ülkelerindeki standby güç harcaması 188TW değerinde çıkmıştır ki, bu değer genel elektrik harcamasının %2,2'lik kısmını oluşturmaktadır.

1.4.1.1. Ülkeler Bazında Yapılan Çalışmalar

Fransa' da yürütülen bir çalışma da standby gücü şeklinde kaybedilen gücün sadece evlerde harcanan güce oranını bulmak için çalışmalar düzenlenmiş ve çarpıcı bulgular elde edilmiştir.

Fransa ve İngiltere'ye ait ev kullanıcıları evlerinde yıllık 439 kWh standby gücü harcamaktadırlar. Bu güç değeri standby gücünün toplam güce oranını yıllık %14 olarak vermektedir. Tüm Avrupa'da harcanan ortalama kayıp güç de yaklaşık olarak bu seviyelerdedir [2].

Belçika'da yapılan bir araştırmada her evde yıllık ortalama olarak 274kWh enerjinin standby akımları ile kaybolduğu istatistiğine ulaşılmıştır. Bu güç değeri 40 günlük toplam harcamaya eşittir.

Kaliforniya'da ise saatlik ortalama 67W'dır ve toplam evlerde harcanan güce oranı yaklaşık %16 olmaktadır.[3]

Avustralya: Australian Green House ve National Appliance and Equipment Energy Efficiency Committee örgütlerinin yaptığı araştırmaya göre 801 ayrı kullanıcıdan telefonla randevu alınmış ve farklı ölçü aletleri ile 64 çeşit ev cihazının ölçümleri yapılmıştır. Alışveriş mağazaları dolaşılıp 533 tip cihazın standby güç harcaması ölçülmüştür.

Yıllık her bir ev için sarfiyat miktarı 763kWh olarak hesaplanmıştır. Bu değer toplam ev kullanımının %11,4'üne karşılık gelmektedir[4]. Bu gücü elde etmek için harcanan miktar 200 milyon dolardır. Santraller atmosfere 4 milyon ton karbondioksit bırakırlar. 2001 yılında gerçekleştirilen bu araştırmaya göre, standby gücü her 9 yılda ikiye katlanmaktadır. Kullanıcıların cihazların sadece %15'inin fişini çektikleri, geri kalanlarını ise sürekli prizde bıraktıkları da araştırma sonuçlarında yer almıştır. Birçok cihazda kapatma

anahtarının olmaması, olanların bazılarında ise anahtarın transformatörün sekonder tarafında olması bu duruma gösterilen özenin ne derece az olduğunu gözler önüne sermektedir.

Çin, son 20 yılın en fazla gelişen ekonomisi ve evlerde kullanılan cihazların en hızlı arttığı ülkedir. Çinlilerin evlerinde kullandıkları cihazlar günde ortalama 10 saat standby konumunda kalmakta ve yılda toplam 13.10^6 kWh enerji harcamaktadırlar[5].

Fransa'da, 70 ayrı kategoride 178 tür ev cihazının standby güç harcamaları ölçülmüş ve ortalama sarfiyatları hesaplanmıştır. Fransa' da her bir ev kullanıcısı ortalama olarak yıllık 235KWh enerjiyi boşa harcamaktadır[6].

Japonya' da ECCJ tarafından enerji kayıpları konulu bir araştırma gerçekleştirilmiş. 51 ayrı kategoride olmak üzere 955 ev cihazı kullanılmıştır. Yıllık ortalama standby güç kaybı, ev kullanımı için harcanan enerjinin %9,4'e karşılık geldiği saptanmış ve kayıp güç 384kWh olarak hesaplanmıştır[7].

Tayland' da yapılan araştırmalarda ise ofis cihazlarının durumları gözlenmiştir. "Bilgisayarların %53' fotokopi makinalarının %94'ü, mürekkep püskürtmeli yazıcıların %96'sı, lazer yazıcıların ise %98'i sürekli enerji altında kalmaktadır" şeklinde rapor hazırlanmıştır[8].

2007 yılında yapılan bir çalışmada tüm Avrupa'da 4,5 milyar adet standby gücü tüketen cihazın olduğu belirtilmiştir.[9]

2008 yılı verilerine göre tüm dünyadaki güç tüketimi $1,29 \cdot 10^9$ MW'tır. Bu değer 64. 10^6 MW'lık kısmının standby gücü şeklinde kaybolduğu düşünülmektedir. Bu gücü üretebilmek için 400MW enerji üretme kapasitesine sahip 18 santralin 7 gün 24 saat çalışması gerekiyor.[9]

Tablo 1.1'de görüldüğü üzere bazı ülkelere ait güç kayıpları verilmiştir. Tabloda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler yer almaktadır. Az gelişmiş ülkeler bulunmamaktadır. Bu ülkelerde kullanılan elektrikli cihaz sayısının daha az olduğu ve daha az kayıp gücün harcandığı düşünülebilir. Ancak evlerde kullanılan cihazlar genelde eski ve enerji verimliliği düşük olduğundan ortalama kayıp gücün miktarı yaklaşık aynı olacaktır[10],[11].

Tablo 1.1. Ülkelere ait standby güç kayıpları

Ülke	Ev Cihazı Sayısı (Milyon)	Ortalama Standby Güç Sarfıyatı (W/Ev)	Toplam Standby Gücü Talebi (MW)	Toplam Standby Enerjisi (TWh/yıl)	Ulusal Toplam Harcama (TWh/yıl)	Standby Gücünün Etkisi
Avustralya	7,09	87	617	5,4	171	3,2
Avusturya	3,38	44	149	1,3	53	2,5
Belçika	3,85	27	104	0,9	78	1,2
Kanada	11,7	50	585	5,1	514	1,0
Çek Cumhuriyeti	3,48	20	70	0,6	58	1,1
Danimarka	2,35	39	92	0,8	35	2,3
Finlandiya	2,2	39	86	0,8	7,4	1,0
Fransa	23,14	27	625	5,5	410	1,3
Almanya	36,03	44	1585	13,9	527	2,6
Yunanistan	3,65	20	73	0,6	42	1,5
Macaristan	3,85	20	77	0,7	33	2,0
İzlanda	0,0001	39	0	0	5	0,0
İrlanda	0,87	32	28	0,2	18	1,4
İtalya	22,69	27	613	5,4	273	2,0
Japonya	41,37	46	1903	16,7	1001	1,7
Lüksemburg	0,0001	44	0	0	6	0,0
Meksika	21,08	20	422	3,7	152	2,4
Hollanda	6,51	37	241	2,1	96	2,2
Yeni Zelanda	1,26	87	110	1	33	2,9
Norveç	1,93	39	75	0,7	107	0,6
Polonya	11,8	20	236	2,1	124	1,7
Portekiz	3,66	20	73	0,6	34	1,9
Güney Kore	13,99	20	280	2,5	236	1,0
İspanya	14,94	20	299	2,6	167	1,6
İsveç	3,97	39	155	1,4	136	1,0
İsviçre	2,98	27	80	0,7	52	1,4
Türkiye	15,09	20	302	2,6	87	3,0
İngiltere	21,93	32	702	6,1	337	1,8
Amerika	101,04	50	5052	44,3	3503	1,3

Sıradan bir Amerikalının evinde sabit güç harcayan 40 civarında ürün bulunmaktadır. Bahsedilen cihazların harcadığı gücün toplam harcanan güce oranı %10 kadardır[12], [13]. Her bir cihazın tükettiği enerji ek 1. tablo 1.' de verilmiştir.

1.5. Standby Gücü Nasıl Azaltılabilir

Standby gücünün ciddi değerlere vardığının fark edilmesinin ardından bir dizi önlemler alınmış ve gücün azaltılması yoluna gidilmiştir.

1.5.1. Uluslararası Kuruluşlarca Yapılan Etiketlemeler

Belli bir sınır değerinin altında standby gücü harcayan cihazlara özel olarak belge veren kuruluşlarca etiketleme yapılmaktadır. Etiketleme yapan kuruluşların başında aşağıda verilen kurumlar yer almaktadır.

- Avrupa Komisyonu (The EcoDesign Directive)
- ABD Devleti (Through The Department of Energy and Energy Star)
- Avustralya Devleti (Dept. of Environment)
- Kore Devleti (Korea Energy Management Corporation)

Yukarıda verilen kuruluşlar arasında en prestijli olanı Energy Star birliğidir. Herhangi bir enerji türünü tüketen bir cihaz için verimlilik onayı veren bir kuruluştur. Kuruluş elektronik cihazlar için de verimlilik onayı vermektedir. Standby harcama değerlerini göz önünde tutarak başvuru yapan üreticilerin cihazlarını etiketlemektedir. 2010 yılı itibari ile 3,5 milyon ürünün kayıtlı bulunduğu bir organizasyondur. Bu da demek oluyor ki program dışında milyarlarca ürün bulunmaktadır.

1.5.2. Standartlar Belirlemek

Hükümet destekli programlar oluşturularak standby harcaması için belli kıstaslar getirilebilir. Böylelikle üretilen cihazların istenilen sınırlarda güç harcayacağı garanti edilmiş olur. Ancak bu düşüncenin önünde güçlü engeller vardır. Fikrin uygulanabilir olması için endüstri ve hükümet işbirliği üst düzeyde olmalı, endüstri hükümetin

isteklerine cevap verir nitelikte olmalıdır. Bu tür kısıtlama ve yaptırımlar endüstri için birer zorlama görülmekte ve çok hoş karşılanmamaktadırlar. Üretimin sekteye uğramasını istemeyen hükümet de böyle bir işe kalkışmamaktadır. Düşünce uygulanabilir olsa bile ithal edilen ürünler belirlenen kıstaslar içerisinde olmayacağından bir başka engel daha karşımıza çıkmış olacaktır.

1.5.3. “1-Watt Planlaması”

Uluslararası bir yapılanma birliğidir. Üretilen tüm cihazların standby gücünün 1- Watt değerinin altında olacağını taahhüt eder. Gönüllü bir anlaşma birliğidir. Verimli cihazlar üretmek için kurulan birliklerin kâğıt üzerinde en fazla tasarruf ettirenidir. Ancak bu standartlara kayıtlı çok az cihaz bulunmaktadır.

1.5.4. Teknolojik Gelişmeler

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, her geçen gün daha az kayıplarla çalışan transformatörler, daha küçük birleşim yüzeyleri sayesinde az güç tüketen yarı iletkenler üretilmektedir.

1.5.4.1. Standby Güç Devresi Ayrı Tutulur

Uzaktan kumanda alıcısı, gösterge paneli, tuş takımı ayrı bir güç kaynağından beslenir. Bahsedilen güç kaynağı düşük güç gereksinimlerini karşıladığı için daha küçük, transformatör ve güç elemanlarından oluşur. Dolayısıyla güç kaybı da düşük olur. Aynı güç kaynağı cihazı besleyen güç kaynağını da anahtarlar.

1.5.4.2. Gereksinime Göre Besleme Gerilimi Değiştirilir

Çalışma konumu boşa, uyku ve aktif olarak en az 3'e bölünür. Her bir farklı konum için çalışma gerilimi değiştirilir. Boşa çalışma için normal çalışma geriliminin onda biri kadar gerilim yeterli olacaktır. Düşük gerilimin kullanılması sayesinde yarı iletken güç anahtarlarında ve transformatörlerde kaybolan güçte düşer[14].

1.5.4.3. Standby Devresinin Şarjlı Pillerle Beslenmesi

Cihaz kapatıldığında kumanda alıcı devresi, tuş takımı ve gösterge gibi devreleri şarjlı bir pil besler. Cihaz tekrar açılmak istendiğinde ise şarjlı pil akımı ile ana güç kaynağı anahtarlanır. Bu sayede standby güç tüketimi pil şarj devresinin tüketimi ile sınırlı kalır. Sistem oldukça avantajlıdır, eksik yanı ise şarj devresinin sürekli güç harcamasıdır.

1.5.4.4. Standby Devresinin Şarjlı Pillerle Beslenip Fotovoltaik Pillerle Şarj Edilmesi

Cihaz kapatıldığında kumanda alıcı devresi, tuş takımı ve gösterge gibi devreleri şarjlı bir pil besler. Şarjlı piller sürekli olarak fotovoltaik pillerle şarj edilir. Cihaz tekrar açılmak istendiğinde ise şarjlı pil akımı ile ana güç kaynağı anahtarlanır. Bu sayede standby güç tüketimi sıfırlanmış olur. Sistem kâğıt üzerinde mükemmeldir. Ancak uygulanması konusunda ciddi zorlukları vardır.

1.5.4.5. Standby Gücünü Algılayıp Gücü Kesmek

Standby gücünü kesmek için her cihaz içerisine ayrı bir devre yerleştirmektense standby gücünü harici bir devre yardımıyla kesmek en mantıklısıdır. Standby ile ilgili yaptırımlar, standartlar ticari kaygılar nedeniyle çok geniş üretici kitlelerine yayılamamaktadır. Kaldı ki evlerde kullanılan cihazların büyük bir kısmı yıllar öncesinden kalma düşük çalışma verimliliğine sahip cihazlardır. Tüm bu cihazları değiştirmek olanaksızdır.

Bir grup araştırmacı bu teşhis ışığında standby gücünü dışarıdan kesmeyi öngörmüşlerdir. Güç algılayıcı bir devre harcanan gücün standby seviyelerine düştüğünü algılar ve belirlenen bir süre sonunda gücü tamamen keser. Cihaz tekrar açılmak istenirse kumanda veya buton yardımıyla tekrar standby konumuna geçirilebilir.

Bu tez çalışmasında önerilen yöntem de bu görüş temellidir. Önerilen yöntemde güç algılayıcı bir devre standby gücünü saptar ki bu güç değeri her cihaz için farklı olacağından istenen seviyeye ayarlama imkânı olsun. Güç kesildiğinde tekrar açılmak içinse kumanda veya butona ihtiyaç duymaz. Cihazın bulunduğu alan içerisinde algılanan hareket cihazın tekrar açılabilmesi için yeterlidir. Kontrolcü devre bir grup priz içerisine

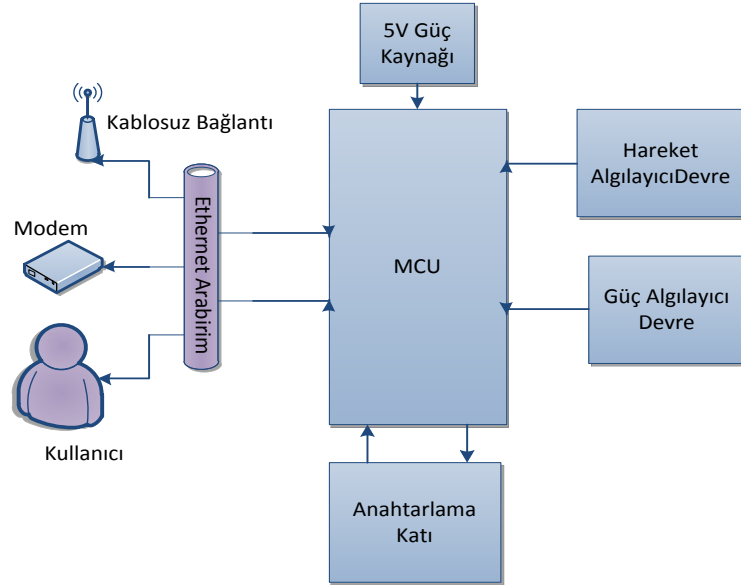
yerleştirilir. Bu sayede istenilen yer ve cihazla beraber kullanılabilir. Kontrolcü aynı zamanda uzaktan erişimli bir modülle de donatılmıştır. Uzak gözleme, uzak kontrol ve ölçümleri de yapabilmektedir. Bu özelliği sayesinde akıllı ev uygulamalarına da elverişlidir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Uzak Denetimli Standby Kontrollü

Şekil 2.1.'de verilen blok şema uygulama devresine dönüştürüldüğünde kullanıcı cihazını istediği gibi açıp kullanabilecek, bekleme konumuna aldığı anda ise devre, bazı kurallara bağlı olarak gücü kesecektir. Böylece standby akımı yaklaşık olarak sıfıra düşecektir. Tasarımımızda kullandığımız devre, PIR algılayıcıdan (pyroelectric infrared) ve güç detektöründen aldığı sinyali bir mikrokontrol ünitesi(Micro Controller Unit,MCU) yardımıyla değerlendirerek güç stratejisi geliştirir. Standby akımının çekilmesi ve güç kontrolcüsünün alanı içerisinde herhangi bir hareketin olmaması gücün kontrolcü tarafından kesilmesi için gerekli şarttır.

Kullanıcı cihazını tekrar açmak istediğinde ise cihazın bulunduğu odaya girecektir, PIR algılayıcı tarafından saptanan hareketle beraber cihaza tekrar güç verilir ve cihaz standby durumuna geçer. Cihaz kullanıcının aç komutunu bekliyor durumdadır. Mikroişlemciye yazılan program hem PIR algılayıcı tarafından alınan sinyali hem de güç detektörünce elde edilen sonucu değerlendirir gerekli olan çıkışı üretir.



Şekil 2.1. Sistemin blok gösterimi

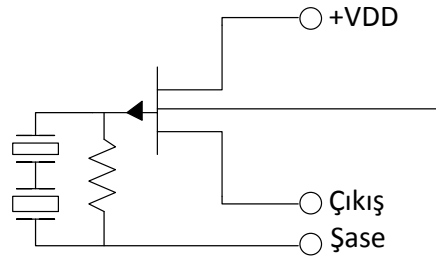
Mikrodenetleyicisi içerisinde Ethernet kontrolcüsü barındıran bir çip seçilecektir, bu sayede internet erişimi ve uzak kontrol için harici bir donanım kullanmak zorunda kalınmayacaktır.

2.1.1. Hareket Algılayıcı Devre

2.1.1.1. Hareket Algılayıcı Elemanın Seçimi

Hareket algılama elemanları henüz tam olgunluğa ulaşmamışlardır. Üretilen elemanlar kararlı çıkış üretmezler. Birçoğu manyetik dalgalanmalardan ve ani sıcaklık değişimlerinden etkilenir ve hatalı çıkış üretirler. Çıkışlarını kararlı hale getirebilmek için birçok düzeltme devresine ihtiyaç duyulur.

Hareket algılama elemanı olarak canlı üzerinden yansıyan kızılötesi ışınları algılayabilen bir algılayıcı kullanılmıştır. Algılayıcının eşdeğer devresi şekil 2.2.' de verilmiştir. PIR algılayıcı fotoelektrik maddelerin sıcaklıkla polarizasyonlarının değişme prensibine dayalı olarak üretilirler. Sıcaklık değişimlerinin ve manyetik dalgalanmaların yanlış algılamalara sebebiyet vermemesi için farklı karakterlere sahip iki fotoelektrik eleman kullanılır. Bu sayede elemanın kararlılığı yükseltilmiş olur.

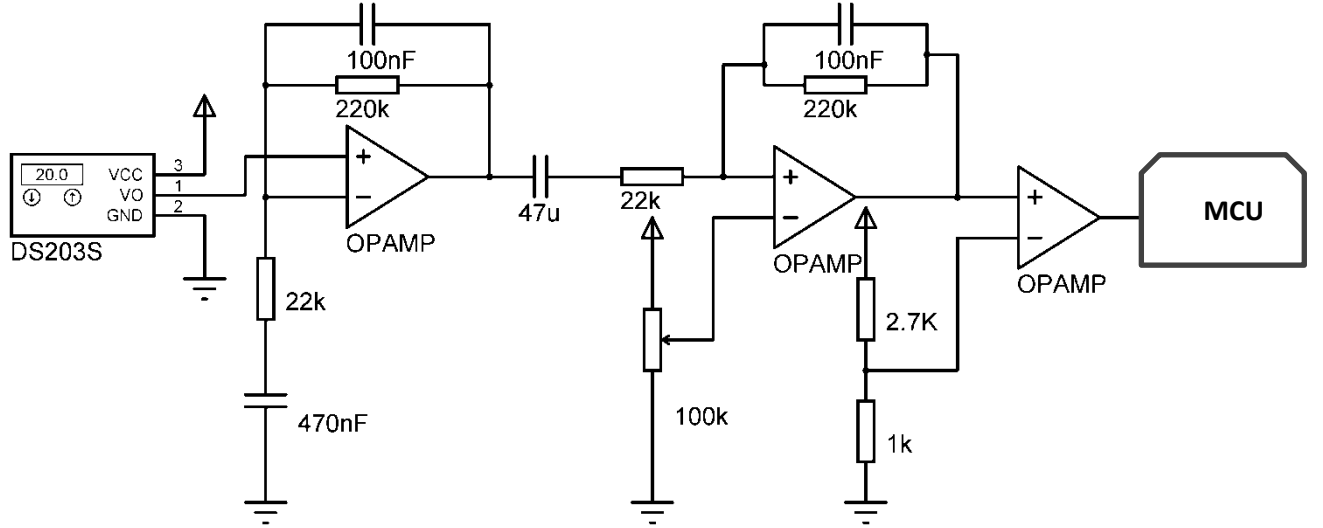


Şekil 2.2. PIR algılayıcı eşdeğer devresi

PIR algılayıcı kızıl ötesi sinyali referans olarak çıkış ürettiği için, algılayıcı çıkışı 5,5 µm band geçiren bir filtre ile süzülmalıdır. Uygulama devresinde bu durum göz önünde bulundurulacaktır.

2.1.1.2. PIR Algılayıcı Devre Uygulaması

Hareket algılayıcı devre şekil 2.3.' te verilmiştir. Algılayıcının çıkış gerilimi tepeden tepeye 3500 mV civarındadır. Algılayıcının nispeten düşük olan çıkış gerilimi ilk opamp tarafından yükseltilir. İkinci sıradaki opamp ayarlanabilen bir referans gerilimine bağlı olarak hassas çıkış üretmeye yardımcı olur. Son sıradaki opamp ise karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. 5V' luk besleme gerilimi altında (-) girişinde 1,35V gerilim bulunur bu durumda çıkış gerilimi 0V' dur. 2 nolu opamp çıkışı 1,35V gerilim değerini aştığında ise çıkış 5V olacaktır.



Şekil 2.3. PIR algılayıcı hareket algılayan devre

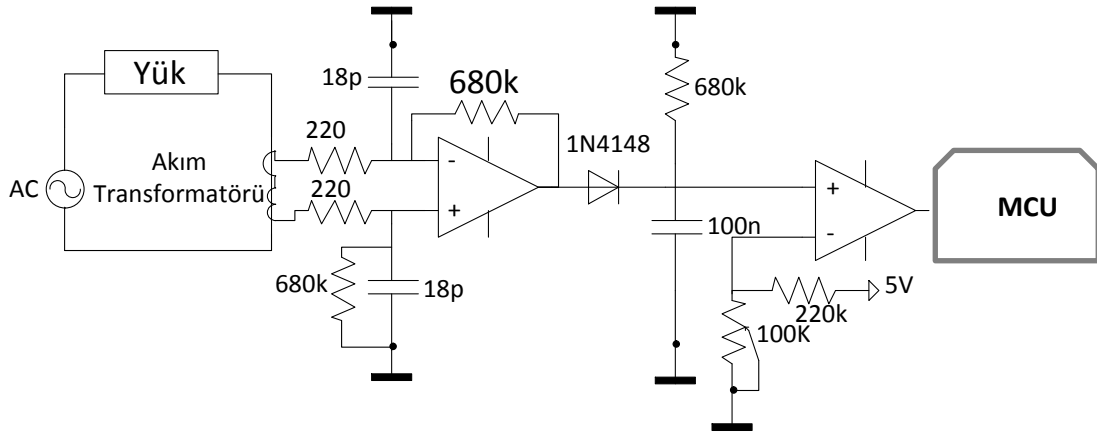
PIR algılayıcının etkinliğini arttırmak ve görüş açısını arttırmak için fresnel bir lens kullanılmıştır. Devreye ait algılama mesafesi ve açıları tablo 2.1.' de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 2.1 PIR algılayıcı devreye ait algılama mesafe ve açıları

Mesafe	Algılama Açısı	Algılama Durumu
Lens Yok		
50cm	120 ⁰	✓
1m	90 ⁰	✓
1,5m	-	-
2m	-	-
3m	-	-
Lens Var		
50cm	180 ⁰	✓
1m	180 ⁰	✓
1,5m	180 ⁰	✓
2m	160 ⁰	✓
3m	140 ⁰	✓

2.1.2. Güç Algılayıcı Devre Uygulaması

Şekil 2.4.'te verilen devre sayesinde gücün standby gücü seviyelerine (1-20W) düştüğü algılanabilir. Akım trafosu yük üzerinden geçen akımı gerilime çevirmektedir. Gerilim sabit olduğu için akım harcanan güçle doğru orantılı olacaktır. Değişen akım oranı değişen güç oranını verecektir. Devrenin tasarımı esnasında akım trafosu yerine çeşitli nüve sarımlardaki torodial bobinlerle de denemeler yapılmıştır. Ancak hiçbir şekilde akım trafosunun kararlılığına ulaşamamıştır. Akım trafosu hassasiyet, doğruluk, lineerlik ve çözünürlük değerleri olarak hep önde sonuçlar vermiştir. Akım trafosunun kararlı çalışma durumu tablo 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.4 Güç algılayıcı devre

Şekil 2.4' te verilen devrede akım trafosu çıkışında yük üzerinden geçen akımın fonksiyonu olan bir gerilim indüklenir. Birinci sıradaki opamp uçlarına uygulanan AC gerilimi yükseltir. Birinci opamp çıkışındaki gerilim karşılaştırıcı olarak çalışan ikinci bir opamp katına aktarılır. İkinci opampın (-) girişine bağlı olan ve referans gerilimini belirleyen potansiyometre yardımıyla da ayarlama yapılarak referans değiştirilir. Bu sayede standby gücü istenilen değere ayarlanmış olur.

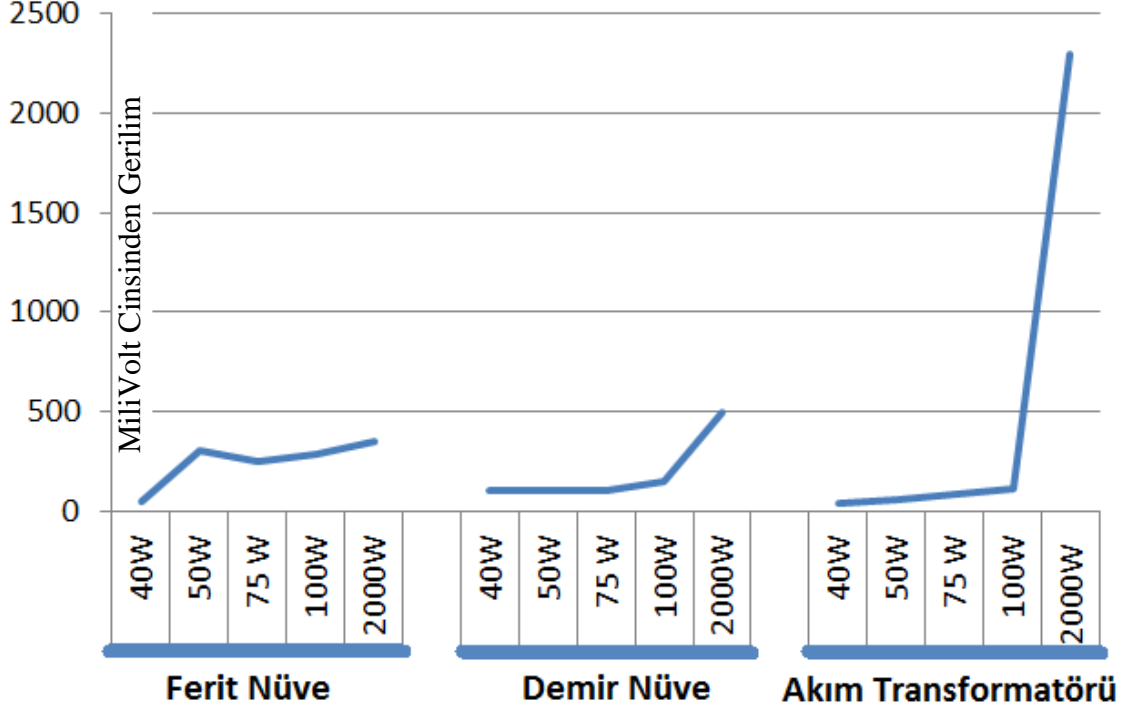
Tablo 2.2 Torodial bobin ve akım trafosu çıkışı

Ferit Nüve		
Yükün Türü	Yükün Gücü	Bobin Çıkışı(V)
Hayva	40W	50
Motor	50W	300
Yüksüz Transformör	75 W	250
55 cm CRT TV	100W	290
Ütü	2000W	350
Demir Nüveli		
Hayva	40W	100
Motor	50W	100
Yüksüz Transformör	75 W	100
55 cm CRT TV	100W	150
Ütü	2000W	500
Akım trafosu		
Hayva	40W	40
Motor	50W	56
Transformör	75 W	85
55 cm CRT TV	100W	115
Ütü	2000W	2300

Tablo 2.2'de görüldüğü üzere torodial bobin lineer çıkış üretmemekle beraber yükün aktif veya reaktif olma durumundan da etkilenmektedir. Bu durum şekil 2.5' teki grafikten daha iyi gözlenebilir. Sistemde akım transformatörü yerine demir nüveli torodial bobin de kullanılabilir ancak harcanan güç miktarı da ölçülmek istenirse sistem buna cevap veremeyecek durumda kalırdı. Akım transformatörü gerek doğruluğu gerekse lineerliği bakımından en iyi seçeneği oluşturmaktadır.

Test düzeneğinde kullanılan torodial nüveler 5cm yarıçapında seçilmişlerdir. Sarım teli olarak 50mm yalıtılmış iletken kullanılmıştır. İletkenler torodial bobin üzerine 50'şer

sarım olarak sarılmışlardır. Sarım sayısı değiştirilerek denemeler yapılmış ancak sarım sayısı sadece çıkış gerilimini değiştirmiş, lineerliğe ve doğruluğa herhangi bir etkiye bulunmamıştır.

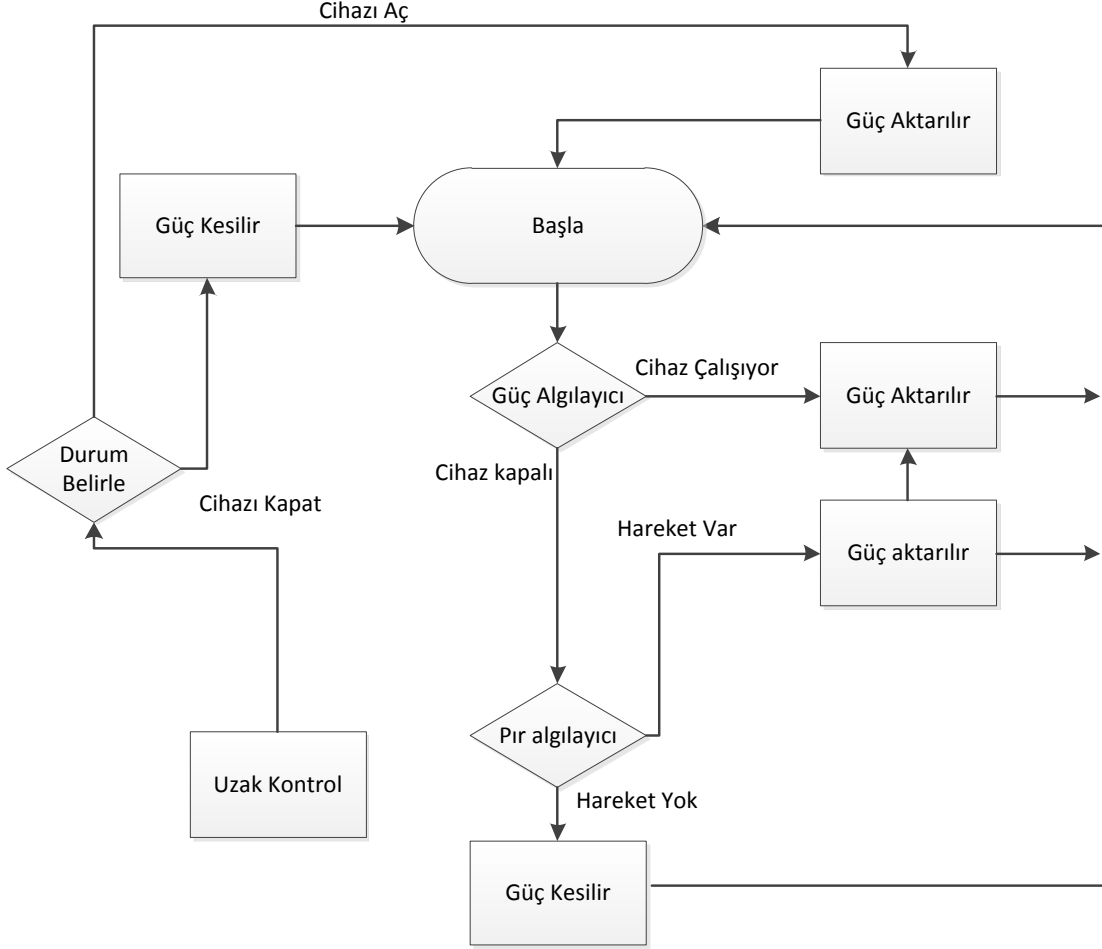


Şekil 2.5 Farklı nüveler sarılmış bobin ve akım transformatörüne ait grafik

2.2 Sistem Yazılımı

Sistemin işler duruma gelebilmesi için bir mikrokontrolcü ve uygulama yazılımına ihtiyaç vardır. Öncelikle uygulama yazılımı için algoritma hazırlamak gerekir. Yazılım PIR algılayıcı ve güç algılayıcı devrelerin çıkışlarını yüksek frekansta taramalıdır. Hareket var veya güç harcanyor ise sistemin çalışması değişmemelidir. İkisi de yok ise sistem konum değiştirerek yüke aktarılan gücü keser. Güç kesildikten sonra tekrar verilebilmesinin tek şartı tekrar bir hareketin algılanmasıdır. Mikrodenetleyici bu işlemleri gerçekleştirirken aynı anda TCP yığın kodunu da çalıştırmalıdır. Bu sayede sisteme uzak erişim de mümkün olacaktır. Uzaktan konumu değiştirilen sistem, sonrasında yine ilk çalışma durumuna döner ve algılayıcı devreleri taramaya devam eder. Uygun sinyali aldığı anda tekrar yerel

devrelerine bağılı olarak konum değiştirir. Yani sistemin uzaktan konumunun değiştirilmesi onu kısır d6ng6ye sokmaz.



şekil 2.6 Sistem yazılımının akış diyagramı

2.3. Arabirim ve Mikrodenetleyici Seçimi

Bilgisayarlar, elektronik devre tasarımının geldiği son noktayı göstermek için çok iyi birer 6rnektirler. İcat edildikleri ilk yıllardan bu yana kullanım alanları sürekli gelişerek ve değişerek gündelik hayatın bir parçası olarak yaşantımızın önemli bir kısmı haline gelmişlerdir. 20 yıl 6ncesine kadar sadece özelleşmiş bazı iş dalları için kullanılan bilgisayarlar artık ev kullanıcıları ve endüstriyel kullanım için vazgeçilmez birer araçlardır. Endüstriyel kullanımda; fabrika içerisinde bulunan her bir makine bir mikrobilgisayar ile kontrol edilmekte, başka bir bilgisayar ise tüm makinaların işlem durumlarını kontrol

etmekte, hata raporlamakta ve hatta arıza tespiti yapmaktadır. İşletme sahibi filosunda bulunan araçları GPS uyduları üzerinden izleyip, kat edilen yol miktarını tespit edebilme ve ücretlendirebilmek için bilgisayarla bütünleşmiş olarak çalışan bir elektronik devreye ihtiyaç duyar. Ev kullanıcıları ise evlerinde kullandıkları cihazlarını bilgisayar ile eşleştirip veri yedekleme, eşleme, uzak erişim gibi isteklerini gerçekleştirebilmektedir. Bir kullanıcı telefonundaki kişisel dosyalarını yedeklemek veya harici veriyi telefonuna yüklemek isteyebilir, diğer bir kullanıcı ise uydu alıcısını bilgisayarına bağlayıp kanal veri tabanını güncellemek isteyebilir. Benzer şekilde bilgisayarındaki film arşivini LCD Televizyonunda izlemek isteyen kullanıcıların sayısı da pek de azımsanamaz.

Özetle, endüstri ve ev kullanıcıları kullandıkları elektronik cihazlarını bilgisayarla haberleştirme isteği içerisindeyler. Bir cihazın bilgisayarla haberleşebilmesi için ise birden çok yol vardır.

2.4. Bilgisayarla Haberleşen Cihaz Tasarımı

Bir elektronik cihazın bilgisayar ile haberleşebilmesi için birkaç alternatif bağlantı arabirimi bulunmaktadır. Bu arabirimleri USB, RS232, Paralel Port, Firewire, E-Sata, Ethernet şeklinde sıralanabilir. Ethernet haricindeki tüm bağlantı arabirimleri uzaktan erişim için bir sunucu bilgisayara ihtiyaç duyarlar. Yani bu arabirimlerden birisiyle çalışan cihazların tümü bilgisayara bağımlıdır, Ethernet arabirim kullanan bir cihaza ise bilgisayar kullanılarak erişilebilir fakat bilgisayara bağımlı değildir. Cihaz doğrudan internet erişimi olan bir switch vasıtasıyla internete bağlanır ve uzaktan erişim mümkün olur. Ethernet arabirimin üstünlüklerini şu başlıklar altında toplayabiliriz.

2.5. Ethernet Cihaz Tasarımının Üstünlükleri

Ethernet ofis ve evlerde kullanılan en yaygın ağ protokolüdür.

Ethernet arabirim altyapısı, uyumluluğu ve şekillendirilebilir olması yönüyle geliştirilmeye açıktır.

Ethernet ağına bağlı bir cihaz internet üzerinden kontrol edilebilir ve gözlenebilir.

Düşük gecikme ve gerçek zamanlı uzak işleme sahiptir.

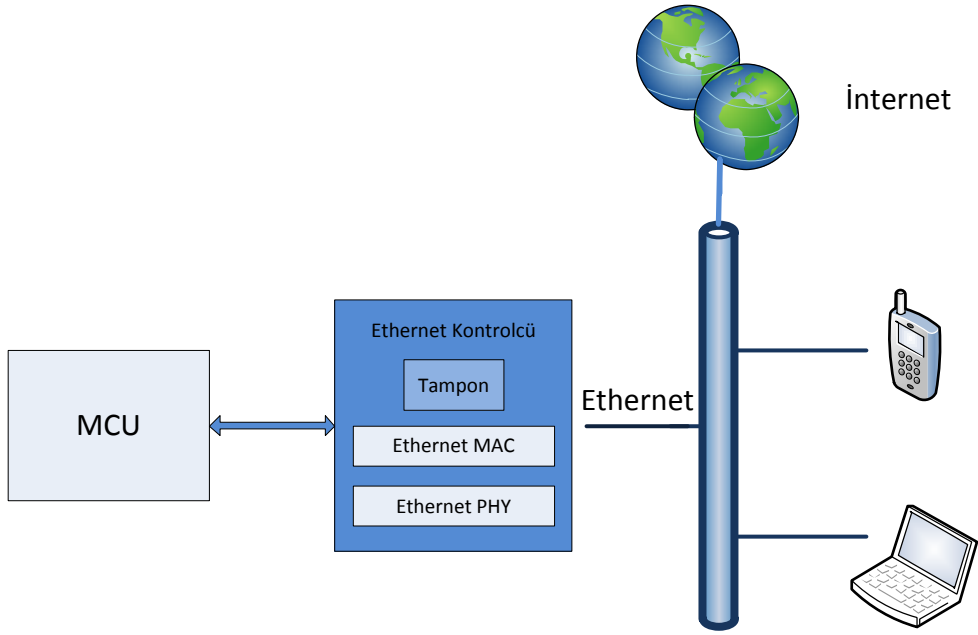
Ethernet IEEE802.3 standartları üzerine kurulmuştur. Bu sayede diğer sistemlerle beraber çalışma yeteneği yüksektir.

Ağ bağlantısı veri iletimi yüksek kararlılığa sahiptir.

Ethernet ağları en basitinden en karmaşığına kadar yapılandırılabilirler. Network elemanı sayısı 2^{48} 'e kadar çıkarılabilir.

Arkasındaki yazılım ve donanım desteği sayesinde sürekli olarak geliştirilmektedir. Örneğin veri güvenliğini arttırmak için sürekli olarak şifreleme algoritmaları geliştirilmektedir. Veri iletim hızını arttırmak için ise sürekli olarak daha hızlı Ethernet arabirimler üretilmektedir.

Ağa istenilen parametreler eklenerek arzu edilen bağlantılara öncelik, arzu edilenlere kısıtlama, arzu edilenlere ise engelleme ekleyebiliriz.



Şekil 2.7 Ethernet arabirim kullanan bir cihazın internet üzerinden kontrolü ve gözlemlenmesi

Blokta da görüleceği üzere mikrodenetleyici ile Ethernet kontrolcü bir arada seçilmiştir. Bu tür bir mikrodenetleyici ethernet ağı üzerinde çalışan bir elektronik cihaz tasarımı için biçilmiş kaftandır. Son birkaç yıl öncesinde bu yönde bulunan eksiklik üzerine tasarlanmışlardır. Kullanımı kolaydır, düşük maliyetlidir, kararlı ve güvenlidir, ileriye yönelik uyumluluğa sahiptir.

2.6. Pazarın İhtiyaçları

Bugünün embedded sistem tasarımcı ve geliştiricileri artan bir istekle tasarımlarına ethernet bağlantısı eklemek istemektedirler. Ethernet yaygın olarak kullanılan ve daha uzun bir süre boyunca da kullanılacak bir ağ standardıdır. Bu yönüyle de sistem tasarımcılarını cezbetmektedir. Bir başka avantajı da ethernet programcılığının ardında ciddi bir birikim ve artarak devam eden desteğin olmasıdır. Cihaz tasarımcısı standart ethernet protokollerine bağlı kaldığı sürece hiçbir uyumluluk problemi yaşamayacak, program bolluğu içerisinde geniş bir hareket alanına sahip olacaktır. Tasarlanan cihaz birçok işletim sistemi ile uyumlu olacaktır.

Tablo 2.3. Ethernet Arabirim Kullanan Tüketici Elektroniği Cihazları

						
Video IP Telefon	Voice IP Modem	Kablosuz Router	Ağ Yazıcısı	IP Kamera	Ağ Depolama	Ağ Bağdaştırıcı Harddisk
						
Test Cihazı	POS Terminali	Elektronik Büfe	UPS	Satış Cihazları	İzleme Sistemi	Güvenlik Sistemi
						
Led Pano	IPTV	IP Reciever	Net DVD Player	IP RAdio	Tornet Download	Media Player

2.7. Ethernet Arabirim Kurmak İçin Hangi Çözümlere Sahibiz

Realtek işlemciler: Sadece ethernet kontrolcüsü, kontrol etmek için ayrı bir işlemciye ihtiyacımız var. Güncel bir realtek kontrolcü 10\$ civarında, ana kartlar üzerinde yaygın olarak kullanıldığı için çokta son kullanıcıya açılmayı hedeflemeyen bir üretici. Üretici geliştirme kartı satmıyor. Geliştirme kartı ikinci bir aracı kurumca üretiliyor. Bu sebeple geliştirme kartı çok sınırlı bir şekilde bulunabiliyor.

24 Digital I/O over Ethernet Control Board: Adı altında satılan kart 158\$ satın alması ve Türkiye' getirilmesi çok zor. Basit bir sistem için maliyeti çok fazla.

ATMEL ARM7, AVR işlemciler: Harici bir ethernet kontrolcüsüne ihtiyaç duyuyor buda tasarımı zorlaştırıyor ve maliyeti arttırıyor.

Yeni ARM9 işlemciler: Profesyonel bir seçenek. İşlemci dâhili ethernet kontrolcüsü ile geliyor ancak sistem işletim sistemi ve fazladan harici bir RAM ihtiyacı duyuyor. Sistem tasarımı karmaşık, pahalı ve işletim sistemi optimizasyonu gerekiyor. Daha basit sistemler için pahalı bir seçenek.

MSP430 kontrolcüsü: 16 bit adresleme yapısı ve yavaş clock hızları ile istenen performansı sunamıyor.

MC9S12NE64 kontrolcüsü: Uygulama alanı çok kısıtlı, yaygın değil, dokümantasyon sorunu var ve çok pahalı.

DM9000E, CS8900A; ise sadece ethernet kontrolcü.

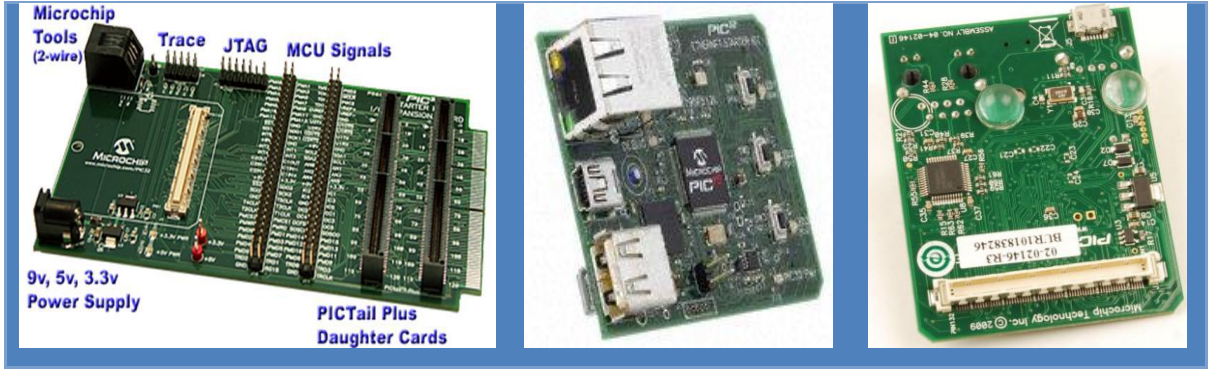
Bunların haricinde piyasada Philips, Motorola, Samsung, Intel, Marvell Yukon, Broadcom, Via, Atheros gibi üreticilere ait ethernet kontrolcüleri de bulunmaktadır ancak hepsi ya ARM tabanlı sistem kullanır ya da sadece ethernet kontrolcüsü üretilirler.

Sistem tasarımındaki bizim tercihimiz ise, ARM9 kullanan cihazlar gibi çok da karmaşık olmayan sistemimiz için Microchip şirketinin 32 bitlik PIC işlemcisidir. PIC32 mikrokontrolcüsü 3\$ civarında çip maliyeti ile çok avantajlı bir seçenektir. Teknolojisi çok yeni ve genç bir işlemci olduğu için Microchip yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. Dokümantasyon ve yazılım desteği çok iyidir. Microchip hepsini ücretsiz dağıtmaktadır. Pic32'yi daha yakından tanıyalım:

Geliştirme kartı tüm yazımları ile beraber 72\$ gibi gayet makul bir fiyata sahiptir. Microchip'in slot ve soket yapıları sayesinde karta istenilen eklemeler yapılabilir.

Sistem geliştirirken Pic32 Ethernet Starter Board kullanıldı. Starter board üzerinde bulunan bir soket yardımı ile Pic32 I/O Expantion Board adı verilen başka bir karta

bağlanabiliyor. Bu sayede kart üzerindeki 32 bitlik işlemciye ait tüm bacak bağlantılarını kontrol etme şansına sahip oluyoruz. Expantion board üzerindeki bağlantı arabirimleri sayesinde de karta zigbee, bluetooth özellikli bir modül ilave edilebiliyor. Microchip'in yüzlerce olan geliştirme kartları birbiriyle uyumlu yapıldığından. İstenilen sistem herhangi bir donanım tasarlamaya gerek kalmadan bir araya getirilebiliyor. Geliştirme kartlarına ait iki örnek şekil 2.8.'de görülüyor. Multimedia expantion board sayesinde, dokunmatik ekranlı bir grafik arabirim hazırlamaya dahi olanak sağlıyor.



Şekil 2.8. PIC32MX795F512L geliştirme kartları

2.8. Anahtarlama Devresinin Tasarımı

Kullanılacak arabirim ve mikrodenetleyici de belirlendiğine göre kullanıcı cihazlarını kontrol etmek için kullanacağımız devreyi tasarlayabiliriz. Devre tasarımına geçmeden önce kullanılacak geliştirme ve genişleme kartları hakkında bilgi vermek yerinde olacaktır.

2.9. PIC32MX795F512L Ethernet Başlangıç Seti

PIC32MX795F512L 100 bacaklı SMD bir elemandır. Elamanın deney kartı üzerinde (bread board) veya lehimlenerek test edilmesi mümkün değildir. Microchip, pic327951 için değişik geliştirme kartları üretmiştir. Bunlardan en kullanışlı ve ekonomik olanı, özellikle ethernet uygulamaları geliştirmek için de ideal olanı ethernet başlangıç kartıdır. Kartın özellikleri:

- Pic32mx795f512l mikrodenetleyici

- Hata ayıklama ve USB arabirim için kullanılan Pic32mx440f51h
- Güç gösterge ledi
- Hassas zamanlama işlemleri için 8 MHz kristal
- Giriş yakalama uygulamaları için 3 adet push buton
- Giriş çıkış portlarına bağlı 3 adet led
- Hata ayıklama göstergesi
- İstemci tabanlı işlemler için USB port girişi
- Host modu için jumper
- RJ45 ethernet portu

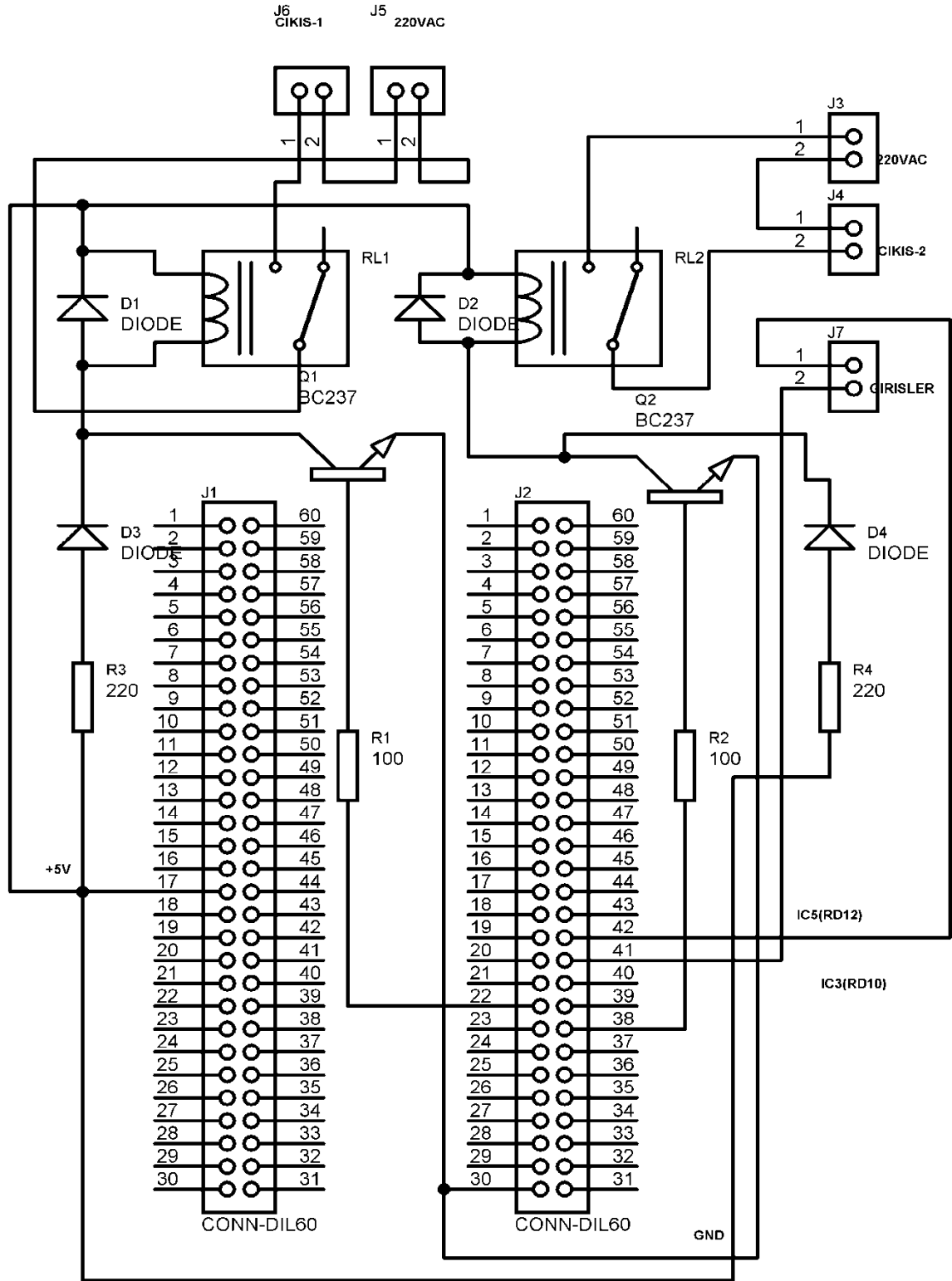
Kart üzerinde güç besleme portları bulunur bu sayede kart harici kaynaklardan veya geliştirme kartı üzerinden beslenebilir. Kart üzerinde giriş çıkış pinlerine ait bağlantı uçları bulunmaz. Kart üzerinde genişleme soketleri bulunur, bu sayede diğer kartlarla bağlantı kurarak giriş çıkış portlarına ek kontrol kartları bağlanabilir.

2.10. PIC32MX795F512L I/O Expantion Board

Pic32 PIC32MX795F512L ethernet başlangıç seti için üretilmiş genişleme kartıdır. Mikrodenetleyicinin tüm pinleri bu genişleme kartı sayesinde dışarıya aktarılmış olur. Kart üzerinde dâhili gerilim regülatörü de bulunur.

2.10.1 Genişleme Kartı Üzerine Yerleştirilecek Devre Tasarımı

Genişleme kartı üzerine dışı konnektörler lehimlenmiş ve dışı konnektörlere takılabilecek şekilde üzerinde led, röle ve klemenslerin bulunduğu şekil 2.9.'daki devre tasarlanmıştır. Devre 220V şebeke geriliminde çalışan iki ayrı cihazı kontrol edebilmektedir. Giriş ve çıkış bağlantı noktaları şekil üzerinde görülmektedir. Mikrodenetleyici çıkış gerilimi 3,3V ve röle sürebilecek yeterli akımı üretmediğinden çıkışlar transistor ile 5V gerilim ve 100mA seviyelerine çıkarılmıştır. Genişleme kartı üzerinde 5V gerilim regülatörü de bulunduğu için ayrı bir güç kaynağı tasarımına gerek kalmamıştır. Kullanılan röleler 5V gerilim altında 43mA akım çekmektedirler.



Şekil 2.9 Rôle kontrol katı

2.11. Yüksek Performans, USB, CAN Ve Ethernet Destekli 32 Bit RISC İşmeci

Kullanılacak olan mikrodenetleyiciyi tanımak sistem yazılımı ve uzak kontrol hakkında daha net fikir verecektir. Mikrodenetleyici tanıtıldıktan sonra TCP protokolü ve Microchip TCP-IP'ye de değinilecektir.

32-bit çekirdeklidir.

5-seviye iş hattı vardır.

Saat darbe hızı 80 MHz'dir.

Paralel işlemleri destekler.

Çok görevli işlemler için uygundur.

Tek çevrimde çarpma ve yüksek performanslı bölme işlemi yapabilir.

MIPS 16 kod standardı kullanılmıştır, bu sayede %40 daha az kod uzunluğuna ulaşılabilir.

Kesme gecikmesi azaltmak için çoğaltılmış kaydedici yapısına sahiptir.

Flash işlemeyi hızlandırmak için öngertirme önbelleği modülü (Prefetch cache) kullanılmıştır.

2.12. Mikrodenetleyici Özellikleri

Çalışma gerilimi 2,3V ile 3,6V arasındadır.

512K flash hafızaya sahiptir. 12K boot flash'ı vardır.

128K Ram hafızası vardır.

Diğer PIC entegrelerinin çoğuyla pin uyumuna sahiptir.

Güç seçenekleri mevcuttur.

Öncelikleri programlanabilen çoklu kesme vektör yapısına sahiptir.

Güvenli-Güvensiz saat palsi görüntüleme¹ (Fail safe Clock Monitör) moduna sahiptir.

1

İngilizcesi "A Fail-Safe Clock Monitor (FSCM)" olan terime karşılık gelmektedir. Harici osilatör tarafından üretilen salınımları dâhili osilatörle karşılaştırır ve hata saptama yapar. Eğer 2ms den daha fazla bir hata saptanırsa dâhili osilatöre geçiş yapılır. Mikrodenetleyici sıfırlanıncaya kadar tekrar harici osilatöre geçiş yapılmaz.

Düşük güçlü RC osilatörü olan ayarlanabilir watchdog zamanlayıcısına sahiptir. Bu sayede daha güvenilir ve doğru işlem yapılabilir.

2.13. Arabirim Özellikleri

Seçilen kaydediciler için bit bazında sıfırlama, birleme ve tersleme işlemleri yapılabilir. Pic32 birimleri şekil 2.10.gösterilmiştir.

Otomatik boyut bulabilen 8 kanal donanımsal DMA'ya sahiptir.

USB 2.0 uyumlu ve bu hıza ulaşabilen USB On-The-Go² kontrolcüye sahiptir.

10/100 Mbps Ethernet kontrolcüsüne sahiptir.

- DMA kanalları birbirinden bağımsız çalışırlar.

CAN modülüne sahiptir.

- 2.0B özellikli DeviceNet™ adresleme³ desteğine sahiptir.

3MHz ile 25MHz arası çalışan kristal osilatör kullanılabilir.

Dahili 8Mhz ve 32KHz osilatörü vardır

6 UART modülü bulunur.

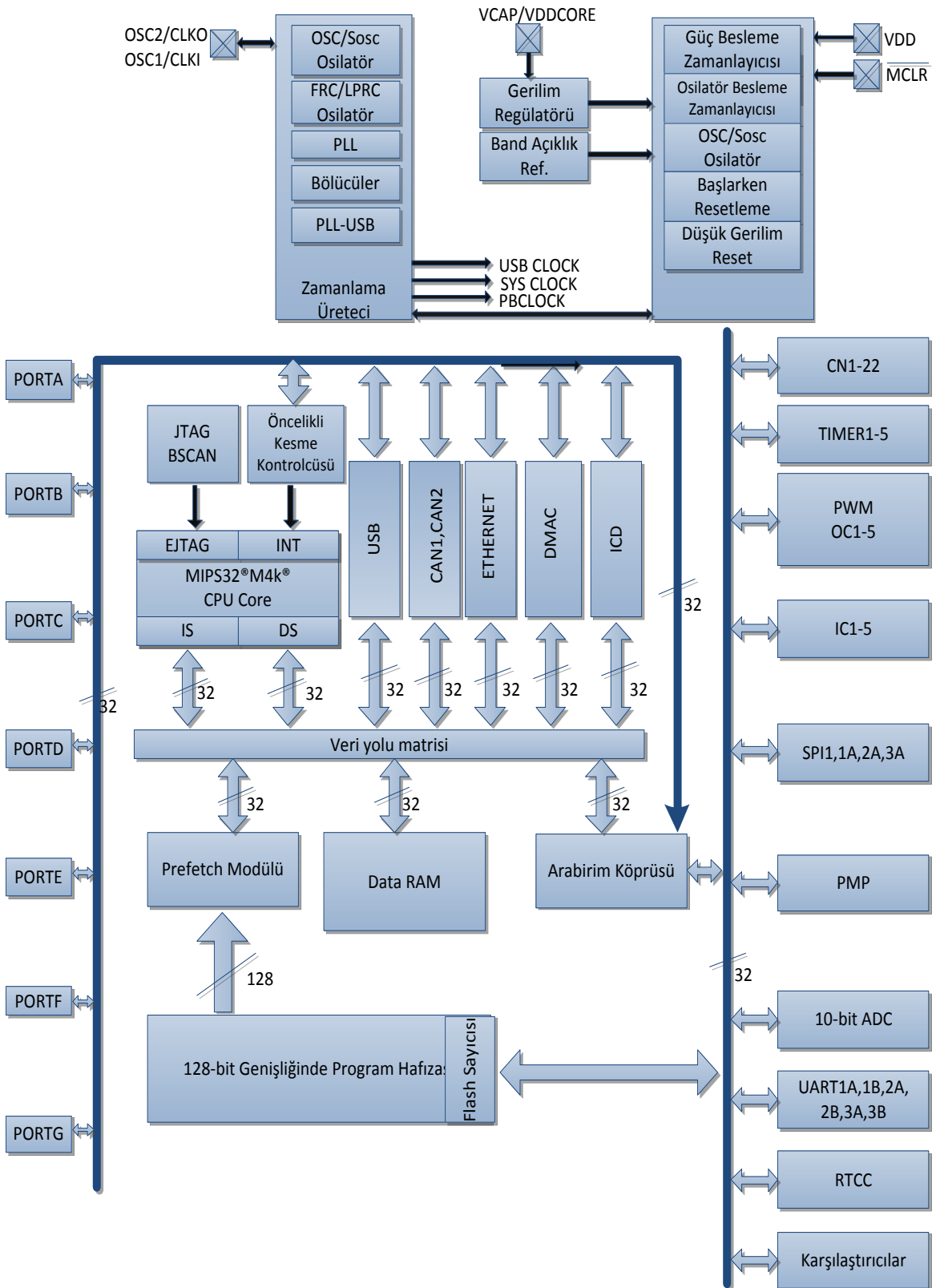
- RS-232, RS-485 ve LIN 1.2, CPU ve USB saat darbeleri için ayrı PLL modülleri
- Donanımsal kodlayıcı ve kod çözücüsü olan IRDA
- Dört SPI, 5 harici kesme girişi, 5 yakalama girişi, 5 karşılaştırma ve PWM çıkışı
- Dört I²C, 16 bit veri ve 16 bit adres hatlı Paralel master ve slave Portlar
- Her pin için 18mA yüksek akım çıkışı, gerçek zamanlı saat ve takvim
- Dijital I/O pinlerindeki açık drain çıkışı ayarlanabilir.
- Yüksek hızlı, 80 MHz hızında durum değiştirebilen I/O pinleri

2

USB On-The-Go: USB 2.0 arabirimine eklenmiş bir özelliktir. 2001 yılı sonlarında kabul edilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Bu özelliğe sahip bir usb port ister ana makine ister de istemci olarak çalışabilir.

3

DeviceNet: Ağ cihazlarının birbirine bağlanıp veri haberleşmesi yapabilmesi için kullanılır. CAN omurgasını kullanır ve araç kullanımı için bir uygulama katmanı tanımlar.



Şekil 2.10 PIC32MX795F512L içyapısı

2.14. Hata Ayıklama(debug) Özellikleri:

2 programlama ve hata ayıklama modu bulunur. Hata ayıklama modunda adım adım kod kontrolü yapılır, koddaki uygunsuzluklara müdahale edilir. Uygulama ile veri değişimini 2 hat üzerinden gerçek zamanlı, kesintisiz olarak sağlanır.

- 4 hat üzerinden MIPS standardı olan geliştirilmiş bağlantı desteği bulunur. (JTAG)
- Donanım tabanlı komut izleme
- IEEE 1149.2 uyumlu sınır tarama

2.15. Analog Pinler:

16 kanal 10 bit Analog Dijital Çevirici. PIC32MX795F512L gelişmiş bir AD çeviriciye sahiptir.

- 1Mbps çevrim hızı
- Uyku modu ve boşta çalışma durumlarında çevrim imkânı vardır
- 2 analog karşılaştırıcı
- 5V gerilim altında çalışabilen giriş pinleri(Dijital pinleri için)

2.16 PIC32MX795F512L'yi Kullanarak Donanım Tasarımı

Donanım tasarımı sistemin kararlı çalışması için hayati öneme sahiptir. Yanlış elemanların yan yana kullanımı devrenin istenmeyen sinyalleri işlemesine ve hatalı çıkışlar üretmesine sebep olur.

2.16.1. Minimum Bağlantı Gereksinimleri

PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisi çalışmak için bazı kritik pin bağlantılarına ihtiyaç duyar. Minimum bağlantı gereksinimleri sırayla verilecektir. Bahsedilen pinler kesinlikle bağlı olması gerekenlerdir.

- Tüm Vdd ve VSS pinleri ADC gibi beslemesi farklı olan modüller kullanılmıyor dahi olsalar.

- VCAP/VDDCORE pini bağlanmalıdır. MCLR pini bağlanmalıdır. ICSP (In-Circuit Serial Programming) için kullanılan PGECx/PGEDx pinleri bağlanmalıdır.
- Harici bir osilatör kaynağı kullanıldığında OSC1 ve OSC2 pinleri bağlanmalıdır
- ADC için harici bir gerilim referans olarak kullanılıyorsa V_{REF+}/V_{REF-} pinlerinin kullanılması gerekebilir.

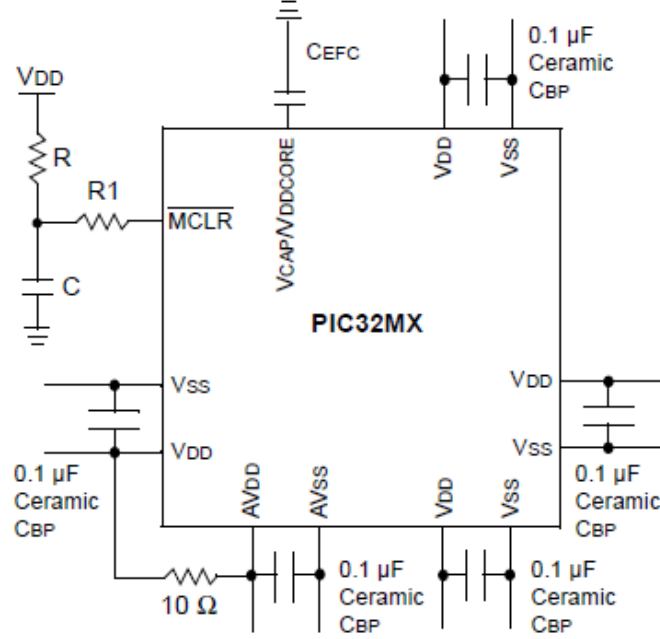
2.16.2. Dekuplaj Kondansatörleri

V_{DD} , V_{SS} , AV_{DD} ve AV_{SS} gibi güç pinlerinde kullanılması gerekli olan dekuplaj kondansatörleri şekil 2.11’de verilmiştir.

Dekuplaj kondansatörlerinin belirlenmesinde bazı parametreler dikkate alınır.

- Kondansatörün değeri ve tipi: 10-20V arası gerilim altında çalışabilen 0.1 μ F ya da 100 nF değerinde olması tavsiye edilir. Kondansatör düşük ESR (Equivalent Series Resistance) değerine sahip olmalıdırlar. Rezonans frekans aralığı 20 MHz ya da daha fazla olmalıdır. Seramik kondansatörler kullanılması iyi bir seçenek olacaktır.
- Yüksek Frekans Gürültülerini engellemek: Dekuplaj kondansatörleri pinlere mümkün olduğunca yakın yerleştirilmelidirler. Kondansatör ve işlemci kartın aynı yüzeyine monte edilmelidir. Eğer kondansatör kartın diğer yüzüne yerleştirilmek zorunda kalırsa pin ile kondansatör arası yol 6mm genişliğinde olmalıdır.
- Eğer kart onlarca MHz değerinde yüksek frekanslı gürültüye maruz kalıyorsa; ilgili dekuplaj kondansatörüne paralel bir seramik kondansatör bağlayınız. İkinci kondansatörün kapasite değeri 0.01 μ F ile 0.001 μ F arasında seçilebilir. Bu kondansatör diğer kondansatörün yanına konumlandırınız. Eğer mümkünse, yüksek hızlarda çalışan devre tasarımlarında şase ve besleme pinlerine paralel olarak 10 çift kondansatörün bağlanması iyi olur. Örneğin paralel bağlı 0.1 μ F ve 0.001 μ F çifti gibi.
- Performansı Arttırmak: Kart üzerinde bulunan güç kaynağına ait baskı devre yolları hiçbir elemana ulaşmadan önce dekuplaj kondansatörlerine sonrasında ise işlemci uçlarına ulaşmalıdır. Bu sayede dekuplaj kondansatörleri besleme zincirinin ilk halkasında bulunur. Bununla birlikte kondansatör ve pin arasındaki yollarını da

mümkün olduğunca küçük tutmalıyız ki bu da bir önceki bahsettiğimiz kadar önemli bir işlemdir. Bu sayede baskı devre yollarının endüktansı azaltılmış olur.



Şekil 2.11. Dekuplaj kondansatörlerinin bağlantısı

2.16.3. Dâhili Gerilim Regülatörüne Ait Kondansatör(VCAP/VDDCORE)

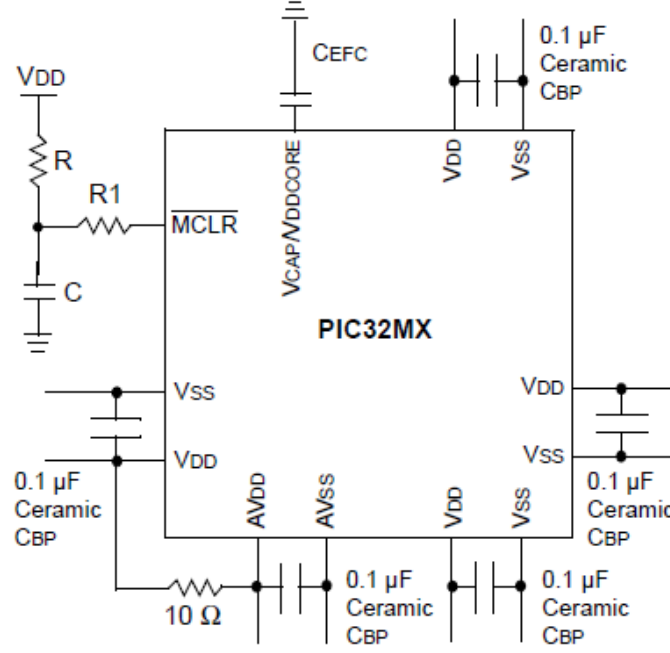
Düşük ESR değerine sahip (1 Ohm) bir kondansatör V_{CAP}/V_{DDCORE} pinine bağlanmalıdır, bu sayede dâhili gerilim regülatörü kararlı hale getirilmiş olur. V_{CAP}/V_{DDCORE} pini asla V_{DD} ucuna bağlanmamalı ve C_{EFC} kondansatörü en az 6V gerilim değerinde çalışabiliyor olmalıdır. Seramik veya tantal tipte olmalıdır.

2.16.4. Master Clear (MCLR) Pin

MCLR pini iki ayrı işlevi yerine getirmektedir. Bunlar işlemciyi sıfırlama, hata ayıklama ve programlamadır.

MCLR pini sıfırlanırsa sıfırlama işlemi gerçekleşir. MCLR devresini tasarımı şekil 2.2 de resmedilmiştir. İşlemciyi programlarken ya da hata ayıklama yaparken direnç ve kapasitenin pine eklenebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Programlayıcı ve hata ayıklayıcılar MCLR pinini aktif olarak kullanırlar. Sonuç olarak, gerilim seviyesi (V_{IH} ve

VIL) ve hızlı sinyal geçişleri ters etki yaratmamalıdır. Bu nedenle R ve C değerleri uygulama ve PCB gereksinimlerine göre belirlenmelidir. Örneğin, şekil 2.12'deki devre parçasında C kondansatörü programlama ve hata ayıklama esnasında MCLR pininden izole edilmiştir. Şekilde verilen devre elemanları pinden 6mm uzağa monte edilmelidir.



Şekil 2.12. MCLR pin bağlantısı

R direnci $10K\Omega$ 'dan küçük seçilmelidir. Önerilen başlangıç değeri $10K\Omega$ 'dur. MCLR pininin V_{IH} ve V_{IL} gereksinimlerini karşıladığına emin olunmalıdır. R1 direnci MCLR pinine akan akımı sınırlar ve 560Ω 'dan küçük seçilmelidir. C kondansatörü istenmeyen sıfırlama durumlarını önlemelidir. Değeri seçilirken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

2.16.5. ICSP Pinleri

PGECx ve PGED pinleri ICSP ve hata ayıklama kullanılacaksa uygun şekilde polarmalandırılmalıdır. ICSP konnektörü ve ICSP pinleri arasındaki baskı devre yolu mümkün olduğunca kısa olmalıdır. Eğer ICSP konnektöründe bir ESD olayının oluşması mümkünse 30Ω - 100Ω arası seri bir direnç bağlanmalıdır. İşlemcinin programlama ve hata

ayıklama işlevlerine parazit oluşturacağından dolayı PGECx ve PGEDx pinlerine pull-up direnci, seri diyot veya kondansatör bağlanması tavsiye edilmeyen bir durumdur. Eğer bahsi geçen elemanlar uygulamanın gerektirdiği elemanlar ise, elemanların bulunduğu devre parçası programlama ve hata ayıklama esnasında ana devreden ayrılmalıdırlar. Eğer bu şekilde bir tasarım yapılmak istenmiyorsa cihazın flash programlama kılavuzunda yer alan AC/DC karakteristiği ve zamanlama, kapasitif yük ve lojik kabul değerlerine bakılarak uygun tasarım yapılabilir. Eğer geliştirme kartı kullanılıyor ise doğru iletişim kanalının seçildiğinden emin olunmalıdır, çünkü her geliştirme kartının farklı bir tasarımı bulunmaktadır ve mplab programına uygun tanıma işlemi yapılmalıdır.

2.16.6. JTAG

TMS, TDO, TDI ve TCK pinleri JTAG standartlarına bağlı olarak test ve hata ayıklama işlemlerinin yapılmasında kullanılırlar. JTAG konnektörü ve JTAG pinleri arasındaki baskı devre yol uzunluğunun mümkün olduğunca kısa tutulması önerilir. Eğer JTAG konnektörü ESD'ye maruz kalıyorsa değeri 100Ω u geçmeyecek birkaç on ohm'lık seri bir direnç kullanılmalıdır.

TMS, TDO, TDI ve TCK pinlerine pull-up direnci, seri diyot veya kondansatör bağlanması, programlama ve hata ayıklama işlemlerine parazit oluşturacağı sebebiyle önerilmez. Eğer bahsedilen elemanlar uygulama gereği ise programlama ve hata ayıklama işlemi sırasında devreden ayrılacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Eğer bu şekilde bir tasarım yapılmak istenmiyorsa cihazın flash programlama kılavuzunda yer alan AC/DC karakteristiği ve zamanlama, kapasitif yük ve lojik kabul değerlerine bakılarak uygun tasarım yapılabilir.

2.16.7. İzleme

İzleme pinleri, bu işleme donanımsal olarak destek veren yani gerçek zamanlı komut işleyebilecek olan bir programlayıcı bağlanılarak kullanılabilir. TRD3, TRD2, TRD1, TRD0 ve TRCLK pinleri izleme için kullanılırlarsa bu işlem için ayrılmalıdırlar. İzleme donanımı, pin ve konnektör arasına bağlanması gereken $22\ \Omega$ değerinde bir seri dirence gereksinim duyar.

2.16.8. Harici Osilatör

Birçok mikroişlemci birisi yüksek frekanslı diğeri, ise düşük frekansta çalışan en azından iki osilatör seçeneğine sahip olarak üretilir.

Osilatör devresi ve mikrodenetleyici kartın aynı yüzüne monte edilmelidir. Hatta mümkünse bağlantı yapılacak pinlere de 12 mm'yi geçmeyecek şekilde ve mümkün olduğunca yakın bir yere monte edilmelidir. Yük kondansatörü yine kartın aynı yüzüne ve osilatörün yanına monte edilmelidir. Osilatör devresini yakınında bulunan diğere devre katlarından izole etmek için etrafını şaselenmiş bakırlı yol ile sarmak yeterli ve iyi bir çözüm olacaktır. Osilatör şasesi ile mikrodenetleyici şasesi ortak kullanılmalıdır.

2.16.9. ICSP İşlemi Esnasında Analog ve Dijital Pinleri Ayarlama

Eğer hata ayıklayıcı olarak MPLAB ICD2, ICD3 veya Real Ice modüllerinden birisi seçilmiş ise yazılım ve donanım işbirliği ile analog dijital girişlere tüm ANx pinleri dijital olarak otomatik ayarlanır. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için ADPCFG kaydedicisinin bitleri uygun biçimde doldurulur.

ADPCFG kaydedicisinin MPLAB ICD2, ICD3 veya Real Ice modüllerince otomatik olarak doldurulan bitleri kullanıcı uygulamasına ait yazılımla değiştirilmemelidir. Değiştirme ile kastedilen logic 0 ile doldurulmamalıdır, bu durumda hata ayıklayıcı ve mikrodenetleyici arasında iletişim hataları meydana gelir.

Eğer tasarlanan uygulama hata ayıklama esnasında analog pinlere ihtiyaç duyuyor ise ADPCFG kaydedicisindeki ilgili pinler ADC modülünün başlatılması esnasında sıfırlanmalıdırlar.

Eğer MPLAB ICD2, ICD3 veya Real Ice programlayıcı olarak kullanılıyorsa, kullanıcının yazdığı uygulama yazılımı ADPCFG kaydedicisinin uygun bitlerini yapılacak işleme göre ayarlanmalıdır. Otomatik başlatma işlemi yalnızca hata ayıklama işleminde uygulanır. Yapılmazsa tüm pinler analog ayarlanır, bu durumda girişlerden istenmeyen durumlara ait yanlış bilgiler okunur.

2.16.10. Kullanılmayan I/O Pinleri

Kullanılmayan I/O pinleri giriş pini olarak bırakılmamalıdır. Çıkış ve Logic 0 olarak ayarlamak en iyi tercih olacaktır.

Bir başka seçenek olarak da pinler giriş olarak ayarlanır ve 1-10K arası bir dirençle Vss kaynağına bağlanabilirler.

2.17. PIC32MX Mikroişlemci

Mikroişlemci modülü deyim yerindeyse PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisinin kalbini oluşturmaktadır. MCU komutları alır, her birini çözümler, kaynak işlemlerini bulur, komutları işler ve sonuçlarını istenilen hedefe yazma işlemini gerçekleştirir.

2.17.1. Özellikleri

PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisine ait işlemci bağıl olarak 80MHz çalışma hızıyla yavaşmış gibi düşünülebilir, ancak bu değer işlemcinin performansı için tek gösterge değildir, esas olan işlemleri gerçekleştirebilme hızıdır. Pic32mx795f512l bir saat çevriminde, bir çarpma işlemini bile gerçekleştirebilir.

- 5 kademeli iş hattı
- 32 bit adres ve veri yolu

Geliştirilmiş MIPS32 mimarisi

- Çarpma-toplama ve çarpma-çıkarma komutları
- Hedefli çarpma komutu
- Sıfır/Bir bulma komutu
- *WAIT* komutu
- Koşullu taşıma komutları
- Vektörel kesmeler
- Programlanabilir istisna vektörü
- Atomik kesme, izin veya engelleme
- Kesme işleminde gecikmeyi en aza indirmek için GPR gölgeleme kaydedicileri
- Bit bazında işlem komutları

MIPSe™ kod sıkıştırma

- Kod yoğunluğunu arttırmak için 32 bit komutların 16 bit kodlaması
- Adres ve sabitlerin etkin olarak yüklenebilmesi için PC bazlı özel komutlar
- Alt programları kolayca kurmak ve istendiğinde de alt programlardan çıkmak için *SAVE* ve *RESTORE* makroları.
- 8 ve 16 bit veri tipleri için geliştirilmiş destek

Sabit haritalama çevrimi (FMT) için kolaylaştırılmış işlem mekanizması

Çift yönlü veri yolu arabirimi

- 32 bit bağımsız adres ve veriyolu
- Kesme gecikmesini azaltmak için iptal edilebilir işlemler.

Ayrı Bölme ve Çarpma birimleri

- Saat darbesi başına 32x16 çarpma
- Her bir sonraki saat darbesi başına 32x32 çarpma

Güç kontrolü

- 0 MHz minimum çalışma frekansı
- Düşük güç modu (*WAIT* komutu ile geçişi yapılır)
- Yerel geçitli saat kullanımı

EJTAG hata ayıklama ve komut izleme

- Tek adım desteği
- Sanal komut ve adres değeri
- Duraklama noktaları
- PC izleme

2.17.2. Mimariye Bakış

PIC32MX795F512L işlemci çekirdeği paralel çalışabilen bazı mantıksal bloklara sahiptir, bu sayede yüksek performanslı işlem gücüne sahiptir. Çekirdek içerisindeki bloklar şunlardır:

İşleme birimi

Çarpma/Bölme Ünitesi(MDU)

Sistem Kontrol yardımcı işlemcisi

Sabit haritalama çevrimi

Güç yönetimi

2.17.2.1 İşleme Ünitesi

PIC32MX795F512L işleme birimi yükle/kaydet mimarisine sahiptir. Tek çevrim ALU işlemlerini(Mantıksal, Kayma, Toplama, Çıkarma) ve bağımsız çarpma bölme birimlerini kapsar. Çekirdek tamsayı işlemleri ve adres hesaplamasında kullanılan 32 adet genel amaçlı 32 bit kaydediciye sahiptir.

İşleme biriminde bulunanlar:

- Veri adreslerini hesaplamada kullanılan 32 bit toplayıcı
- Bir sonraki komutun adresini hesaplayan adres birimi
- Hedef adres hesaplaması ve dallanma kararını veren mantıksal birim
- Verinin komutlar ürettiği komut akımları, işlenirken boşa beklemeleri engellemek için kullanılan geçiş çoklayıcıları.
- Sıfır ve bir bulmada kullanılan CLZ ve CLO komutlarının işletilebilmesi için gerekli olan sıfır/bir bulma birimi.
- Bit bazında işlem yapmak için Aritmetik Mantık Birimi(ALU)
- Kaydedici ve kayıt hizalayıcı

2.17.2.2. Çarpma/Bölme Birimi(MDU)

PIC32MX795F512L çekirdeği çarpma ve bölme işlemleri için ayrı bir iş hattı içerir. Bu iş hattı tamsayı birimine ait iş hattı ile paralel olarak çalışır. Tamsayı işleme birimine ait iş hattının boşa durduğu zamanlarda dahi boşa durmaz. Bu sayede MDU işlemleri boş duran diğer birimlerce kısmen maskelenmiş olur.

Yüksek performanslı MDU 32x16 boyutlarında kodlanmış çarpıcı ve sonuç depolama kaydedicilerini (HI ve LO), bölme durum makinasını⁴, çoklayıcıları ve mantıksal kontrol birimlerini içerir.

32x16 ifadesindeki 32 rs işlecini 16 ise rt işlecini ifade eder. PIC32MX795F512L çekirdeği sadece ikinci işleç olan rt işlecini kontrol eder ve çarpma işleminin

4

gerçekleşebilmesi için kaç işlem yapılması gerektiği kararını verir. 16x16 ve 32x16 işlemler çarpma biriminden yalnızca 1 kez geçerler. 32x32 işlemler ise iki defa geçmek zorundadırlar.

MDU, 16x16 ve 32x16 çarpma işlemlerini her bir saat çevriminde, 32x32 çarpma işlemlerini ise her 2 saat çevriminde gerçekleştirebilir. Peş peşe gelen 32x32 işlemler arasında boşluklar oluşturabilmek için kenetleyiciler⁵ kullanılır. Çarpma işlecinin boyutu MDU içerisindeki mantıksal birimce belirlenir.

Bölme işlemi ise her saat çevriminde 1 bitin işlendiği tekrarlamalı bir döngü ile gerçekleştirilir. İşlem öncesinde bölünen rs işlecinin işaret uzantısı bulunur, eğer rs'nin boyutu 8 bit ise, 23 tekrarlamaya atlanır, 16 bit ise 15 tekrarlamaya atlanır, 24 bit ise de 7 tekrarlamaya atlanır. Bölme işlemi esnasında başka bir MDU komutu daha gelirse IU işhattı (Tam sayı birimi iş hattı) bölme işlemi tamamlana kadar duraklar.

Tablo 2.4. bölme işleminin gerçekleşebilmesi için gerekli olan tekrarlamaya sayılarını ve gecikme değerlerini özetlemektedir. Gecikme ve tekrarlamaya ait tam değerler iş hattı cinsinden verilmiştir.

Tablo 2.4. Bölme işlemi için gereken tekrarlamaya sayıları

İşleç Kodu	İşleç Boyutu(<i>rt</i>) (<i>rs</i>)	Gecikme	Tekrar sayısı
MULT/MULTU, MADD/MADDU, MSUB/MSUBU	16 bit	1	1
	32 bit	2	2
MUL	16 bit	2	1
	32 bit	3	2
DIV/DIVU	8 bit	12	11
	16 bit	19	18
	24 bit	26	25
	32 bit	33	32

5

Kenetleyici: İngilizce terim karşılığı “interlocks”, durum makinasında oluşabilecek istenmeyen durumları engellemekte kullanılır.

MIPS mimarisi gereğince çarpma ve bölme işlemlerinin sonuçları HI ve LO kaydedicilerinde tutulur. *Move-From-HI*(_{MFHI}) ve *Move-From-LO*(_{MFLO}) komutlarını kullanarak bahsedilen kaydedicilerin içerikleri genel amaçlı kaydedicilere taşınabilirler. MIPS32 mimarisinde HI/LO odaklı işlemlere ek olarak çarpma (_{MUL}) komutu da bulunmaktadır. Bu komut HI/LO kaydedici çifti yerine en düşük değerlikli sonucu birincil kaydedici dosyasına yükler. Bu sayede LO kaydedicisi için kullanmak zorunda olduğumuz MFLO komutuna gerek kalmaz, onun yerine kullanabileceğimiz hedef kaydedici seçeneklerimiz artar.

Çarpma-Toplama (_{MADD}) ve Çarpma-Çıkarma (_{MSUB}) komutları da kullanılabilir komutlardır. Çarpma-Toplama komutu değerleri çarpar ve sonucu HI/LO kaydedicindeki çarpım değerlerine ekler, Çarpma-Çıkarma komutu ise değerleri çarpar ve HI/LO kaydedicisindeki mevcut değerden çıkarır. MADD ve MSUB işlemleri genellikle sayısal sinyal işleme uygulamalarında kullanılırlar.

2.17.2.3. Sistem Kontrol Yardımcı İşlemcisi(Cp0)

MIPS mimarisinde, CP0 sanal adreslerin fiziksel adreslere çevrilmesinden, istisna kontrol sisteminden, işlemci hata gösterme kapasitesinden, çalışma modalarından (Çekirdek, kullanıcı ve hata ayıklama) ve kesmelerin izinli ya da engelli olması durumlarından sorumludur.

2.17.3. Güç Yönetimi

PIC3MX795L düşük güçlü tasarım, aktif güç yönetimi ve güç kesme gibi bir takım güç seçenekleri sunmaktadır. Çekirdek, saat üreticini durdurma, yavaşlatma özellikleri ile durağan bir tasarıma sahiptir. Bu şekilde boş çalışma anlarında harcanan güç azaltılmış olur.

2.17.3.1 Komut Kontrollü Güç Yönetimi

Güç azaltma seçenekleri WAIT komutunun kullanımı ile de işletilebilir. Komut işletildiğinde işlemci tasarruf modunda çalışır.

2.17.3.2 Yerel Saat Ayırıcı

Saat ağacı⁶ ve saat kaydedicileri sayesinde PIC32MX795F512L güç harcamasını ciddi ölçüde azaltır. Yerel saat ayırıcı⁷ sayesinde harcanan dinamik güç oldukça aşağılara indirgenir.

2.17.3 EJTAG Hata Ayıklama Desteği

PIC32MX795F512L çekirdeği yazılımsal hata ayıklama için kullanılan geliştirilmiş JTAG arabirimi içerir. Standart kullanım ve çekirdek kullanım modlarına ek olarak PIC32MX795F512L, alınan bir hata ayıklama istisnası (Donanımsal durma noktası, adım adım işleme v.b) sonrasında girilen bir hata ayıklama moduna sahiptir ve hata ayıklama Exception RUN(DERET) komutu işletilene değin bu modda kalır. Bu sırada işlemci hata ayıklama istisnası işleyicisi döngüsünü başlatır. TAP (Test Access Port) mikrodenetleyicinin giriş ve çıkışlarındaki test sinyallerini aktarmakta kullanılan seri haberleşme portudur. EJTAG arabirimi TAP portunda işlem görür. EJTAG, standart JTAG komutlarına ek olarak hangi kaydedicinin seçildiğini ve nasıl kullanılacağı ile ilişkili komutları da içerir.

2.18. Bellek Organizasyonu

PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisi 4GB birleşmiş sanal bellek alanını adresleyebilir. Veri belleği, program belleği, SFR ve ayar kaydedicilerini içeren tüm hafıza alanları bu bölüm içerisinde kendilerine ait bellek adreslerinde bulunurlar.

6

Saat Ağacı: İşlemci literatüründe kullanılan adı “Clock distribution network”. Microchip ise “clock tree” demeyi tercih ediyor. Saat sinyalinin dağıtıldığı sistemdir.

7

Saat Ayırıcı: İngilizcesi “clock gating” olan kavrama karşılık gelir. Senkron devrelerde dinamik güç harcamasını düşürmek amacı ile kullanılır.

Program ve veri belleği isteğe bağlı olarak kullanıcı ve çekirdek alanları olarak bölümlendirilebilir. Mikrodenetleyicinin veri belleğinden işleme yapabilmesine izin verilip, veri belleği işlenebilir hale getirilebilir.

32-bit veri genişliği

Ayrılmış kullanıcı(KUSEG) ve çekirdek(KSEG0/KSEG1) modu adres alanları

Esnek flash program hafıza bölümlendirme

Veri ve program alanı için esnek veri ram bölümlendirme.

FMT (Sabit haritalama çevrimi)⁸ destekli kolay hafıza haritalama

Önbelleklenebilen (KSEG0) ve önbelleklenemeyen (KSEG1) adres alanları

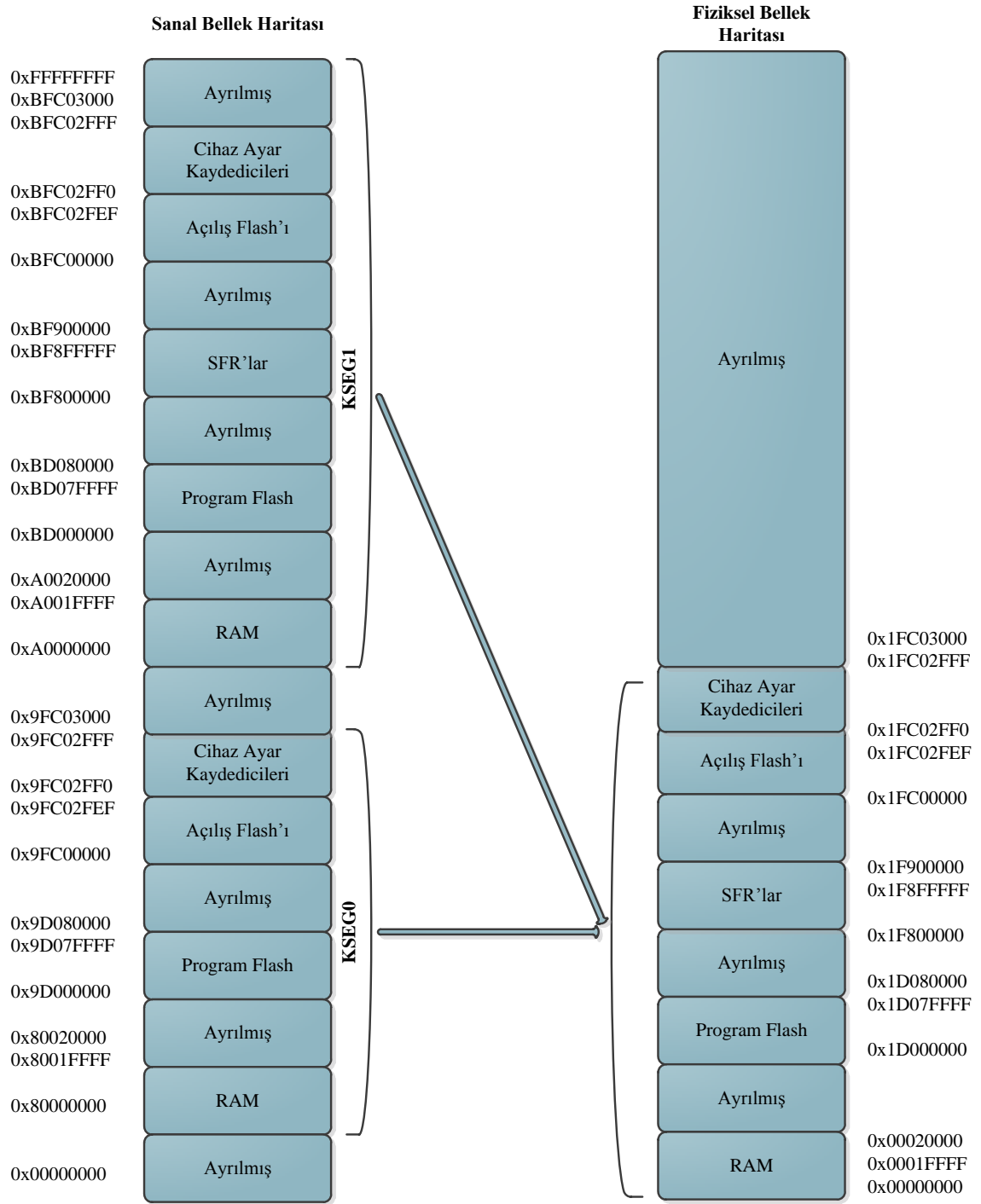
Kaçak kodları engellemek için güçlü veriyolu istisnası işleticisi.

2.18. 1. PIC32MX795F512L Bellek Dizilimi

PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisi sanal ve fiziksel olmak üzere 2 ayrı adres şemasını barındırır. Program, veri ve arabirimler gibi tüm donanım kaynakları kendi fiziksel adreslerinde konumlandıkları. Sanal adresler CPU tarafından arabirim işlemleri, komut getirme ve işlemede kullanılır. Fiziksel adresler DMA ve flash kontrolcü gibi belleği CPU'dan bağımsız kullanabilen veriyolu arabirimlerince kullanılır. PIC32MX795F512L bellek haritası şekil 2.13.'te verilmiştir.

8

FMT birimi bellek bölümlerini fiziksel adres alanlarına eşler. Sanal ve fiziksel alanların karşılıklarını bulmasında kullanılır.



Şekil 2.13. Bellek organizasyonu

2.19.0 Flash Program Hafızası

PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisi kullanıcı kodunu işlemek üzere eklenmiş dâhili bir flash hafızaya sahiptir. Kullanıcının bu hafızayı 3 ayrı şekilde programlayabilir.

1. Çalışma anında programlama (RTSP)
2. EJTAG programlama
3. Devre üstünde seri programlama (ICSP)

RTSP yazılım aracılığı ile flash veya Ram hafızadan işletilebilir. EJTAG programlama ise EJTAG portu üzerinden uyumlu bir programlayıcı yardımı ile gerçekleştirilir. ICSP programlama, RTSP'ye göre çok daha hızlıdır.

2.20. Sıfırlama(Reset)

Sıfırlama modülü tüm sıfırlama kaynaklarını bünyesinde barındırır. Cihazın sıfırlama kaynakları aşağıda verilmiştir. Sıfırlama modülünün blok şeması şekil 2.14.'te verilmiştir

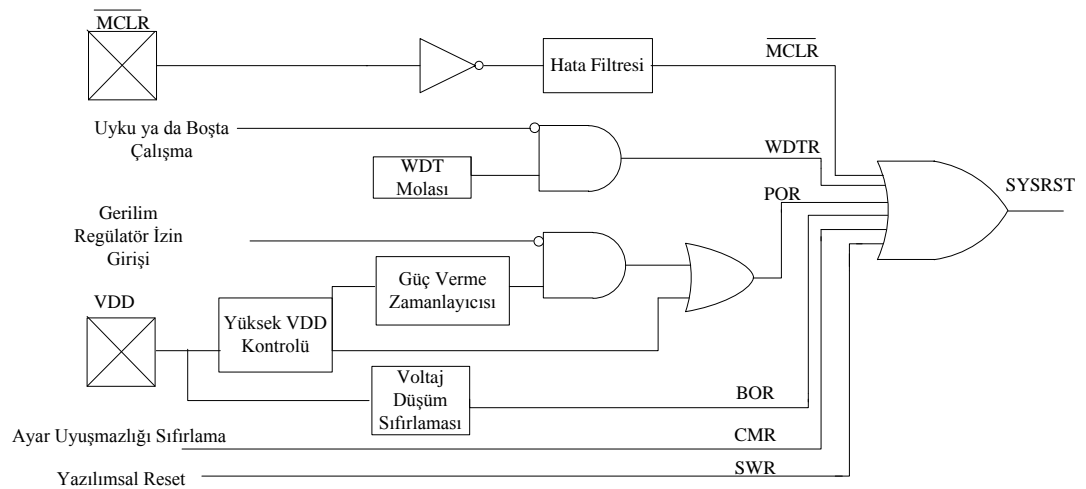
POR : Güç verme anında sıfırlama

MCLR: Ana sıfırlama pini

SWR: Yazılımsal sıfırlama

BOR: Voltaj düşmelerinde sıfırlama

CMR: Ayar uyumsuzluğunda sıfırlama



Şekil 2.14. Sıfırlama yapısı

2.21. Kesme Kontrolcüsü

PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisi arabirimlerden gelen kesme istekleri için kesme sinyalleri üretir. Kesme kontrolcüsü CPU çekirdeğinin dışında kalır, kesmeleri CPU'ya bildirmeden önce önceliklerine göre işleme alır. Kesme kontrol şeması şekil 2.15'te gösterilmiştir.

PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisinin kesme modülünün özellikleri;

Hata ayıklama modunda iken dondurulabilme

Tüm vektörler kullanıcı tanımlı

Yedi öncelik seviyesinden birisi seçilebilir

Yine kullanıcı tanımlı ve 5 seviye alt öncelik belirleyebilme

Kullanıcı tanımlı öncelik seviyesi için ayrılmış gölgeleme seti⁹

96'ya varan kesme kaynağı, 65'e varan kesme vektörü

Tek ve çoklu vektör kesme işlemleri

Kenar kutup kontrollü 5 harici kesme

Kesme yakınlık zamanlayıcısı, kullanıcı tanımlı kesme vektör alanı¹⁰

Kullanıcı tanımlı kesme vektör tablosu¹¹ konumu

9

İngilizcesi “Dedicated shadow set” olan terime karşılık gelir. Vektör önceliğinde 7 en üst önceliğe sahip seviyedir. Buna ek olarak seviye 7 aynı zamanda ayrılmış gölgeleme kaydedici setini kullanır. Normal çalışma durumunda yani CPU 6 veya daha düşük bir öncelik kullanıyorken birinci kaydedici setinde işlem görür. 7 seviyesinde bir öncelik meydana geldiğinde ise kesme kontrolcüsü otomatik olarak gölge setine geçer ve uygun vektöre zıplar. Ayrılmış gölgeleme kümesi sayesinde 7 öncelik seviyesinde bir kesme diğer öncelik seviyelerine nazaran çok daha hızlı gerçekleşir. Öncelik seviyesi 7 olan bir kesme oluştuğunda, uygulama tüm kaydedici setindeki içeriği kaydetmek zorunda kalmaz. Sadece birkaç kritik kaydediciyi kaydeder ve kesme işleyicisini çalıştırır. Aynı şekilde kesme işleyicisi işini tamamladığında da uygulama tüm içeriği geri yükleme zorunda değildir. Birkaç adım işlenir ve ivedilikle önceki işlem durumuna geçilir.

10

İngilizcesi “interrupt vector spacing” olan terime karşılık gelir. Kesme işlemlerinin içerisinde bulunduğu kesme tablosunun boyutunu ifade etmektedir.

11



Şekil 2.15. Kesme kontrolü

2.22. Osilatör Ayarlamaları

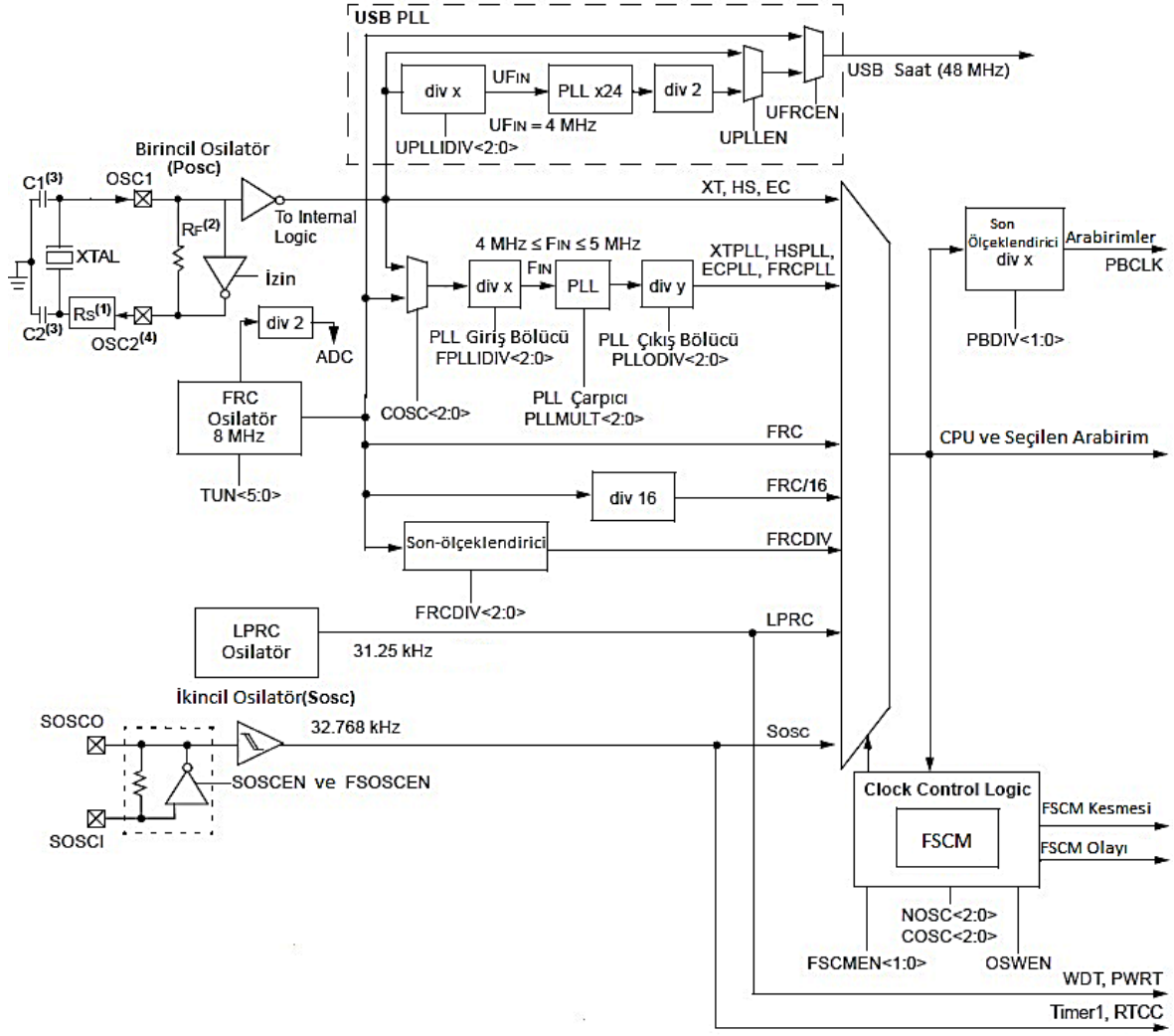
PIC32MX795F512L osilatörü aşağıda sıralanan özelliklere sahiptir her bir birim ise şekil 2.16.'da gösterilmiştir.

Saat sinyali olarak kullanılacak dört adet harici ve dâhili osilatör seçeneği.

Harici ve dâhili osilatör kaynağını seçerken çalışma frekansını arttırmada kullanılan çiple bütünleşik kullanıcı tarafından seçilebilen giriş bölücü, çarpıcı ve çıkış bölücüye sahip PLL.

Yazılım kontrollü olarak farklı saat kaynakları arasında konum değiştirebilmedir.

İngilizcesi “table location interrupt vector” olan terime karşılık gelir. Birçok mikro denetleyicide olduğu gibi PIC32MX795F512L mikronetleyicisinde de kesme işleçleri bellek alanındaki bir tabloda tutulur. İşleçe ulaşabilmek için bir indeks numarasına ihtiyaç duyarız. Kesme işleçleri bu yüzden kesme işleç vektörü olarak adlandırılırlar. Kesme vektörlerinin tümünün tutulduğu tablolara da kesme vektör tablosu denilir.



Şekil 2.16. Osilatör modülü

Seçilen osilatör kaynağı üzerinde kullanıcı tarafından frekans bölme işlemlerinde kullanılabilen son-ölçeklendirici¹².

USB arabirim için ayrılmış PLL

12

Ön-ölçeklendirici ve son-ölçeklendirici: Ön-ölçeklendirici "Prescaler" saat frekansını bölmede kullanılır, "postscaler" son-ölçeklendirici ise zamanlayıcı çıkışına yerleştirilmiş ayrı bir sayıcı gibidir. Ayarlanan bir sayma değerine ulaştığında çıkış üretir.

Başka bir şekilde açıklayacak olunursa; zamanlayıcı saat sinyaline bağlı olarak çalışan bir sayıcıdır. Ön-ölçeklendirici saat ve sayıcı arasında yer alır, son-ölçeklendirici ise sayıcının ardında bulunur.

Güvenli-güvensiz saat görüntüleme (FSCM) sayesinde saat hataları saptanır ve uygulama geri yüklenir ya da kapatılır.

2.23. Ön-Getirme (Prefetch) Birimi

CPU'nun talep ettiği veri önbellekte olmayabilir. Bu durumda önbellek ıskalaması oluşur ardından PFM birimine bir okuma isteği gönderilir. Veri önbelleklenir ve CPU'ya aktarılır.

CPU'nun talep ettiği veri ilk anda önbellekte bulunuyorsa da önbellek vurması gerçekleşmiş olur. Veri hiç bekleme olmaksızın CPU'ya aktarılır. Ön-getirme modülü önbelleklenebilen program hafızası haricindeki bellek alanları dışında bir alandan işleme yapılırken performansı artırır. Komut önbellekleme, sabit veri önbellekleme ve komut öngetirme gibi işlevleri vardır.

2.23.1. Özellikleri

Öngetirme birimine ait tüm özellikler aşağıda sıralanmıştır. Sistemin blok şeması ve çalışma yapısı şekil 2.17.'de gösterilmiştir.

Kilitlenebilir 16 önbellek hattı

16 Byte önbellek hattı

Veri için ayrılmış 4 önbellek hattı

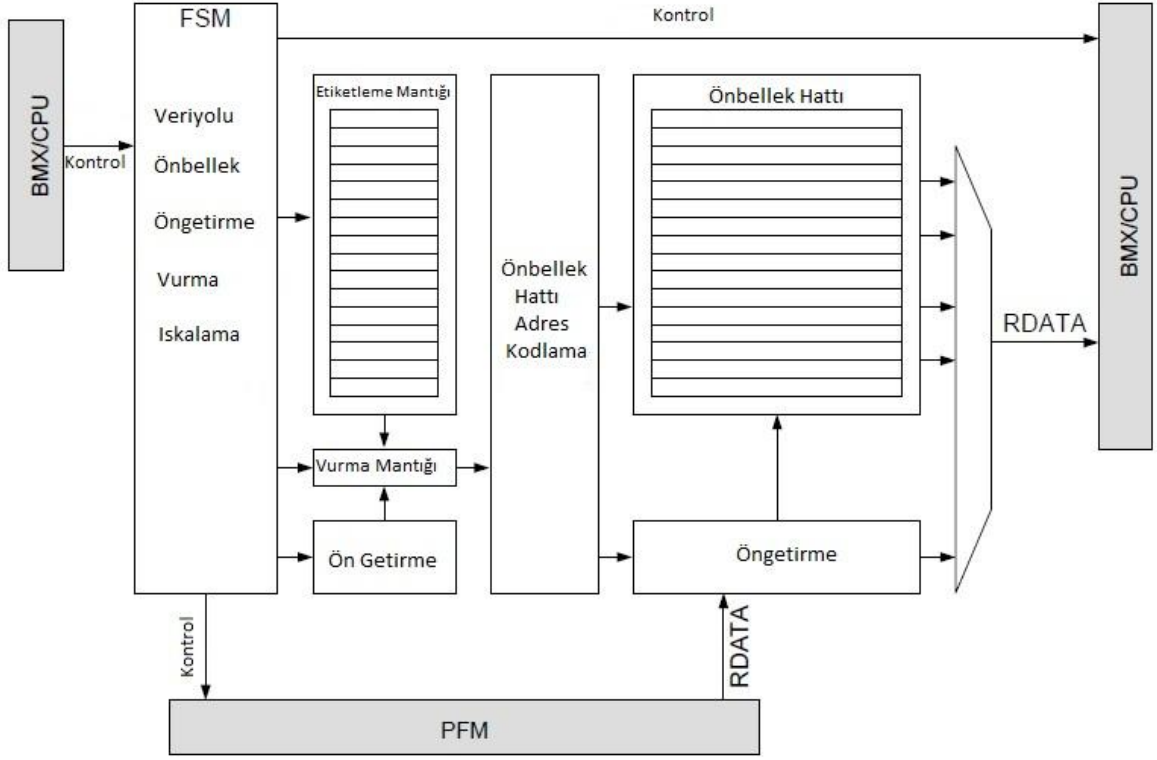
Tekrarlayan komutları tutmak için adres maskelemeli 2 önbellek hattı

Pseudo LRU yer değiştirme

Tüm önbellek hatları yazılımsal yazmaya açıktır.

16 byte paralel bellek öngetirme

Kestirimli komut öngetirme



Şekil 2.17. Öngetirme birimi

2.24. DMA Kontrolcüsü

PIC32MX795F512L DMA kontrolcüsü veriyolu ağırlıklı bir modüldür. CPU çevrimine ihtiyaç duymaksızın veri aktarımı gerçekleştirebilir. DMA transferi için kaynak ve hedef SPI, UART, PMP gibi herhangi bir bellek haritalı modül olabilir.

DMA kontrolcüsünün bazı anahtar özellikleri maddeler halinde sıralanmıştır. Her bir özelliği blok üzerinde görebilmek için şekil 2.18.'e bakınız.

4 ayrı kanal

- Hedef ve kaynak kaydediciler için otomatik adres arttırma
- Hedef ve kaynak işaretçileri
- Bellekten belleğe ve bellekten arabirimlere veri aktarımı

Otomatik kelime uzunluğu saptama

- Byte seviyesinde veri aktarımı
- Kaynak ve hedef byte'ların kelime hizalamasına gerek yoktur.

Sabit öncelikli kanal yönetimi

Esnek DMA çalışma modları

- Yazılım veya DMA yoluyla kesme isteği
- Tekli veya tekrarlayan blok aktarım modları
- Kanal kanala değişim

Esnek DMA istekleri

- DMA istekleri herhangi bir arabirim kesme kaynağından alınabilir
- Her kanal kendi DMA istek kaynağı olarak bir kesmeyi seçebilir

Çoklu DMA kanalı durum kesmeleri

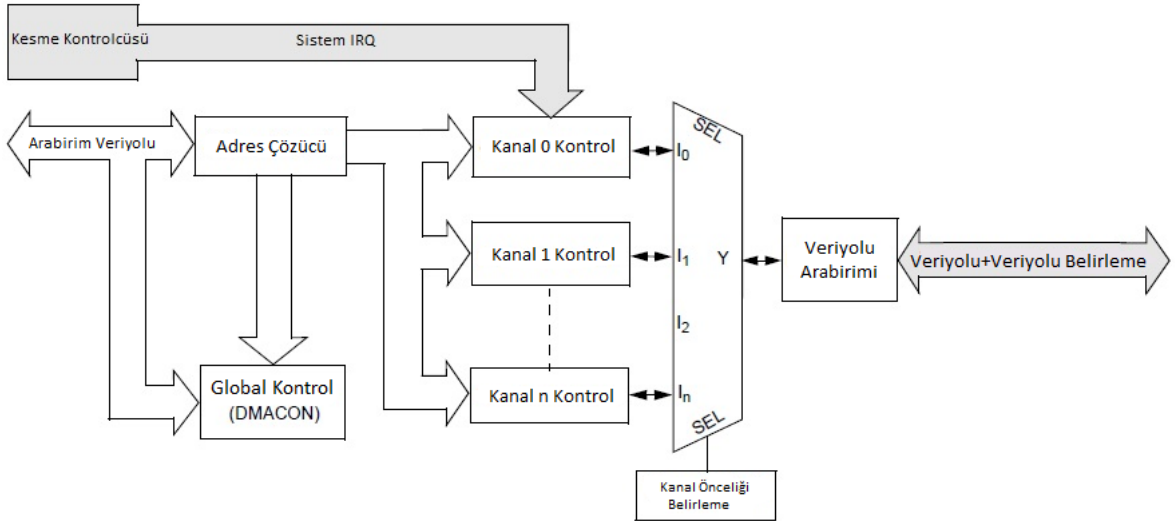
- DMA kanalı blok aktarım tamamlama
- Kaynak boş veya yarı boş
- Hedef dolu veya yarı dolu
- DMA aktarımı dış bir sebep dolayısıyla durduruldu
- Yanlış DMA adresi üretildi

DMA hata ayıklama özellikleri

- DMA kanalınca erişilen son adres
- Veri aktarılan son DMA kanalı

CRC elde etme birimi

- CRC birimi uygun herhangi bir kanala atanabilir
- CRC modülü ayarlanabilir.



Şekil 2.18 DMA kontrolcüsü

2.25. USB (OTG)

USB modül analog ve dijital bileşenleri içerir. Bu sayede USB 2.0 hızının vadettiği hız değerlerinde sunucu ve istemci olarak çalışabilir. OTG uygulamalarına da birkaç harici elemanla dâhil olabilir. USB modül saat üretici, USB gerilim karşılaştırıcı, aktarıcı, seri arabirim motoru (SIE), ayrı USB DMA kontrolcü, pull-up ve pull-down dirençleri ve kaydedici arabirimi içerir.

Saat üretici tam hızda iletişim için 48 MHz' de çalışır. Gerilim kıyaslayıcılar V_{BUS} pini üzerindeki gerilimi izleyerek veri yolunun durumu hakkında bilgi sahibi olur. Aktarıcı USV veri yolu ve sayısal birim arasında analog çevrim işlemi yapar. SIE, son nokta tamponlarından ve son nokta tamponlarına veri aktarımı yapan ve aktarım için gerekli olan donanım protokolünü üreten bir durum makinasıdır. USB DMA kontrolcüsü veriyi SIE ve RAM veri tamponları arasında iletir. Tümüleşik Pull-up ve pull-down dirençleri sayesinde harici sinyal elamanları kullanmaya gerek kalmaz. Kaydedici arabirimi CPU'nun modül ile haberleşmesi ve onu yönetmesini sağlar.

PIC32MX795F512L USB modülünün sunduğu özellikler:

İstemci ve sunucu için standardın üst hız sınırlarında çalışma

Düşük hızlı USB aktarım desteği

USB OTG desteği

Bütünleşik sinyal dirençleri

VBUS izleme için bütünleşik analog karşılaştırıcılar

Bütünleşik USB aktarıcı

El sıkma işlemi donanımcı gerçekleştirilir.

Sistem RAM'ı ve flash belleğe ulaşmak için bütünleşik DMA

RAM'da herhangi bir yerde son nokta tamponlama

2.26. G/Ç Portları

Genel amaçlı giriş çıkış pinleri en basit ve anlaşılması kolay arabirimi oluşturur. PIC mikrodenetleyicisinin diğer cihazları gözlemleyebilmesi ve kontrol etmesini sağlar. Esneklik sağlamak ve işlevsellik kazandırmak için bazı pinler değişik işlevlerle çoklanmıştır. Bu işlevler hangi mikrodenetleyici modülünün kullanılacağı kararına göre

düzenlenebilirler. Genel olarak G/Ç portları ile çoklanmış bir arabirim aktif edildiğinde G/Ç portları kullanılamaz duruma gelirler.

G/Ç modülünün sunduğu özellikler:

Her çıkış pini açık drain olarak düzenlenebilir

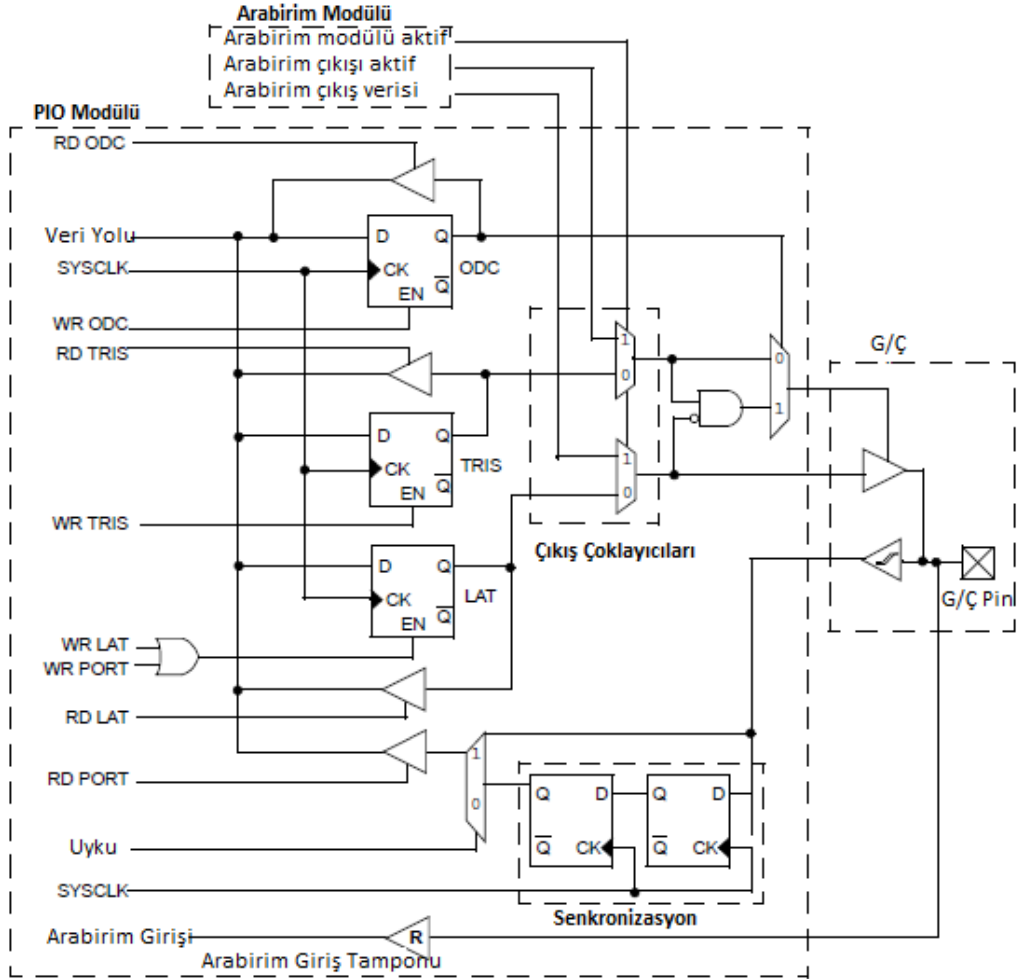
Her giriş pini zayıf pull-up yapılacak şekilde olarak düzenlenebilir

Portlardaki giriş sinyaline bağlı olarak kesme tetiklenebilir

CPU'nun uyku ve boş çalışma modlarında dahi çalışırlar

CLR, SET, INV kaydedicileri kullanılarak bit bazında hızlı işlem yapılabilir

Şekil 12.19. tipik bir G/Ç port çoklanmış düzenini resmetmektedir.



Şekil 2.19 Giriş çıkış portları

2.26.1. Paralel G/Ç Portları

Tüm port pinleri 3 ayrı kaydedici ile ilişkilidir (TRIS, LAT ve PORT). Tüm işlevlerini ve gerçekleştirecekleri işlemleri belirtilen kaydediciler belirler. TRIS veri yönlendirme kaydedicisidir. Sayısal pinin giriş mi yoksa çıkış mı olacağını belirler. TRIS kaydedicisinin G/Ç pinine karşılık gelen TRIS biti “0” ile doldurulursa ilgili pin çıkış, “1” ile doldurulursa da ilgili pin giriş olarak atanmış olur. Tüm G/Ç pinleri cihaz sıfırlandıktan sonra giriş pini konumuna geçerler. Analog bir işlevle aynı pini paylaşan G/Ç pinleri de sıfırlamadan sonra analog giriş işlevlerine dönerler. PORT kaydedicisi G/Ç pinlerine uygulanan sinyalin geçerli durumunu okumakta kullanılırlar. Bir port kaydedicisinin herhangi bir bitine veri yazmak, aslında portun mandalına (latch) veri yazar. LAT kaydedicisi veriyi G/Ç pinlerine mandallar. LAT kaydedicisi veriyi G/Ç pinlerine yazmak için kullanılırlar. LATx Latch kaydedicisi LATx ve PORTx kaydedicilerine yazılan verileri tutar. LATx Latch kaydedicisinin ilgili bitini okumak o bite karşılık gelen PORT veya LATCH kaydedicisine yazılan son biti verir.

3. BULGULAR

3.1. Tasarlanan Sistemin Güç Sarfiyatı

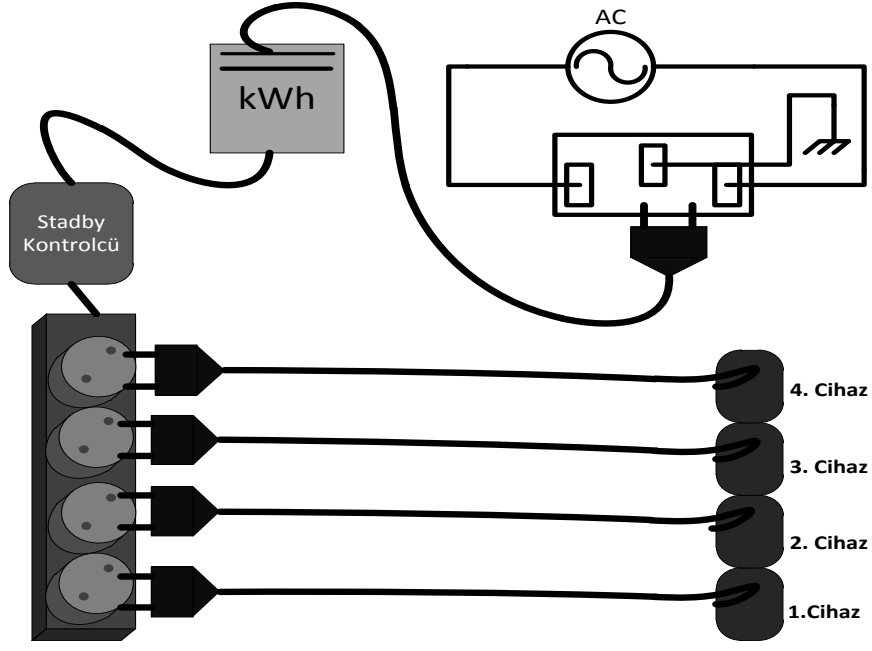
Sistem standby gücünü kesmek üzere tasarlanmıştır. Sistem sürekli olarak güç altında bulunacağından sistemin fazla enerji harcamaması gerekmektedir; aksi takdirde yaptığımız işlemin bir faydasını göremeyiz. Sisteme ait veriler Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Sistemin güç harcaması

Konum	Ağ Erişimi Yok			Ağ Erişimi Var		
	Gerilim (V)	Akım (mA)	Güç (W)	Gerilim (V)	Akım (mA)	Güç (W)
Röleler Enerjisiz	5.5V	267	1,4	5.5V	316	1,7
RL1 Enerjili	5.5V	320	1,6	5.5V	369	2,0
RL2 Enerjili	5.5V	320	1,6	5.5V	369	2,0
RL1 ve RL2 Enerjili	5.5V	373	2,0	5.5V	422	2,3

3.2. Sistemin Standby Gücünün Azaltılmasına Etkisi

Bu çalışmada üretilen sistem grup prizlerin yerine kullanılacaktır. Asıl hedefte birden çok cihazın bağlı bulunduğu odalardır.

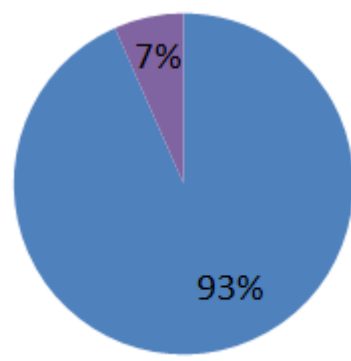


Şekil 3.1 Test Düzenegi

Şekil 3.1'deki prensip bağlantı kurularak, test düzenegi 1 oturma odasında kullanılan elektrikli cihazlar kullanılarak oluşturulmuştur. Ortalama bir evde kullanılan 81cm LCD TV, standart bir uydu alıcı, 5W bir hoparlör ve DVD oynatıcı test düzenegini oluşturan ev cihazları olarak belirlenmişlerdir. Bir grup priz kullanılarak tüm cihazlar enerjilendirilmiş ve grup prizle şebeke arasına sayaç yerleştirilmiştir. Wattmetre ile gerçekleştirilen ölçümlerde 4 cihazın toplam standby gücü 20W olarak ölçülmüştür.

10 saat prizde kalan cihazların harcaması güç sayacı üzerinde 225Wh olarak ölçülmüştür. Sonrasında standby kontrolcü devreye eklenmiş ve güç ölçümü tekrar gerçekleştirilmiştir. Bu durumdaki güç sarfiyatı wattmetre ile 21,5W olarak ölçülmüştür. Standby kontrolcü akımı kestiğinde ise güç harcaması 1,5W seviyelerine düşmüştür. Sistem yine 10 saat enerji altında bekletilmiş ve güç sayacı tekrar okunmuştur. 10 saatte harcanan enerji 16Wh olarak ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları tablo 3.2.'de görülmektedir.

Tablo 3.2 Test düzeneği 1 ölçüm sonuçları

	Güç	10 saatlik sarfiyat	10 saatlik süreçteki harcama
Cihazlara ait standby	20W	225Wh	 <p>■ Cihazlara ait standby ■ Kontrolcü akımı kestikten sonra</p>
Kontrolcü devreye eklendikten sonra	21,5W	-	
Kontrolcü akımı kestikten sonra	1,5W	16Wh	

Ölçüm sonuçlarına göre standby güç kontrolcüsü ile 10 saat sonundaki net tasarruf 209 W olarak bulunmuştur. Bu değer %93 oranında bir kazanç karşılık gelmektedir. Test düzeneğinde gayet mütevazî cihazlar kullanılmıştır. Bu cihazlar yerine büyük LCD televizyon, gelişmiş bir ses sistemi, hd uydu alıcı, kayıt cihazı, hd medya oynatıcılar ve oyun konsolu kullanılsaydı sonuçlar daha da çarpıcı olacak ve üst sınırlarda yer alacaklardı.

Test düzeneği 2’de çalışma odasında kullanılan elektrikli cihazlar izleme altına alınmış. 48 cm LCD bilgisayar monitörü, 400W güç kaynağı kullanan bir bilgisayar kasası, 5.1 40W RMS çıkış gücüne sahip bir hoparlör ve tek renk lazer yazıcı test düzeneğini oluşturan ev cihazları olarak belirlenmişlerdir. Bir grup priz kullanılarak tüm cihazlar enerjilendirilmiş ve grup prizle şebeke arasına sayaç yerleştirilmiştir. Wattmetre ile gerçekleştirilen ölçümlerde 4 cihazın toplam standby gücü 33W olarak ölçülmüştür.

10 saat prizde kalan cihazların harcaması güç sayacı üzerinde 340Wh olarak ölçülmüştür. Sonrasında standby kontrolcü devreye eklenmiş ve güç ölçümü tekrar gerçekleştirilmiştir. Bu durumdaki güç sarfiyatı wattmetre ile 35W olarak ölçülmüştür. Standby kontrolcü akımı kestiğinde ise güç harcaması 1,5W seviyelerine düşmüştür. Sistem yine 10 saat enerji altında bekletilmiş ve güç sayacı tekrar okunmuştur. 10 saatte harcanan güç 16Wh olarak ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları tablo 3.3.’te görülmektedir.

Tablo 3.3 Test düzeneği 2 ölçüm sonuçları

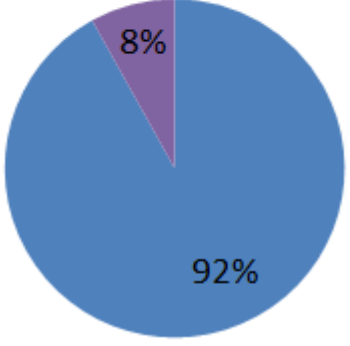
	Güç(W)	10 saatlik sarfiyat	10 saatlik süreçteki harcama
Cihazlara ait standby	33W	340Wh	<p>■ Cihazlara ait standby ■ Kontrolcü akımı kestikten sonra</p> <p>4% 96%</p>
Kontrolcü devreye eklendikten sonra	35W	-	
Kontrolcü akımı kestikten sonra	1,5W	16Wh	

Ölçüm sonuçlarına göre standby güç kontrolcüsü ile 10 saat sonundaki net tasarruf 324 Wh olarak bulunmuştur. Bu değer %96 oranında bir kazanç karşılık gelmektedir. Test sisteminde kullanılan bilgisayar ve çevre birimler ekonomik donanım araçlarıdır. Bunların yerine 1500W seviyelerine varan bir güç kaynağı kullanan kasa, donanım verilerini raporlayan elektronik gösterge, tarayıcı, gelişmiş bir yazıcı, her birisi hem USB arabirimden, şebekeden veya her ikisinden de sürekli olarak akım çeken harici sabit disk, kart okuyucu, kablosuz erişim kartları, PCI kayıt ve görüntüleme kartları gibi birimleri bulunmuş olsaydı, güç sarfiyatı daha da artacaktı.

Test düzeneği 3’de mutfakta kullanılan elektrikli cihazlar izleme altına alınmış. Ortalama bir mutfakta kullanılan fırın, bulaşık makinası, fritöz ve meyve sıkacağı düzeneğini oluşturan ev cihazları olarak belirlenmişlerdir. Bir grup priz kullanılarak tüm cihazlar enerjilendirilmiş ve grup prizle şebeke arasına sayaç yerleştirilmiştir. Wattmetre ile gerçekleştirilen ölçümlerde 3 cihazın toplam standby gücü 18W olarak ölçülmüştür.

10 saat prizde kalan cihazların harcaması güç sayacı üzerinde 182Wh olarak ölçülmüştür. Sonrasında standby kontrolcü devreye eklenmiş ve güç ölçümü tekrar gerçekleştirilmiştir. Bu durumdaki güç sarfiyatı wattmetre ile 19,5W olarak ölçülmüştür. Standby kontrolcü akımı kestiğinde ise güç harcaması 1,5W seviyelerine düşmüştür. Sistem yine 10 saat enerji altında bekletilmiş ve güç sayacı tekrar okunmuştur. 10 saatte harcanan güç 16Wh olarak ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları tablo 3.4’te görülmektedir.

Tablo 3.4. test düzeneği 3 ölçüm sonuçları

	Güç(W)	10 saatlik sarfiyat	10 saatlik süreçteki harcama
Cihazlara ait standby	18W	182Wh	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p>■ Cihazlara ait standby</p> <p>■ Kontrolcü akımı kestikten sonra</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>8%</p> <p>92%</p> </div> </div>
Kontrolcü devreye eklendikten sonra	19,5W	-	
Kontrolcü akımı kestikten sonra	1,5W	16Wh	

Ölçüm sonuçlarına göre standby güç kontrolcüsü ile 10 saat sonundaki net tasarrufumuz 166 W olarak bulunmuştur. Bu değer %92 oranında bir kazanç karşılık gelmektedir.

4. TARTIŞMA

4.1. Sistemin Özgünlüğü

Çok kısa bir süre içerisinde ev elektroniğine yönelik birçok cihaz ağ bağlantı özellikli olacaktır. Bu yönde hızlı bir ilgi ve ilerleme vardır. Cihazlar geliştikçe standby harcamalarının azalacağı şüphesizdir. Ancak ağ uygulamaları sürekli hazır bulunması gereken ve açık durmak zorunda olan cihazlara ihtiyaç duymaktadır[15],[16].

Akıllı ev otomasyonu son yılların rağbet gören konusudur. Son yıllarda bu alanların geleceği ile alakalı olarak birçok araştırma gerçekleştirildi ve makaleler yayınlandı [17],[18],[19],[20],[21].

Bu çalışmada ortaya konulan sistem bir anlamda bu araştırmaların birleştirilerek, çalışır bir sisteme dönüştürülmesine dairdir. Yapılan araştırma ve çalışmalarda önerdiğimiz sistemi tam olarak kapsayan bir yayın bulunmamaktadır. Sistemimizin gerçekleştirdiği işlevi kısmen olarak yapmayı vadeden kontrolcüler ticari amaçlı satılmaktadır. Ancak bunlara dair kesin teknik veriler ve test sonuçları bulunmamaktadır. Bu tür kontrolcülerde uzaktan erişim de söz konusu değildir.

4.2 Sistemin Üstünlükleri

Ortaya konulan sistem toplamda 50TL gibi maliyetle üretilebilmektedir. Sistem geliştirmeye ve farklı cihazlarla birlikte kullanılmaya açıktır. Güç harcaması çevrimiçi çalışabilen bir cihaz için çok iyi sayılabilecek değerdedir.

4.3 Sisteme Eklemeler Yapılmalı Mıdır

Sistem mevcut haliyle uygulanabilir durumdadır. Ağ bağlantısı modem ile bir kablo vasıtasıyla yapılabilir. Sistemin kablosuz ağa bağlı olarak çalışabilmesi kullanılışlılığını arttırabilirdi. Ancak enerji tasarrufuna yönelik bu sistemin harcama yükünü arttıracacağı düşüncesi ile kablosuz çalışma durumu askıya alınmıştır.

Ancak yine de istenirse sistem bu alt yapıya da sahiptir. Yine Microchip firmasının ürettiği kablosuz modüller ve stack dosyaları kullanılabilir. Sistemi oluşturmada kullanılan genişleme kartı üzerinde de gerekli giriş yuvaları mevcuttur.

5. SONUÇLAR

Standby cihazlarında harcanan güç miktarı ortalama olarak toplam harcamanın %10'una karşılık gelmektedir. Ülke olarak standby gücü ile toplam 50 milyon TL kaynağı yurt dışına aktarmak zorunda kalıyoruz.

Kayıp gücü azaltmak için türlü organizasyonlar ve yaptırımlar bulunmasına rağmen harcanan güç çokta değişmemektedir. Verimi yüksek daha az güç harcayan cihazlar üretilmektedir, ancak bu gücü harcayan cihazlar da hızla artmaktadır.

Gücün standby gücü şeklinde kaybolmasının en baştaki sebebi insan davranışlarıdır. Her türlü uyarıya rağmen yerleşik alışkanlıklar değişmemektedir. Bu nedenle bu işi bir cihazın otomatik olarak gerçekleştirmesi yerinde olacaktır.

Önerdiğimiz sistem daha önceden aynı şekilde uygulanmış ya da akademik bir çalışmaya konu olmuş değildir. Benzer çalışmalar bulunmaktadır, hatta tasarruf işlevini yerine getirebildiği iddiasıyla satılan cihazlar dahi vardır. Bu cihazlar incelendiğinde oldukça basit kaldıkları görülür.

Önerilen sistemin uygulanabilirliği yüksektir ve geri dönüşü hızlıdır. Sistem birkaç sene içerisinde kendi maliyetini telafi edebilecektir. Sisteme harcanan paranın geri dönüşü esnasında dahi doğaya ve milli sermayeye katkısı olacaktır. Yapılan testler sonucunda sistemin tasarruf oranı en az %92 en fazla %96 olarak ölçülmüştür.

Sisteme ait elektronik devrelerin açık şemaları, baskı devre şekilleri, çıkış kararlılıkları verilmiştir. Ayrıca kullanılan donanım birimlerine ait teknik veriler, üretici kılavuzlarının Türkçeye çevrilmiş bilgi yaprakları, kullanılan teknolojilerine ait ayrıntılı bilgi tez içerisinde verilmiştir.

Sistem aynı zamanda uzak kontrollü sistemler içinde bir yöntem ortaya koymaktadır. Yeni bir donanım arayüzünü kullanılarak uzak denetim gerçekleştirilmiştir. Microchip firmasının 32 bitlik mikrodenetleyicileri oldukça yenidirler.

Ethernet arabirim vasıtası ile dış dünyaya açılmaktadır. Ethernet ofis ve evlerde kullanılan en yaygın ağ protokolüdür. Ethernet arabirim altyapısı, uyumluluğu ve şekillendirilebilir olması yönüyle geliştirilmeye açıktır. Düşük gecikme ve gerçek zamanlı uzak işletim sağlar.

Sistemin kullanımı yaygınlaştıktan sonra, kablosuz ağ teknolojisi ile bütünleştirilerek, daha küçük bir paket içerisine yerleştirilip prizlerin arkalarına bile konulabilir.

6. ÖNERİLER

Yeni teknoloji bir cihazı elde edip kullanabilmek ülkemiz şartlarında çok da kolay değildir. Örneğin sistemi tasarlamak için kullandığımız pic32 geliştirme kartlarını temin etmek oldukça zor oldu. Kartların Türkiye'den temin edilebildiği sadece 2 tane dağıtıcı bulunuyor. Her ikisine de akademik bir çalışma yapılacağını bu sebeple geliştirme kartları satın alınmak isteğimi yazıldı. Her ikisinden de profoma faturalar geldi. Gelen faturalar ürünün normal bedelinin 2 katına yakındı. Açmazdan çıkabilmek için yurtdışında temin etme yolları araştırıldı. Microchip ürünlerini merkezi Amerika'da olan www.microchipdirect.com adlı sitesi üzerinden de satıyor.

Bu aşamada kuşku yaratan kısım ödenecek gümrük vergileri idi. Çünkü ürününün bedeli resmi dağıtıcı fiyatlarından daha pahalıya mâl olabilirdi. Gümrük müsteşarlığına bilgi almak için elektronik posta yazıldı. 150 dolar altı ürünler için Türk gümrüğünün vergilendirme yapmadığına dair cevap ulaştı. Satın alınacak ürünlerin bedeli 144 dolardı, kargoyla beraber ise 192 dolar oluyordu. Microchip şirketine de akademik bir çalışma yaptığımızı ve mümkünse siparişin iki parça halinde kargolanması rica edildi. Ricayı dikkate aldılar ve 2 paket halinde gönderdiler. Alışveriş yapıldıktan bir hafta sonra ürünler elimize ulaştı. Bu sayede herhangi bir vergi ödemek zorunda da kalınmadı. Acil lazım olan iki kart kendi imkânlarımızla temin edilmiş oldu.

Tez çalışmasına BAP birimine yazılan bir proje ile destek sağlandı. Bu sayede yeni bir alım daha gerçekleştirerek, farklı geliştirme kartlarını da satın alındı.

Bu tür çalışmalar gerçekleştirmek isteyenler de benzer yollar izleyebilir. Çalışmalarında Microchip TCPIP stack kullanacaklar için yığın yapısını ana hatları ile ve kod örneklemeleri ile vermek faydalı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- [1] Clement, K. ve Pardon, I. ve Driesen, J., Standby Power Consumption in Belgium, 9th International Conference, Ekim 2007, Barselona, 1-4.
- [2] Meier A., A worldwide review of standby power use in homes, Symposium on Highly Efficient Use of Energy and Reduction of Its Environmental Impact, Aralık 2001, 75-85.
- [3] Ross, J. ve Meier A., Measurements of whole-house standby power consumption in California homes, 27, 2000, Energy, , 861-868.
- [4] Harrington, L., Kleverlaan, P., Qulaification of Residential Standby Power Consumption in Australia, Result of Recent Survey Works, Procect for The Australian Green House, Mart 2001, Avustralya, 1-5.
- [5] Jiang et al, L., Measuring of Standby Power in China Homes, 3rd International Workshop on Standby Power, 7-8 Şubat 2001 ,Tokyo, 81-83.
- [6] Sidler, O., Campagne de Measure le Fonctionnement en Veille des Appereils Domestiques, 2000, Fransa, 15-27.
- [7] Matsunaga, T., Survey on Actual Standby Power Consumption of Household 3rd International Workshop on Standby Power, 7-8 Şubat 2001, Tokyo, 45-49.
- [8] Mungwittikul, W., ve Mohanty, B., Energy Efficiency of Office Equipment in commerical Buildings: The case of Thailand, 22, 1997 Energy, 673-680.
- [9] U.S. Energy Information Administration, Pulling The Plug On Standby Power, 2010, California, 2011.
- [10] Sasako, M., Standby Power Consumption of Household 3rd International Workshop on Standby Power, 7-8 Şubat 2001, Tokyo,15-21.
- [11] Rainer et al, L., Leaking electricity in homes, Proceedings of ACEEE Summer Study On Energy Efficiency in Buildings, American Council for an Energy Efficient Economy, 1996, California, 9-13.
- [12] <http://www.standby.lbl.gov/standby.html> Stanadby Power. 04 Mart 2011.
- [13]Albert M., Swiss Federal Office of Energy, The energy Efficiency of Computer Networks, Şubat 1998, İsviçre, 45.
- [14] Zhang, Z., Kavousianos, X., Chakrabarty K. Ve Tsiatouhas Y., A Robust and Reconfigurable Multi-Mode Power Gating Architecture, 2011 24th Annual Conference on VLSI Design, Mart 2011, Durham, 280-285.

- [15] Heo, J., Hong, C., Kang, S., Jeon, S., “Standby Power Control Architecture in Context-Aware Home Networks, Ekim 2007, 4773, 515-518..
- [16] Heo, J., Hong, C., Kang, S., Jeon, S., “Wireless Home Network Control Mechanism for Standby Power Reduction,” Proceedings of WINSYS 2007, Temmuz 2007, 70-75.
- [17] Zhaohui Y., Yindong J. ve Shiyuan Y., Home Automation Network Supporting Plug-and-Play, IEEE Transaction on Consumer Electronics, 50, 1, Şubat 2004, 173-179.
- [18] Chang Lee, K. ve Hee Lee,H., “Network-based Fire-Detection System via Controller Area Network for Smart Home Automation, IEEE Transaction on Consumer Electronics, 50, 4, Kasım 2004, 1093-1100,.
- [19] Won Kang, J., Heung Jung, S., Gon Kim, J. ve Woo Hong, J., “Development of QoS-Aware Ubiquitous Context Access (UCA) Testbed, IEEE Transaction on Consumer Electronics, 53, 1 , Şubat 2007, 197-203.
- [20] Li, X., ve Zhang W., The Design and Implementation of Home Network System Using OSGi Compliant Middleware, IEEE Transaction on Consumer Electronics, 50, 2, Mayıs 2004, 528-534
- .

8. EKLER

Ek 1. Cihazlara Ait Çalışma Konumu Ve Satın Alınan Güç Sarfıyatları

EK 1. Tablo 1. Bazı cihazların farklı konumlardaki güç sarfıyatları

Ürün/Konumu	Ortalama(W)	En Az(W)	En Fazla(W)	Ölçülen Cihaz
Klima (Duvar Tipi ve Salon Tipi)				
Kapalı	0,9	0,9	0,9	1
Cep Telefonu Şarj Cihazı				
Boşta	2,24	0,75	4,11	4
Şarj durumunda	3,68	0,27	7,5	23
Şarj sonlandı	0,26	0,02	1	32
Saatli Radyo				
Açık	2,01	0,97	7,6	23
CRT Bilgisayar Ekranı				
Kapalı	0,8	0	2,99	21
Açık	65,1	35,54	124,78	21
Uyku	12,14	1,6	74,5	14
LCD Bilgisayar Ekranı				
Kapalı	1,13	0,31	3,5	32
Açık	27,61	1,9	55,48	31
Uyku	1,38	0,37	7,8	30
Masaüstü Bilgisayar				
Boşta	73,97	27,5	180,83	63
Kapalı	2,84	0	9,21	64
Uyku	21,13	1,1	83,3	52
Dizüstü Bilgisayar				
Şarj Bitti	29,48	14,95	73,1	13
Şarj Oluyor	44,28	27,38	66,9	8
Kapalı	8,9	0,47	50	19
Sadece Güç Kaynağı	4,42	0,15	26,4	19
Uyku	15,77	0,82	54,8	16

Ek 1.'in Devamı

Lazer Yazıcı				
Kapalı	0	0	0	1
Açık	6,1	6,1	6,1	1
Hazır	6,42	6,42	6,42	1
Elektrikli Ocak				
Kapalı	4,21	0	9,8	16
Açık	339,71	70,5	796	14
USB Hub				
Kapalı	1,44	0,95	1,81	5
Açık	2,06	1,06	3,55	7
ADSL Modem				
Kapalı	1,37	0,33	2,02	16
Açık	5,37	3,38	8,22	20
Kablolu Modem				
Kapalı	3,84	1,57	6,62	8
Açık	6,25	3,64	8,62	16
Güç Kaynağı	3,80	1,50	6,58	2
Çok Fonksiyonlu Mürekkep Püskürtmeli Yazıcı				
Kapalı	5,26	0	10,03	23
Açık	9,16	3,9	17,7	24
Çok Fonksiyonlu Lazer Yazıcı				
Kapalı	3,12	0	4,7	3
Açık	49,68	5	175	4
Dekorasyon Lambası				
Kapalı	0,05	0	0,34	10
Açık	4,47	0	27,97	19
Hazır	0,22	0	1,2	8
Mürekkep Püskürtmeli Yazıcı				
Kapalı	5,31	0	8,72	3
Açık	6,22	2,89	14	8

Ek 1.'in Devamı

Telsiz Telefon				
El cihazı var	4	2,15	7,4	20
El cihazı yok	2,82	1,72	4,7	20
Konuşma	3,53	2,2	6,5	21
Kapalı	2,92	0,9	7,4	11
Mürekkep Püskürtmeli Yazıcı				
Kapalı	1,26	0	4	25
Açık	4,93	1,81	22	25
Lazer Yazıcı				
Kapalı	1,58	0	4,5	7
Açık	131,07	1,7	481,9	5
Ev Güvenlik Sistemi				
Hazır	2,7	2,7	2,7	1
Tarayıcı				
Kapalı	2,48	0,27	8,2	6
Açık	9,6	1,71	15,6	10
Kaydedicili Uydu Alıcı				
TV kapalı, kayıt yok	28,35	25,8	30,9	2
Tv açık, kayıt var	31,37	24,2	36,3	3
Kapalı	27,8	22	33,6	2
Uydu Alıcı				
TV kapalı, kayıt yok	15,95	7,69	33,2	33
TV açık, kayıt var	16,15	7,69	33,2	33
Kapalı	15,66	6,58	33,05	25
Anahtardan kapalı	15,47	6,58	32,7	31
Bilgisayar Hoparlörü				
Açık, ses yok	4,12	0,69	9,84	21
Kapalı	1,79	0	2,6	19

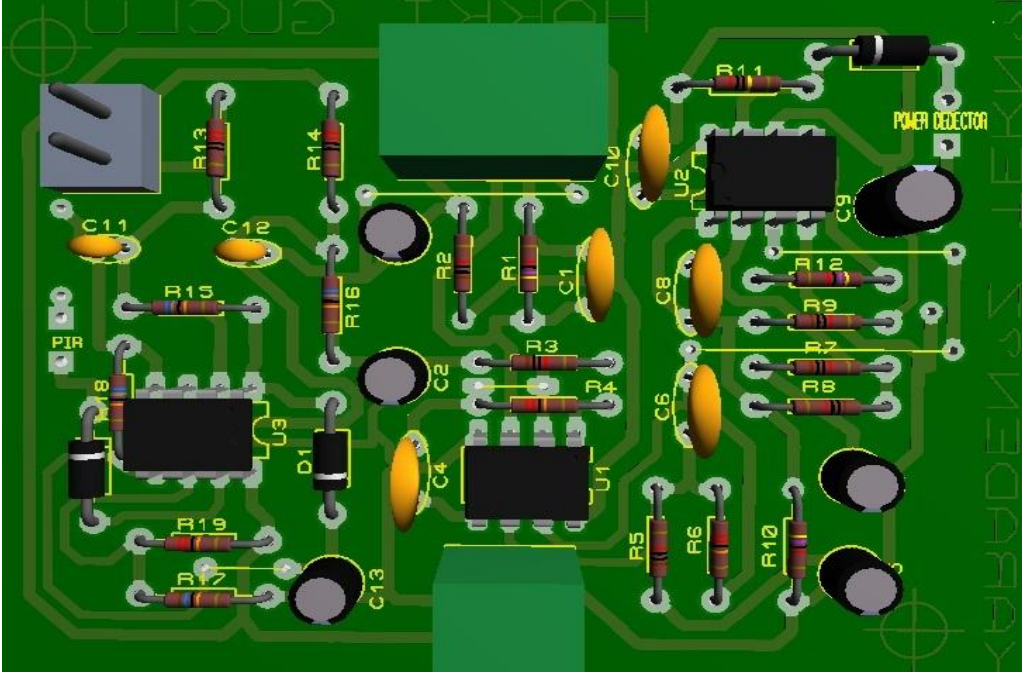
Ek 1.'in Devamı

Küçük Müzik Seti				
CD modu	13,99	1,67	36,95	28
CD çalışıyor	19,09	5,2	41,2	24
Kapalı	8,32	0,3	24,58	27
Radyo açık	14,41	2,98	38	28
CRT Televizyon				
Kapalı	3,06	0,3	10,34	38
Anahtardan kapalı	2,88	0	16,1	58
Amplifikatör				
Açık, ses yok	33,99	21,4	70,93	6
Açık ses var	39,16	21,11	69,3	6
Kapalı	0,27	0	1,8	7
Radyolu Saat				
Açık	1,74	0,99	3,61	21
Kapalı	2,95	1,7	4,2	2
Fotokopi Makinası				
Açık	9,63	3,6	14	3
Kapalı	1,49	0	2,97	2
DVD Çalar				
Açık ve çalışıyor	7,54	0,24	12,7	33
Açık, çalışmıyor	9,91	5,28	17,17	33
Kapalı	1,55	0	10,58	33
Oyun Konsolu				
Açık	26,98	5,4	67,68	24
Kapalı	1,01	0	2,13	26
Hazır	23,34	2,12	63,74	24

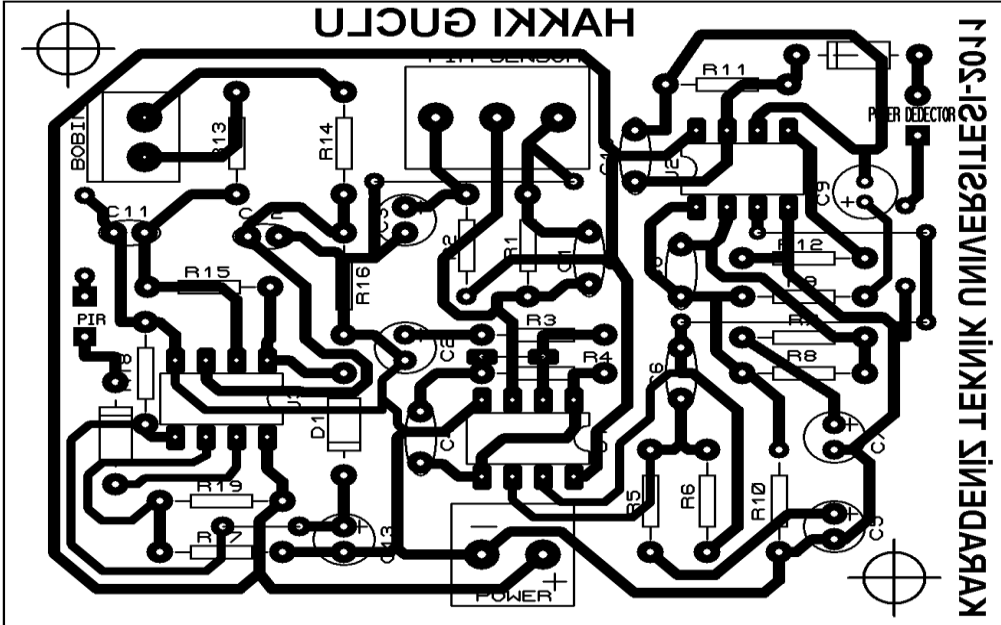
Ek 1.'in Devamı

Mikrodalga Fırın				
Hazır, kapak kapalı	3,08	1,4	4,9	18
Hazır, kapak açık	25,79	1.6	39	17
Piştirme	1433	966,2	1723	18
Bas Hoparlörü				
Açık, ses yok	10,7	5,8	20,6	7
Açık, ses var	12,42	5,9	20,6	6
Akım Koruyucu Piriz				
Kapalı	1,05	0	6,3	6
Açık	0,8	0	6,92	43

EK 2. Uygulama Devreleri

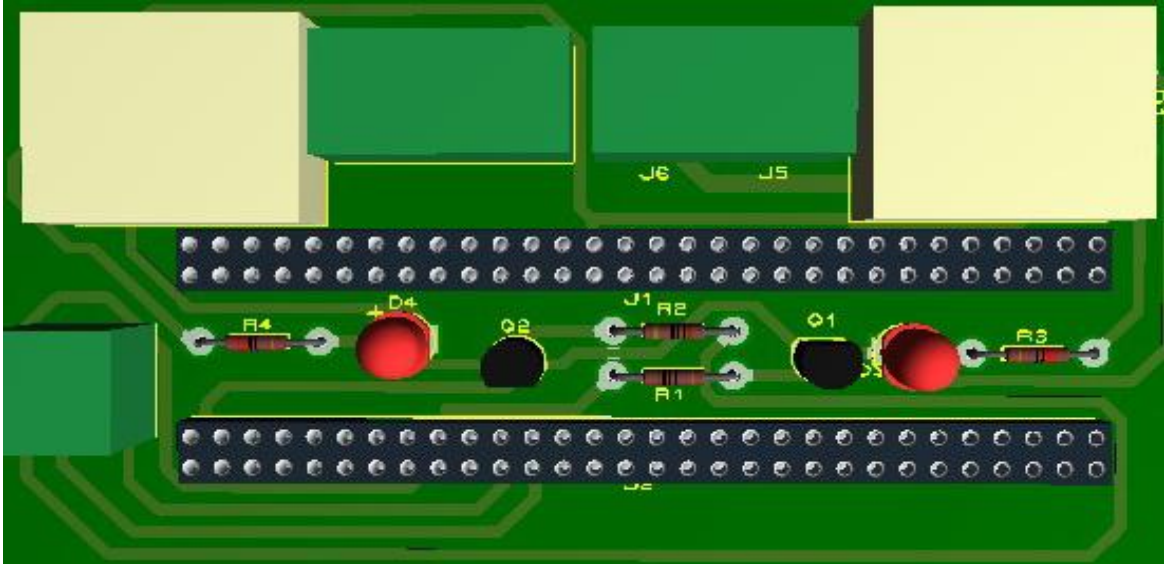


EK 2. Şekil 1. Hareket algılayıcı ve güç algılayıcı devre

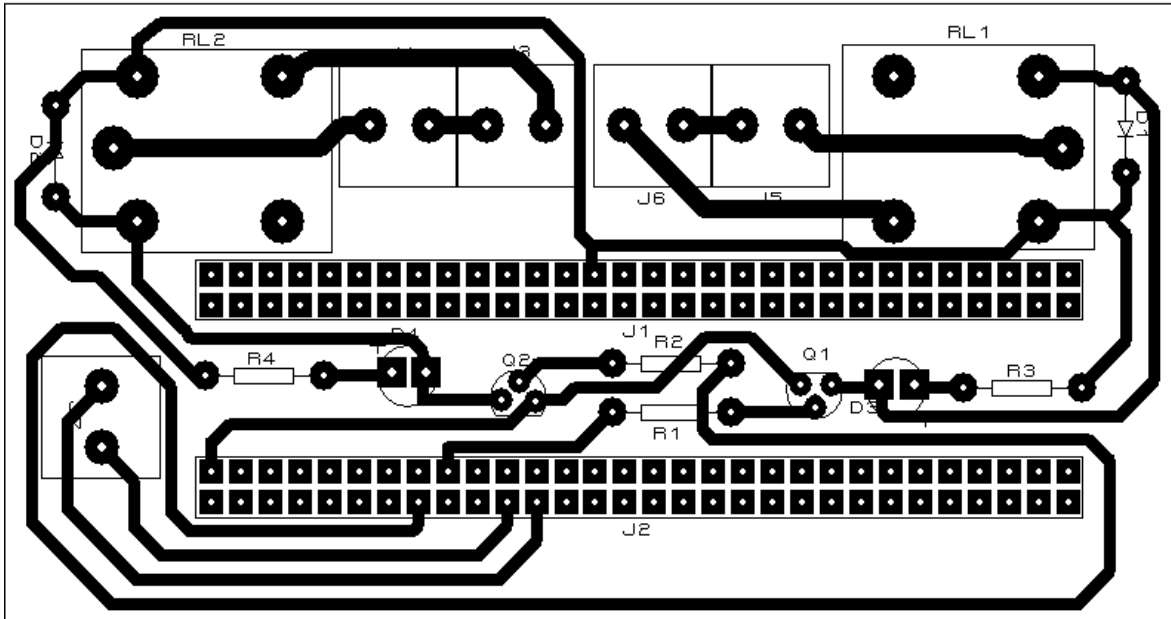


EK 2. Şekil 2. Hareket algılayıcı ve güç algılayıcı devrenin baskı şeması

EK 2.'nin Devamı



EK 2. Şekil 3. Röle kontrol kartı



EK 2. Şekil 4. Röle kontrol kartı baskı şeması

ÖZGEÇMİŞ

Hakkı GÜÇLÜ, 28 Ocak 1982 tarihinde İzmir’de doğdu. İlköğrenimini, 1988-1996 yılları arasında Karşıyaka’da Fevzi Paşa ilköğretim okulunda tamamladı. 1996-2000 yılları arasında İzmir Çınarlı Anadolu Teknik Lisesi Elektronik bölümünden ikincilikle mezun oldu. 2001 yılında girdiği Pamukkale Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümünden, 2005 yılında bölüm ikincisi olarak mezun oldu. İyi derecede İngilizce ve başlangıç seviyesinde Almanca biliyor. Mikrodenetleyici yazılım dilleri, simülasyon programları ve web tasarım programları kullanabiliyor. 2008 yılı güz döneminde Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. 6 yıldır Milli Eğitim Bakanlığı’na bağlı kurumlarda öğretmenlik yapıyor.