

PSoC ile YOL EZBERLEYEBİLEN MOBİL ROBOT TASARIMI

Kutay CÜNERAY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Ocak 2014
ANKARA**

Kutay CÜNERAY tarafından hazırlanan “PSoC ile YOL EZBERLEYEBİLEN ROBOT TASARIMI” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Nursel AKÇAM
Tez Danışmanı, Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. M. Rahmi CANAL
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Nursel AKÇAM
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Erkan AFACAN
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tez Savunma Tarihi: 06/01/2014

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Kutay CÜNERAY

PSoC ile YOL EZBERLEYEBİLEN MOBİL ROBOT TASARIMI**(Yüksek Lisans Tezi)****Kutay CÜNERAY****GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ****Ocak 2014****ÖZET**

Her geçen gün gelişen teknoloji sayesinde yeni teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Bu yeniliklerin en başında şüphesiz ki robotik teknolojisi gelmektedir. Robotik teknolojisi hemen hemen her alanda yer almaktadır. Robotik teknolojisi insanoğlunun yaşantısında büyük kolaylıklara yer vermektedir. Bir çok alanda kullanılan robotik teknolojinin en çok kullanıldığı alanların başında endüstri gelmektedir. Artık her fabrikada robotik teknolojisi bulunmaktadır ve üretimlerin çoğu robotik teknolojisi sayesinde daha kolay şekilde yapılmaktadır.

Robotik teknolojisinde sistemleri kontrol eden ve ne yapması gerektiğini yönlendiren en önemli malzeme mikrodenetleyicilerdir. Bir çok çeşit mikrodenetleyici bulunmakta ve her geçen gün gelişmektedir. Bu gelişmelerin son ürünlerinden biri PSoC' tur. Cypress microsystem tarafından geliştirilen PSoC, 8 bit mikrodenetleyici uygulamaları hedeflenerek tasarlanmış olup, M8C 8 bit CPU temel bloğu ile birlikte, fonksiyonu kullanıcı tarafından kolayca tanımlanabilen analog ve sayısal blokları sunmaktadır.

Günümüzde 4 çeşit PSoC bulunmaktadır. Bunlar PSoC 1 (8 bit M8C core – 24 MHz), PSoC 3 (Single-Cycle 8051 core – 67 MHz) , PSoC 5 (32-bit ARM® Cortex™-M3 CPU – 84 MHz) ve geçen günlerde piyasaya sürülen PSoC 4 (32-bit ARM® Cortex™-M0 – 48 MHz)'tür.

Bu çalışmada PSoC 1 mikrodenetleyicisi kullanılarak yol ezberleme işlevini gerçekleştiren mobil robot tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan ve gerçekleştirilen mobil robot ile PSoC mikrodenetleyicilerin kullanım kolaylığı ve diğer mikrodenetleyicilere olan avantajları ortaya koyulmuştur.

Mobil robot ilk olarak belirlenen yolu izlemekte ve ezberlemektedir. Ezber işlemi bittikten sonra mobil robot ezberlediği yolu tekrar gitmektedir. Mobil robotta yol izleme işlevi olarak birçok farklı metot arasından şerit izleme metodu seçilerek kullanılmıştır. Tasarlanan mobil robot kolayca geliştirilebilir bir yapıya sahip olduğundan dolayı her alanda kullanılabilir bir yapıya sahiptir. Bunun yanında gerçekleştirilen çalışmada yenilikçi yaklaşımlar ön planda tutularak gelişen teknolojinin ürünleri hakkında bilgi edinilmiştir.

Bilim Kodu : 905.1.035
Anahtar Kelimeler : PSoC, SoC, Robot, Mobil robot, Yol Ezberleme
Sayfa Adedi : 77
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Nursel AKÇAM

**DESIGN MOBILE ROBOT WHICH CAN MEMORIZE PATH WITH PSoC
(M.Sc. Thesis)**

Kutay CÜNERAY

**GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
January 2014**

ABSTRACT

Day by day, new technologies occur thanks to developing technologies. Without doubt, the robotic technology comes at the beginning of this innovation. The robotic technology almost located in all fields. The robotic technology provides great convenience in human life. Industry is one of the leading areas where robotic technology is widely used. Nowadays, robotic technology can be found in any factory and most of the production is done more easily with robotic technology.

Microcontrollers are the most important ingredients that control systems in robotic technology and direct what they should do. There are many varieties of microcontrollers and they are evolving every day. One of these latest products is PsoC. PSoC was improved by Cypress Microsystem and it is designed for 8 byte microcontroller application. It offers analog and digital user blocks, whose function is to be described easily by the user, with M8C 8 byte CPU basic block.

Nowadays there are four kinds of PsoC. There are PsoC 1 (8 bit M8C core – 24 MHz), PsoC 3 (Single-Cycle 8051 core – 67 MHz), PsoC 5 (32-bit ARM® Cortex™-M3 CPU – 84 MHz) and PsoC 4 (32-bit ARM® Cortex™-M0 – 48 MHz) which has been released recently.

In this study mobile robot was designed which performs the function of memorizing the path by using PsoC 1 microcontroller. The mobile robot is designed and implemented with the PSoC microcontrollers and ease of use advantages over other microcontrollers has been revealed.

The mobile robot initially follows the path and memorizes it. After the process of memorization, the mobile robot goes the memorized path again. As a function of path tracking, strip tracing method is selected and used among many different methods. Because of the fact that the mobile robot has a structure that can be easily developed, its structure can be used in many areas. In addition, in this study by prioritizing innovative approaches, information about the products of developing technologies is obtained.

Science Code : 905.1.035
Keywords : PSoC, SoC, Robot, Mobile robot, memorizing path
Page Number : 77
Supervisors : Assist. Prof. Dr. Nursel AKÇAM

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca beni engin bilgi ve tecrübeleriyle aydınlatan, her türlü yardım ve desteklerini esirgemeyen, bana her zaman vakit ayıran çok değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Nursel AKÇAM ve Yrd. Doç. Dr. Fecir DURAN'a, Bana her zaman vakit ayıran, hedeflerimde başarı olmam için engin tecrübeleri ile beni bilgilendiren, bana inanan ve destek olan günlere gelmemde emeği büyük olan çok değerli hocam Doç. Dr. M. Rahmi CANAL'a Yardımsever ve güler yüzlü olmalarının yanı sıra, her anlamda başarı, bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bana yardımcı olan değerli Yrd. Doç. Dr. Oğuz ÖCAL, Öğr. Gör. Kadir HALTAŞ ve Öğr. Gör. Hilal BAŞAL'a, Ayrıca hayatım boyunca zorlukları aşmama yardımcı olan, benden maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok sevdiğim Aile'me ve her zaman yanımda olan ve zor zamanlarımda bana hep güç veren Rahime ŞEN'e tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Robot.....	3
2.2. Mikrodenetleyiciler.....	8
2.3. PSoC Mikrodenetleyicisi	11
2.4. PSoC 1'in Temel Yapısı	16
2.4.1. CPU.....	17
2.4.2. Frekans jeneratörü	17
2.4.3. Reset kontrolleri	19
2.4.4. Uyku zamanlayıcısı (Sleep Timer)	20
2.4.5. Giriş/Çıkış (I/O) pinleri.....	20

2.4.6.	Sürücü modu	21
2.4.7.	Sayısal programlanabilir bloklar	24
2.4.8.	Analog programlanabilir bloklar	24
2.4.9.	I ² C denetleyicisi.....	25
2.4.10.	Referans gerilimi	25
2.4.11.	MAC birimi.....	26
2.4.12.	SMP	26
2.5.	PSoC 1 Mikrodenetleyici Özellikleri.....	26
2.5.1.	Güçlü Harvard mimarisine sahip işlemciler.....	26
2.5.2.	Gelişmiş yan birimler (PSoC blokları)	27
2.5.3.	Hassas programlanabilir saat.....	27
2.5.4.	Esnek Sistem-İçi Hafıza.....	28
2.5.5.	Programlanabilir pin konfigürasyonlar	28
2.5.6.	Ek Sistem Kaynakları	28
2.6.	PSoC 1 Mikrodenetleyicisinin Programlanması	28
2.6.1.	Paralel programlama	30
2.6.2.	Seri Programlama (ISSP).....	31
2.7.	PSoC ile PIC Karşılaştırması	32
2.7.1	Mimari bakımından karşılaştırma.....	32
2.7.2.	Gelişmiş yan birimler bakımından karşılaştırma.....	33

2.7.3.	Saat bakımından karşılaştırma.....	34
2.7.4.	Sistem-içi hafıza bakımından karşılaştırma	34
2.7.5.	Bacak konfigürasyonu bakımından karşılaştırma	35
2.7.6.	Ek sistem kaynak özellikleri bakımından karşılaştırma	35
3.	DONANIM ELEMANLARI.....	37
3.1.	CY8C29466 Mikrodenetleyicisi.....	37
3.2.	JAPAN DME34BE50G DC Motor	38
3.3.	L298 Motor Sürücü Entegresi	39
3.4.	QRD1114 Kızılötesi Sensör	41
3.5.	24C64 EEPROM Entegresi.....	41
3.6.	SHARP 2Y0A21 Mesafe Sensörü.....	42
4.	PSoC 1 ile YOL EZBERLEYEBİLEN MOBİL ROBOT UYGULAMASI	48
4.1.	Sensör Modülü.....	54
4.2.	Kontrol Modülü	55
4.3.	Motor Sürücü Modülü.....	58
4.4.	C Programlama Dilinde Yazılan Program	61
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
	KAYNAKLAR.....	66
	EKLER.....	69
	EK 1. PSoC ile tasarlanan yol ezberleyebilen robot.....	70
	EK 2. Performans testinin gerçekleştirildiği 2 m'lik düz yol.....	71

EK 3. Performans testinin gerçekleştirildiği 30° dönüŖe sahip yol.....	72
EK 4. Performans testinin gerçekleştirildiği 45° dönüŖe sahip yol.....	72
EK 5. Performans testinin gerçekleştirildiği 60° dönüŖe sahip yol.....	73
EK 6. Performans testinin gerçekleştirildiği 90° dönüŖe sahip yol.....	74
EK 7. Performans testinin gerçekleştirildiği yarım dairesel yolu.....	75
EK 8. Performans testinin gerçekleştirildiği daire yolu.....	76
ÖZGEÇMİŖ.....	77

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. PSoC mikrodenetleyici çeşitleri.....	13
Çizelge 2.2. Seri programlama bağlantıları.....	32
Çizelge 3.1. 2Y0A21 Mesafe sensörü değerleri.....	43
Çizelge 4.1. PSoC ile yol ezberleyebilen mobil robotun fiyat analizi.....	53

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Da Vinci cerrahi robotu	4
Şekil 2.2. Honda'nın 1986'dan günümüze kadar geliştirdiği "ASIMO" robotları.....	6
Şekil 2.3. Uzay araştırmaları için tasarlanan Opportunity araştırma robotu	8
Şekil 2.4. Mikrodenetleyici blok diyagramı	9
Şekil 2.5. PSoC Mikrodenetleyici iç yapısı	12
Şekil 2.6. PSoC CY8C29466 mikrodenetleyicisi	15
Şekil 2.7. PSoC 1 Temel Yapısı	16
Şekil 2.8. CPU'nun yapısı	17
Şekil 2.9. SYSCLK ve CLK 32 kHz'i birbirinden bağımsız üreten sistem	18
Şekil 2.10. XRES bağlantı şekli	20
Şekil 2.11. Sürücü modları	21
Şekil 2.12. High- Z mod bağlantı modeli.....	21
Şekil 2.13. High- Z analog mod bağlantı modeli	22
Şekil 2.14. Strong mod bağlantı modeli.....	22
Şekil 2.15. Strong Slow modu bağlantı modeli	23
Şekil 2.16. Resistive Pull-Up bağlantı modeli	23
Şekil 2.17. Resistive Pull-Down bağlantı modeli.....	24
Şekil 2.18. Sayısal bloklar	24
Şekil 2.19. Analog bloklar	25
Şekil 2.20. PSoC Designer programının görüntüsü.....	29
Şekil 2.21. PSoC Programmer programı arayüz görüntüsü	30

Şekil 2.22. Paralel programlama devre şeması.....	31
Şekil 2.23 CY3210 MiniProg 1 kiti.....	31
Şekil 3.1. CY8C29466 mikrodnetleyicisi dip paketinin bacak yapısı	37
Şekil 3.2. DME34BE50G motorun iç yapısı.....	38
Şekil 3.3. L298 Entegresinin blok şeması.....	39
Şekil 3.4. QRD1114 Mesafe sensörü bağlantısı.....	41
Şekil 3.5. 24C64 E2PROM entegresi bağlantısı	42
Şekil 3.6. 2Y0A21 Uzaklık sensörü blok diyagramı	43
Şekil 3.7. LiPo batarya.....	44
Şekil 3.8. Pleksiglas	46
Şekil 3.9. Sarhoş teker.....	47
Şekil 4.1. PSoC 1 ile yol ezberleyebilen mobil robotun genel algoritması.....	50
Şekil 4.2. PSoC Designer programında mikrodnetleyicinin pinout görüntüsü	51
Şekil 4.3. PSoC 1 mikrodnetleyicisinin programlanabilir sayısal blok görüntüsü ...	52
Şekil 4.4. PSoC 1 mikrodnetleyicisinin programlanabilir analog blok görüntüsü ...	52
Şekil 4.5. Sensör kartı devre şeması	54
Şekil 4.6. Sensör kartı baskı devresi	55
Şekil 4.7. Sensör kartı yerleştirme planı 3 boyutlu görüntüsü	55
Şekil 4.8. Kontrol kartı devre şeması.....	56
Şekil 4.9. Kontrol kartı baskı devresi.....	57
Şekil 4.10. Kontrol kartı yerleştirme planı 3 boyutlu görüntüsü	58
Şekil 4.11. Motor sürücü kartı devre şeması	59
Şekil 4.12. Motor sürücü kartı baskı devresi.....	60
Şekil 4.13. Motor sürücü kartı yerleştirme planı 3 boyutlu görüntüsü	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
°C	Derece, Celsius Degree
A	Amper, Akım
B	Byte
Hz	Frekans Birimi, Hertz
m	Metre, Uzunluk
MIPS	Hız birimi, saniyede gerçekleşen milyon işlem sayısı
V	Volt, Gerilim
Kısaltmalar	Açıklama
ADC	Analog Digital Converter (Analog Sayısal Çevirici)
ALU	Aritmetic Logic Unit (Aritmetik işlem birimi)
ARM	Acorn RISC Machine
CAN	Controller Area Network (Denetleyici Alan Ağı)
CISC	Complex Instruction Set Computer (Karışık komut kümeli bilgisayarlar)
CPU	Central Processing Unit (Merkezi işlem birimi)
CRC	Cyclic Redundancy Check (Döngüsel Artıklık Denetimi)
CU	Central Unit (Merkezi birim)
DAC	Digital Analog Converter (Digital Analog Çevirici)
DC	Direct Current (Doğru Akım)
DSP	Digital Signal Processing (Digital Sinyal İşleme)
DTMF	Dual-Tone Multi-Frequency (Çift Tonlu Frekans)
EEPROM	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory (Elektronik Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Bellek)
I/O	Input/Output (Giriş/Çıkış)

Kısaltmalar	Açıklama
ILO	Internal Low-power Oscillator (Dahili Düşük-güç Osilatörü)
IMO	Internal Main Oscillator (Dahili Ana Osilatörü)
MAC	Multiply Accumulate (Çarpım toplama merkezi)
PC	Program Counter (Program Sayıcı)
PLL	Phase Locked Loop (Frekans Sentezleyici)
POR	Power On Reset (Resetleme Gücü)
PRS	Pseudo Random Sequence (Sözde Rastgele Dizi)
PSoC	Programmable System On Chip (Çip üzerinde programlanabilir sistem)
PWM	Pulse Width Modulatıyon (Darbe Genişlik Modülasyonu)
RISC	Reduced Instructıyon Set Computer (Azaltılmış Komut Kümeli Bilgisayarlar)
SoC	System on Chip (Çip üzerinde sistem)
SMP	Symmetric Multiprocessor System (Simetrik çoklu işleme)
SP	Stack Pointer (İşaretçi Yığımı)
SPI	Serial Peripheral Interface (Seri periferel arayüz)
SRAM	Static Random Access Memory (Durağan Rastgele Erişimli Bellek)
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter (Evrensel Senkron Alıcı Verici)
WDR	WatchDog Reset
XRES	External Reset (Harici Reset)

1. GİRİŞ

Robotik teknolojisi günümüzde hemen hemen her alanda büyük öneme sahiptir. Robotik teknolojinin en büyük kullanım alanı endüstriyel üretimdir. Otomotiv ve Havacılık sektörlerinde olduğu gibi önemli endüstri dallarında da üretim büyük bir oranda robotik teknolojiyle gerçekleşmektedir. Bunun yanında günlük yaşantımızda da robotik teknolojinin kullanımını çok sık bir şekilde görmekteyiz. Bu alanların en önemlilerinden birisi olan medikal alanında robotik teknolojisi oldukça çok kullanılmaktadır. Bunun en büyük örneklerinden birisi, günümüzde artık kritik önem arz eden birçok ameliyat artık robotik teknolojisi sayesinde oldukça başarılı bir şekilde hem daha kısa bir zaman içerisinde hem de oldukça sağlığa uygun bir şekilde yapılmaktadır.

Teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle robotik teknolojisi hayatımıza güngeçtikçe daha da çok girmektedir. Akıllı evler, akıllı otomobiller bunun en bilinen örneklerindedir.

Robotik teknolojinin vazgeçilmez unsurlarından biri mikrodenetleyicilerdir. Mikrodenetleyiciler robotların beyni görevindedir. Mikrodenetleyiciler, yapılacak işlemler için yetki veren ve onları denetleyen sistemlerdir. Günümüzde en yaygın kullanılan mikrodenetleyici PIC (Peripheral Interface Controller)'tir.

Gelişen teknolojinin son ürünü olan ve 2005 yılında piyasaya giren Cypress firmasının ürettiği PSoC (Programmable System – On - Chip) yeni nesil mikrodenetleyicileri kullanım alanları bakımından hızlı bir yükseliş içerisinde. PSoC mikrodenetleyicileri yapısındaki analog-sayısal bloklarının aynı anda kullanımına izin vermesi, kullanıcıların kişisel uygulamaları için geliştirilebilme ve kolay kullanımı gibi önemli özelliklerinden dolayı kullanımı her geçen gün artmakta ve mikrodenetleyiciler dünyasında önemli bir yer edinmeye başlamaktadır.

Mobil olarak tasarlanan robotlar günümüzde hemen hemen her alanda kullanılmaktadır.

Savunma alanında bomba imha robotları ve uzaktan gözlem robotları olarak, afetlerde de arama - kurtarma aracı olarak kullanılmaktadır.

Çalışmamızda bir mobil robot tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen tasarımda yol ezberleme fonksiyonu eklenerek birçok ihtiyacın karşılanması sağlanmıştır. Yol ezberleyebilen bu mobil robotumuz birçok alanda kullanılabilir. Örnek olarak fabrikalarda kullanılacak olan malzemelerin veya üretilen parçaların bir noktadan başka bir noktaya taşınmasında, görme engelli vatandaşlarımızın önemli ihtiyaçlarını gidermek için kimsenin yardımı olmadan gitmek istedikleri yerlere gitmeleri için v.b. amaçlar için kullanılabilir.

Bu tez çalışmasında mikrodenetleyici olarak yeni nesil mikrodenetleyici olan PSoC modeli PSoC 1 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bunun yanında tez çalışmamızda mobil robotta yol olarak şerit izleme yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca tez çalışmamız hızı, duyarlılığı ve geliştirilebilir özellikleriyle ön plana çıkmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Robot

Gelişen bu teknolojinin en önemli ve büyük dallarından bir tanesi şüphesiz ki robotik teknolojisidir. İlk olarak uzay çalışmalarında kullanılmak üzere tasarlanan robotların günümüzde hemen hemen her alanda adlarını duymaktayız. Gelişen teknolojinin başında gelen robotik teknolojisi sayesinde günümüzde birçok iş artık robotlar tarafından yapılmaktadır. Robotlar, başta endüstri olmak üzere hemen hemen her alanda kullanılmaktadırlar. Evde mutfak robotları, tıp alanında cerrahi robotları, sanayide monte, boya, taşıma robotları, askeri alanda bomba imha robotları ve afetlerde insan arama ve kurtarma robotları olmak üzere hemen hemen her işlevi yapabilmektedirler.

Gelişmiş robotlar insanoğlunun yapamadığı işlevleri gerçekleştirmekte ya da bir takım olarak beraber yaptığı işi tek başına daha hızlı, daha kaliteli ve daha az hata ile gerçekleştirmektedir. Bu nedenden ötürü birçok iş artık her geçen gün gelişen robotlar tarafından yapılmakta ve insanoğluna duyulan ihtiyaç gün geçtikçe azalmaktadır.

Şekil 2.1.'de Da Vinci cerrahi robotu görülmektedir. Bu robot sayesinde tıp alanında kritik birçok cerrahi operasyon, daha hassas ve daha başarılı şekilde gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda casusluk için nano boyutlarda konuşma ve görüntü kaydetme özelliğine sahip robotların tasarlandığı bilinmektedir. Gelişmeler sayesinde robotlar artık hayatımızın bir parçası olmuştur.



Şekil 2.1. Da Vinci cerrahi robotu

“*Robot*” sözcüğü 1921 yılında Rossum's Universal Robots adında bilimsel bir tiyatro oyunu yazan Karel Capek tarafından ilk defa kullanılmıştır. Robot kelimesinin manası Çekoslovakça zorla çalıştırılan işçidir.

Robot günümüzde genel olarak elektrik kumanda, sensörler ve akıllı yazılım aracılığıyla tasarlanmış mekanik sistemlerdir [1]. Robotun tanımı ve açıklaması ise ülkelere göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların en büyük nedeni ülkelerde kullanılan robotların farklı işlev ve yahut aynı işlevi farklı fonksiyonlarla yapmasından kaynaklanmaktadır. Buna göre aşağıda başlıca ülkelere göre robot tanımı yer almaktadır;

Uluslararası Standart Enstitüsü ISO 8373'e göre robot çok amaçlı, programlanabilir üç veya daha fazla kolu olan, sabit veya otomatik olarak kontrol edilebilen, tekrar programlanabilen, hareketli ve endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılan makinalardır. Bu tanım, Uluslararası Robotik Federasyonu, Avrupa Robotik Araştırma Ağı (International Federation of Robotics, the European Robotics

Research Network EURON) ve pek çok ulusal standartlar komiteleri tarafından kabul edilmektedir.

Amerikan Robot Enstitüsü ise robotu, çeşitli işleri yapabilmek için programlanmış hareketlerle malzeme, parça, alet veya özel cihazları taşımak için tasarlanmış çok işlevli, tekrar programlanabilir düzenek şeklinde tanımlamaktadır [2].

Japonya'da ise robot, hafıza aygıtı takılmış, rutin işleri yaparak insanın yerini alabilen, belirlenmiş hareketleri otomatik olarak yerine getirebilen, ekipmanı tamamen sağlanmış makine olarak tanımlanmaktadır [2].

Türk Standartları Enstitüsü ISO TR 8373'e göre endüstriyel robot, üç veya daha fazla programlanabilir eksenli olan otomatik kontrollü, programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya tekerlekleri olan endüstriyel uygulamalarda kullanılan manipülatördür [3].

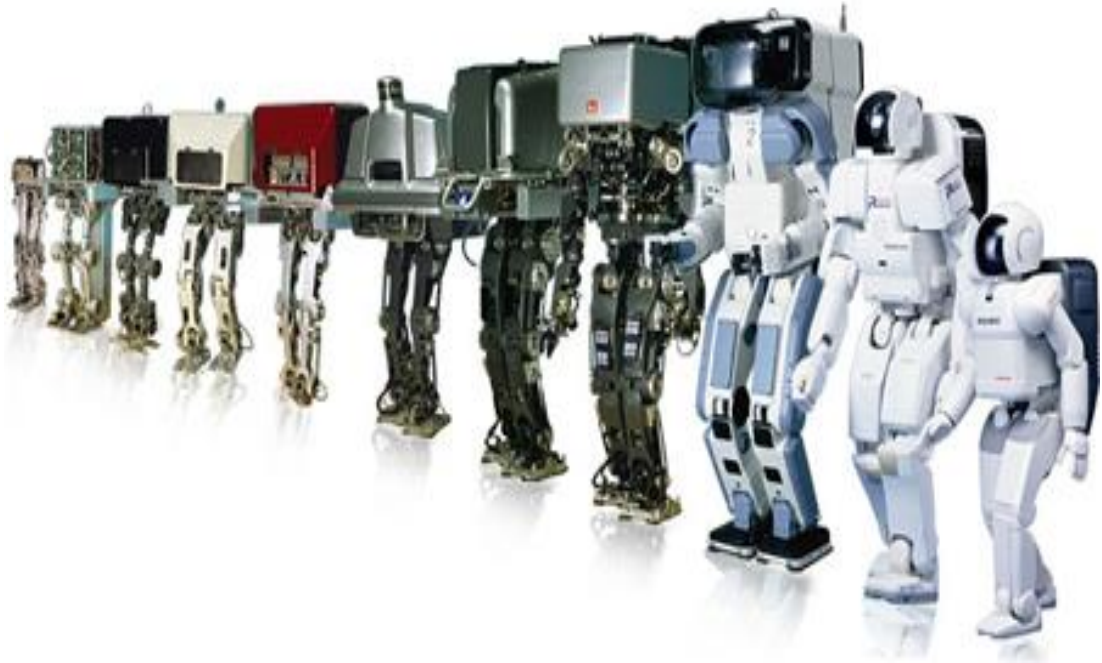
Robotlar, günümüzde kullanım alanı, koordinat sistemi vs. gibi özelliklere bakılarak birçok çeşide ayrılmaktadır. Bu çeşitlenmenin en büyük sebebi robotların tekrar programlanabilir ve değişken özelliklerde olmasıdır. Mevcut elinizde bulunan robotu küçük çaplı mekaniksel değişimler ve yazılım değişikliğiyle başka işlevleri yerine getiren yeni bir robot haline getirebilirsiniz. İşte bu nedenlerden dolayı robotik teknolojisi ve üretilen robotlar her geçen gün daha çok gelişmektedir. Hatta günümüzde araştırmaların başında gelen yapay zekâ çalışmaları ile artık robotlar kendi kendilerine karar verme yeteneğine sahiptirler.

Robotların gelişmesi çağımızda birçok filme ve kitaba konu olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Isaac Asimov adında Amerikalı bilim kurgu yazarı eserlerinde 3 robot yasası adında 3 maddelik bir yasadaki söz etmektedir. Günümüzde bu 3 yasa robotik teknolojinin ahlaksal ve hukuksal temelini oluşturmaktadır.

Isaac Asimov'un 3 robot yasası şu şekilde belirtilmektedir;

- Bir robot hiçbir şekilde bir insana zarar veremez ve ya pasif kalmak suretiyle zarar görmesine asla izin veremez.
- Robotlar insanlar tarafından verilen emirlere 1. madde ile çelişmediği sürece itaat etmek zorundadır.
- Robotlar 1. ve 2. maddeyle çelişmediği sürece kendi varlıklarını korumak zorundadır [4].

Şekil 2.2.'de Honda'nın günümüze kadar geliştirdiği ASIMO robotları görülmektedir.



Şekil 2.2. Honda'nın 1986'dan günümüze kadar geliştirdiği "ASIMO" robotları

Robotların günümüzde bu kadar ön plana çıkmalarının başında yeniden programlanabilmeleri gelmektedir. Yeniden programlanabilmesi sayesinde robot

üzerindeki değişiklikler çok kısa sürede, çok daha az maliyetle ve çok kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bu yenilik sayesinde adaptasyon işlemleri endüstriyel açıdan bakıldığında diğer sistemlere göre çok daha ekonomik olup, üretimin aksamaması sağlanmaktadır.

Genel olarak bakıldığında robotlar 3 ana bölümden meydana gelmektedir. Bu bölümleri şu şekilde sıralayabiliriz;

- Yapılması istenen işlevi yerine getirmek için ortam hakkında gerçek zamanlı bir bilgi alınmasını sağlayan sensörler,
- Sensörlerden alınan bilgiye göre karar vermeyi ve diğer fonksiyonları kontrol etmeyi sağlayan mikrodeneleyiciler,
- Mikrodeneleyicinin verdiği kararı uygulamaya koyarak gerekli hareketi sağlayan hareket sistemleridir.

Yukarıda belirtilen robotların işlevlerini yerine getirmek için ortamdaki gerçek zamanlı bilgi alan sensörler, her işlev için özel olarak tasarlanmaktadır. Karar verme ve kontrol ise mikroişlemciler veya mikrodeneleyiciler tarafından yapılır. Ayrıca mikrodeneleyiciler sürekli programlanabilme özelliklerine sahiptirler. Verilen kararların uygulanmasını sağlayan hareket sistemi ise genel olarak motorlardır. Motorlar kullanılarak robota istenilen hareket yaptırılır.

Robotların sensörleri ve programı değiştirilerek ya da yeni sensörler eklenerek farklı işlevi yerine getiren bir robot tasarlanabilmektedir. Örneğin yer tespiti için kullanılan bir robot, kesme ve delme işlemleri için kullanılacak aparatlar takılarak arama kurtarma robotu haline getirilebilir.



Şekil 2.3. Uzay araştırmaları için tasarlanan Opportunity araştırma robotu

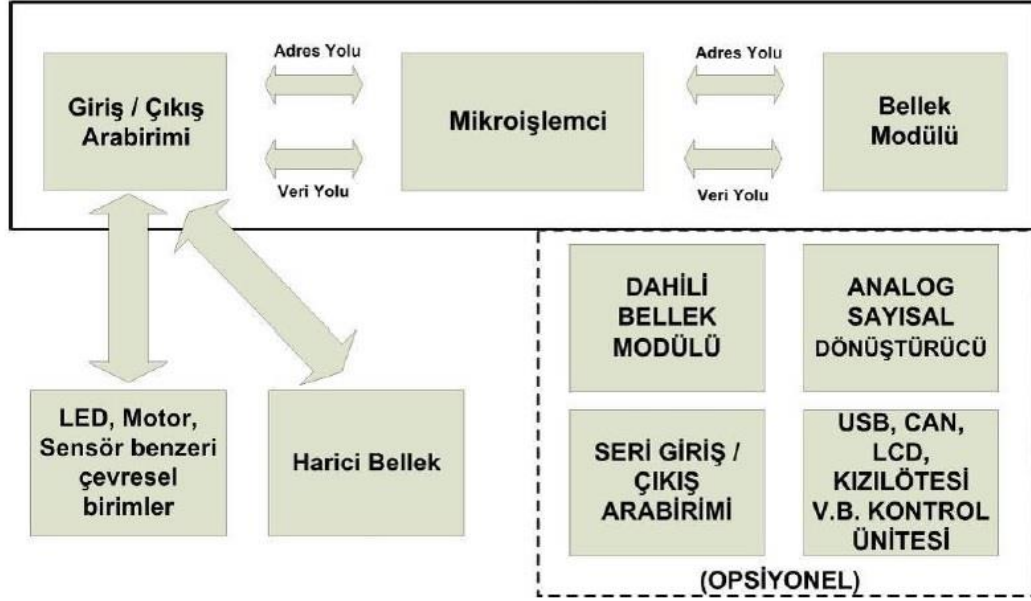
Şekil 2.3.'te özel olarak uzay araştırmaları için tasarlanan Opportunity adındaki robot görölmektedir. Bu robot Mars yüzeyini araştırarak ve bulduğu bulgular hakkında bilgi vererek ve bu bulgu resimlerini NASA merkezine göndererek insanoğlunun Mars hakkında bilgi edinmesini sağlamaktadır.

2.2. Mikrodenetleyiciler

Mikroişlemci, bilgisayarın beyni olarak bilinen bilgisayarların yapacağı her türlü işlevi kontrol eden ve yapması için komut veren elektronik elemandır. Bir insan beyni olmadan yaşıyamayacağı gibi robotlar da mikroişlemci olmadan yönetim işlevini gerçekleştiremezler.

Mikrodenetleyiciler tek bir silikon yonga üstünde birleştirilmiş bir mikroişlemci, hafıza, sayısal (lojik) giriş ve çıkışlar (I/O), zamanlayıcı, sayaçlar, kesiciler (interrupt), ADC (Analog Digital Converter – Analog Sayısal Dönüştürücüler) ve daha fazla güç veren ve işlev katan öteki çevre birimleri barındıran

mikrobilgisayarlardır. Mikrodenetleyicilerin mikroişlemcilerden farkı, mikroişlemcilerin giriş/çıkış birimine sahip olmalarıdır. Şekil 2.4.'te genel bir mikrodenetleyicinin blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 2.4. Mikrodenetleyici Blok Diyagramı [5]

En basit mikrodenetleyici mimarisi bir mikroişlemci, bir bellek ve giriş/çıkış (I/O) birimlerinden oluşur. Mikrodenetleyicinin kalbini CPU (Central Processing Unit - Merkezi İşlem Birimi) diye adlandırılan merkezi işlem birimi oluşturur. Bu birim denetleyicinin her türlü aritmetiksel ve mantıksal işlemlerinin gerçekleştirildiği yerdir. Kontrol ünitesi mikrodenetleyicinin dâhili işlemlerini kontrol eder ve istenen komutları yerine getirmek için kontrol sinyallerini diğer bölümlere göndererek kontrol işlemlerini gerçekleştirir. RAM (Random Access Memory – Rastgele Erişimli Hafıza) ve ROM (Read Only Memory – Sadece Okunabilir Hafıza) hafıza birimidir. Denetleyici içerisindeki bilgiler bu hafızalarda yer edinmektedir. Zamanlayıcı ve sayıcı birimleri mikrodenetleyicilerin olmazsa olmazlarındandır. Zamanlama ve sayma işlemleri bu birimler tarafından kolaylıkla gerçekleştirilmektedir.

Mikrodenetleyicilerin mikroişlemcilerle göre daha fazla kullanılmasının en büyük nedeni mikrodenetleyicilerin avantajlarıdır. Bu avantajları;

- Tek bir yonga içerisinde hafıza, giriş/çıkış birimi üniteleri barındırması,
- Ünitelerin tek bir yonga üzerinde olmasına rağmen daha az yer kaplaması,
- Ünitelerin içerisinde yer alması sayesinde daha az maliyete sahip olması,
- Mikroişlemcilerden daha yüksek performansa sahip olması,
- Çalışma esnasında mikroişlemcilerle oranla daha az güç tüketimine sahip olması,

olmak üzere sıralamak mümkündür.

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle piyasada birçok çeşit mikrodenetleyici bulunmaktadır. CISC (Complex Instruction Set Computer – Karışık komut setli bilgisayar) ve RISC (Reduced Instruction Set Computer – Azaltılmış komut setli bilgisayar) olmak üzere 2 çeşit mikroişlemci mimarisi olduğundan dolayı başlıca bu iki mimariye sahip mikrodenetleyiciler bulunmaktadır.

RISC mimariye sahip mikrodenetleyiciler azaltılmış komut setini kullanırlar. RISC mimarisinin üç temel avantajı bulunur. Bunlar;

- Bütün komutların tek bir çevrimde çalıştırılarak basit donanıma sahip olması,
- CISC mimarisine oranla 2 – 4 kat daha yüksek performans göstermesi,
- Yüksek seviye dillerini desteklemesidir.

CISC mikrodenetleyiciler ise çoğaltılmış komut setine sahiptir. CPU karmaşık hale gelmekte fakat bu CPU üzerinde koşacak programları daha basitleştirmektedir. CISC mimarisinin ise başlıca 4 avantajı vardır. Bunlar;

- Her türlü komut kümelerini içinde barındırarak bellek tasarrufu sağlaması,
- Komutları ROM'a eklemenin kolaylığı sayesinde CISC makinalarının geriye doğru uyumlu olması,

- Her komut daha yetenekli olmaya başladığından, verilen görevi yürütmek için daha az komut kullanılması,
- Mikro programlamanın, assembly dilinin yürütülmesi kadar kolay olması ve sistemdeki kontrol biriminden çok daha az maliyete sahip olmasıdır.

Yukarıda özellikler göz önüne alınarak tasarlanan başlıca mikrodenetleyici çeşitleri aşağıda gösterilmektedir.

CISC mimarisine sahip mikrodenetleyiciler;

- Intel'in ürettiği 8051 tabanlı mikrodenetleyiciler
- Cypress'in ürettiği PSoC 1 ve 3 mikrodenetleyiciler
- Motorola'nın ürettiği 6805 mikrodenetleyiciler

RISC mimarisine sahip mikrodenetleyiciler;

- Microchip'in ürettiği PIC mikrodenetleyiciler
- Atmel'in ürettiği AVR mikrodenetleyiciler
- Cypress'in ürettiği PSoC 4 ve PSoC 5 mikrodenetleyiciler

2.3. PSoC Mikrodenetleyicisi

PSoC, Cypress firmasının 2002 yılında, 8 bit mikrodenetleyici uygulamalarına yönelik karışık sinyal dizisinde yapılandırılabilir sayısal ve analog çevre birimleri ile sistem düzeyinde tam bir devrimci çözüm olan 3 tip gömülü hafızaya sahip çiptir [6]. Çip üzerine programlanabilen sistem olarak bilinen PSoC, diğer mikrodenetleyicilerde olmayan analog içyapısı özelliğinden dolayı ön plana çıkmıştır. Daha sonraki yıllarda Cypress firması 8051 ailesi ve ARM (Acorn RISC Machine) işlemcilerini kullanarak yeni PSoC mikrodenetleyici çeşitlerini çıkartmıştır. PSoC mikrodenetleyicisinin diğer mikrodenetleyicilere göre en büyük farkı CPU temel bloğu ile birlikte fonksiyonu kullanıcı tarafından kolayca tanımlanabilen analog ve sayısal kullanıcı blokları sunması ve içerisinde filtreler

barındırmasıdır. PSoC, kullanıcıların kendi işlevlerine göre mikrodenetleyici üzerinde istedikleri değişimleri yapabilmelerine olanak sağlayarak kendi uygulamasına özel olarak denetleyicisini oluşturmasını sağlamıştır. Bu sayede mikrodenetleyici dünyasına yeni bir bakış açısı getirmiştir.

PSoC mikrodenetleyicilerinin içerisindeki analog yapı, filtre yapısı ve değiştirilebilir osilatör frekansı PSoC'ü diğer mikrodenetleyicilerden üstün kılan en belirgin özellikleridir. Bu özelliklerinden dolayı PSoC kullanıcılarına daha basit bir yapı ile daha geniş bir kullanım alanı sunmaktadır. Şekil 2.5.'te PSoC mikrodenetleyicisinin içerisinde barındırdığı genel birimler gösterilmektedir.



Şekil 2.5. PSoC Mikrodenetleyici İç Yapısı [7]

PSoC ailesi birçok çip üzerinden kontrollü karışık sinyal dizisi özelliğini taşıyan cihazlardan meydana gelmektedir. Bu cihazların birçok geleneksel MCU (MicroController Unit – MikroDenetleyici Birimi) tabanlı sistem parçalarını, programlanabilir, ucuz maliyetli tek bir çipin içinde toplayacak şekilde tasarlanmıştır. PSoC cihaz bünyesinde, ayarlanabilir analog ve sayısal devre kullanıcıya istediği şekilde ayarlayabileceği yapılandırmalar sunar ve böylece birçok

uygulamasının gereksinimlerini karşılar. Bu özelliklere ek olarak, hızlı bir CPU, Flash program hafızası, SRAM (Static Random Access Memory - Durağan Rastgele Erişimli Bellek) veri hafızası ve uygun pin çıkışları aralığında ayarlanabilir Giriş/Çıkışlar mevcuttur [8].

Cypress firması, PSoC 1, PSoC 3, PSoC 5 ve yakında zamanda piyasaya sürülen PSoC 4 olmak üzere 4 çeşit PSoC modeli üretmektedir. PSoC modellerinin karşılaştırılması Çizelge 2.1.'de verilmektedir.

Çizelge 2.1. PSoC Mikrodenetleyici çeşitleri [9]

PSoC 1 8-bit M8C	PSoC 3 8-bit 8051 CPU (1CPI)	PSoC 4 32-bit ARM Cortex-M0 CPU	PSoC 5 32-bit ARM Cortex- M3
24 MHz, 4 MIPS Flash : 4 - 32 KB SRAM :256B - 2KB Çalışma Gerilimi : 1.7V - 5.25V ADC : 1 adet 6 – 14 bit Delta - Sigma DAC : 2 adet 6 – 8 bit Çalışma Akımı : 2 mA Uyku akımı : 3 μ A FS USB 2.0, I2C, SPI, UART, LIN 64 adete kadar I/O	67 MHz, 33 MIPS Flash : 8 - 64 KB SRAM : 2 - 8 KB Çalışma Gerilimi : 0.5V - 5.5V ADC : 1 adet 8 – 20 bit Delta - Sigma DAC : 4 adet 8-bit Çalışma Akımı : 1.2 mA Uyku Akımı : 1 μ A, FS USB 2.0, I2C, SPI, UART, CAN, LIN, I2S 72 adete kadar I/O	48 MHz, 100 MIPS Flash : 16 - 32 KB SRAM : 4 KB Çalışma Gerilimi : 1.71V - 5.5V ADC : 1 adet 12-bit SAR DAC : 2 adet 8-bit Çalışma Akımı : 1.6 mA Uyku Akımı : 1.3 μ A 4 adet 16-bit Timer bloğu 2 adet LP Karşılaştırıcı I2C, SPI, UART 1 adet CapSense 36 adete kadar I/O	67 MHz, 84 MIPS Flash : 32 - 256 KB SRAM : 16 - 64 KB Çalışma Gerilimi : 2.7V - 5.5V ADC : 1adet 8 - 20 bit Delta – Sigma , 2 adet 12-bit SAR DAC : 4 adet 8-12 bit Çalışma Akımı : 2 mA Uyku Akımı : 2 μ A FS USB 2.0, I2C, SPI, UART, LIN, I2S 70 adete kadar I/O

Güçlü CPU yapısında yer alan 8 - 32 bit işlemleri donanımsal olarak gerçekleştirebildiğinden DSP (Sayısal Sinyal İşleme) performansı gerektiren uygulamaların birçoğu için PSoC ideal çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. 32 kHz'den 80 MHz'e kadar çok geniş bir aralıkta seçebileceğiniz sistem saati ise harici bir osilatör gerektirmemektedir.

PSoC, Analog ve Sayısal Mantık Blokları, DAC (Digital Analog Converter - Sayısal Analog Çevirici), ADC, PWM (Pulse Width Modulator – Dalga Genişlik Modülasyonu), UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter – Evrensel Senkron Alıcı Verici), SRAM, EEPROM (Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory - Elektronik Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Bellek), Filtreler ve OPAMP (Operational Amplifiers - İşlemsel yükselteçler)'ler gibi içerisinde barındırdığı birçok yapıyı kullanıcının istediği gibi yapılandırmaya ve programlamaya olanak sağlamaktadır. Bu özellikleri oldukça kolay tümleştirme ve tekrar yapılandırma bakımından kullanıcıya çok büyük kolaylıklar sağlar [10].

Ayrıca Çizelge 2.1.'de de belirtildiği üzere içerisinde barındırdığı I2C, USB 2.0, CAN (Controller Area Network - Denetleyici Alan Ağı), SPI (Serial Peripheral Interface - Seri periferel arayüz), I2S vb. haberleşme protokolleri sayesinde MIPS (Million Instructions Per Second – Saniyede Gerçekleşen Milyon İşlem Sayısı) ve analog ihtiyacının arttığı bir çok uygulamada oldukça basit ve avantajlı bir kullanım sağlamaktadır.

Cypress firması tarafından üretilen PSoC mikrodenetleyicisi birçok denetleyici ailesine sahiptir. Denetleyicileri birbirinden ayırmak için üzerine bazı bilgiler yazılır. Üzerine yazılan bu semboller bize mikrodenetleyici hakkında bilgiler verir. Her mikrodenetleyici ailesinin üzerine bilgi yazılma biçimi olduğu gibi PSoC mikrodenetleyicisinin de üzerine bilgi yazılma biçimi bulunmaktadır.

PSoC mikrodenetleyicisinde üzerine yazılma biçimi ve anlamı şu şekildedir;

aa b c dd eee – ff ddd

aa: Şirket kısaltması,

b: Denetleyici kodu,

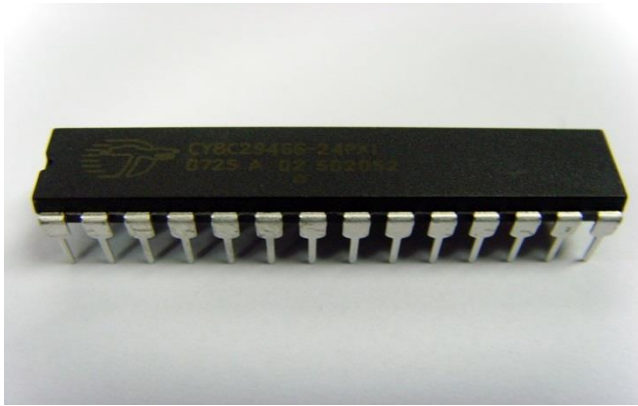
c: Entegre teknolojisinin türü,

dd: Grup numarası,

eee: Ürün numarası,

ff: Hız (Osilatör frekansı),

ddd: Ürün tipi ,



Şekil 2.6. PSoC CY8C29466 mikrodenetleyicisi

Şekil 2.6.'da görülen PSoC çeşitlerinden CY8C29466 mikrodenetleyicisinin üzerindeki kod olan CY8C29466-24PXI kodunun açılımı aşağıdaki şekildedir.

CY: Cypress firmasının kodu,

8: Cypress firmasının PSoC mikrodenetleyicisi,

C: Cmos teknolojisi,

29: Grup (aile) numarası,

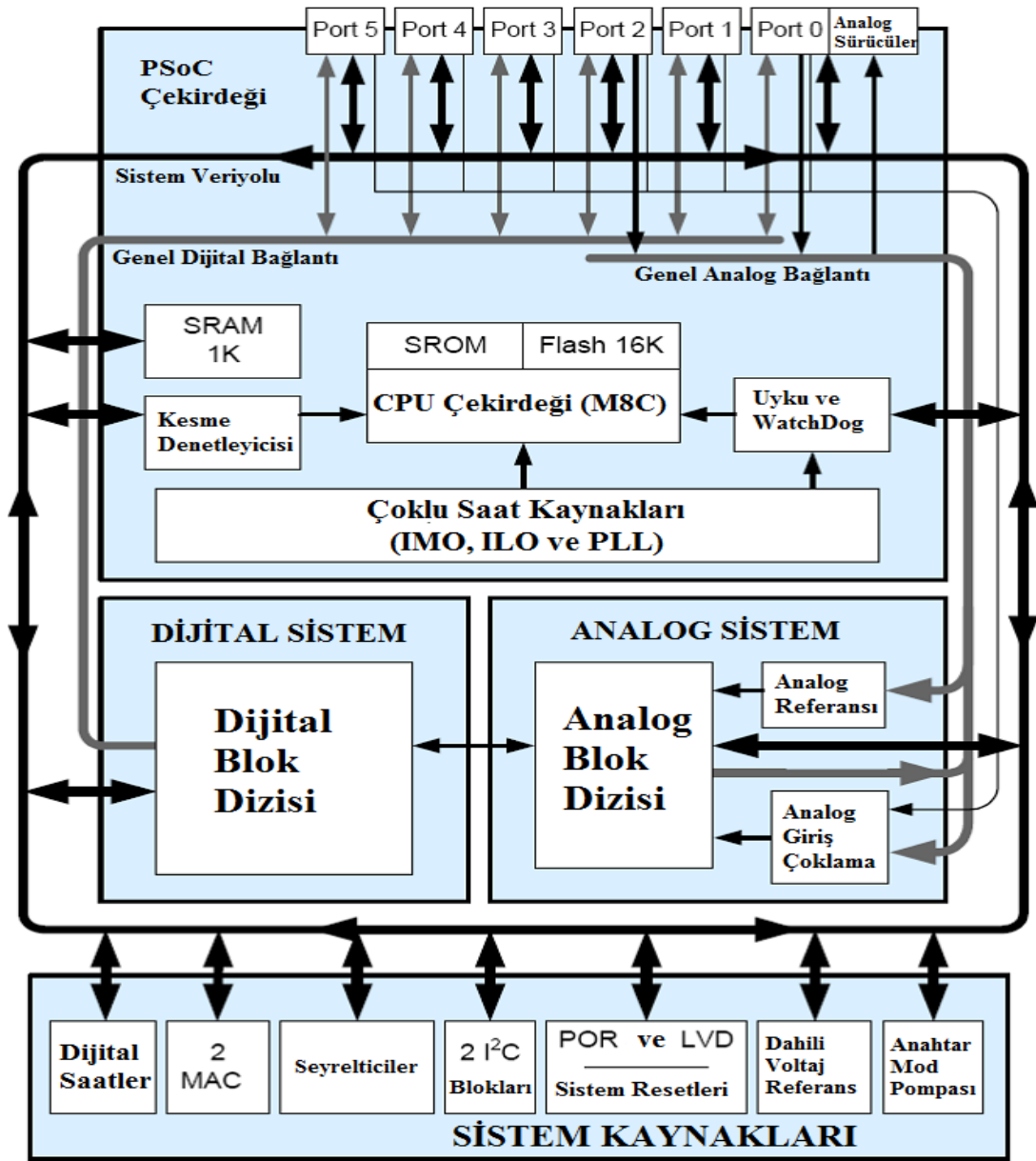
466: Ürün numarası,

24: 24 MHz Osilatör,

PXI: SSOP entegre kılıfı,

2.4. PSoC 1'in Temel Yapısı

PSoC 8 bit mikrodenetleyicileri, CISC mimarisine dayanır. İçerisinde M8C CPU çekirdeği, sistem kaynakları ve analog ve sayısal olmak üzere 2 çeşit kullanıma hazır bloklar bulunur. Temel yapı blokları şekil 2.7.'de ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.

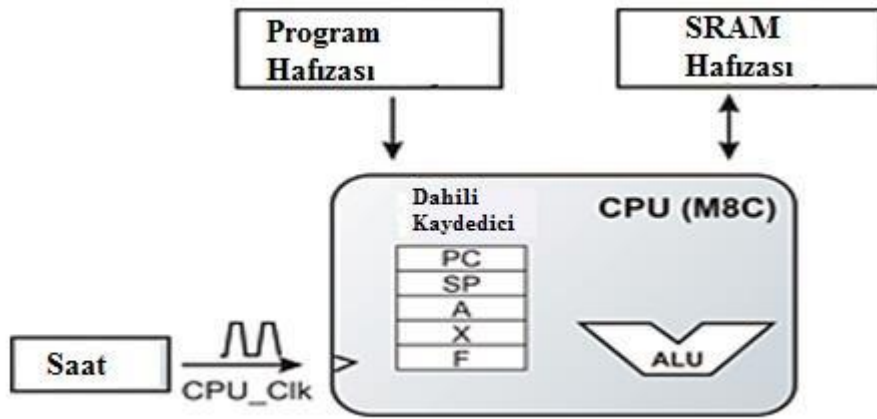


Şekil 2.7. PSoC 1 Temel Yapısı [7]

PSoC mikrodenetleyicisi temel olarak; Merkezi işlem birimi, Frekans jeneratörü, Reset kontrolleri, Zamanlayıcı ünitesi, Giriş - çıkış pinleri, sayısal ve analog programlanabilir bloklar, I²C kontrolleri, Kesme kontrolleri, Dâhili gerilim referansı, POR (Power-On Reset – İlk Güç vermede Başlangıç) ve Düşük güç çalışma birimi, MAC (Multiply Accumulate - Çarpım Toplama Merkezi) Birimi ve SMP (Symmetric Multiprocessor System - Simetrik çoklu işleme)'den oluşur.

2.4.1. CPU

CPU (Merkezi işlem birimi), mikrodenetleyicinin en önemli parçalarından birisidir. Program komutlarını çalıştıran birimdir. Mikrodenetleyicilerin içindeki üniteler arasında iletişimi sağlayan ve bilgi işleme işlemlerini gerçekleştiren bölümdür. Şekil 2.8.'de görüldüğü üzere içerisinde PC (Program Counter – Program Sayıcı), SP (Stack Pointer – İşaretçi Yığılı), A (Accumulator - Akümülatör), X (İçerik), F (Flag - Bayrak) ve ALU (Aritmetik Mantık Ünitesi) kaydedicileri mevcuttur.



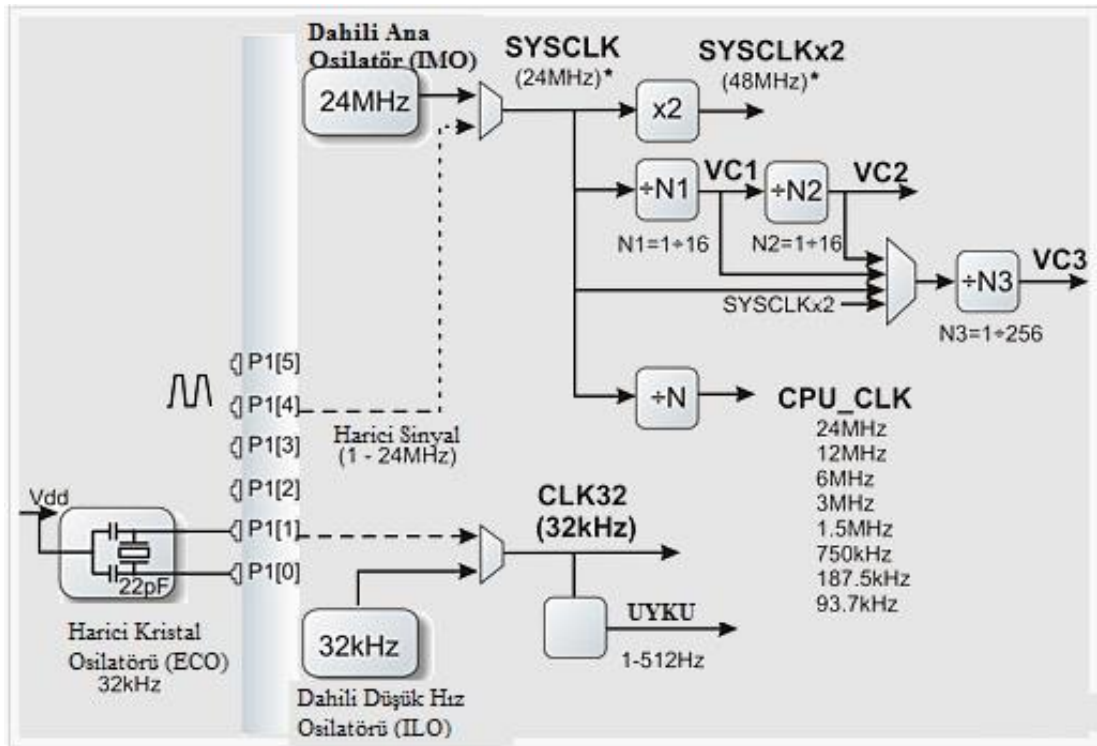
Şekil 2.8. CPU'nun yapısı [11]

2.4.2. Frekans jeneratörü

CPU sinyallerinin yanı sıra programlanabilir bloklar tarafından kullanılan frekans jeneratörü, mikrodenetleyicinin farklı frekanslar ile çalışması için gerekli kolaylığı

sağlar. PSoC'un önemli özelliklerinden olan çalışma esnasında farklı sinyallerin üretilmesi ve bu sinyallerin kullanılması için gerekli parametre ayarlarını yapar.

Ayrıca frekans jeneratörü harici osilatörü denetler ve harici osilatör ile ilgili işlemleri yine kolayca program üzerinden yapmamıza olanak sağlar. Dâhili olarak maksimum 48 MHz sinyal üretilmesine yardımcı olan frekans jeneratörü, harici olarak 32 kHz'e izin vermektedir. Şekil 2.9.'da frekans jeneratörünün iç yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.9. SYSCLK ve CLK 32 kHz'i birbirinden bağımsız üreten sistem [11]

SYSCLK: 24 MHz olan dâhili temel saat sinyalidir. Diğer saat sinyallerinin oluşmasını sağlar. IMO (Internal Main Oscillator – Dâhili Ana Osilatör) kullanılarak elde edilir.

SYSCLKx2: SYSCLK'un 2 katı frekansa (48 MHz) sahip bir saat sinyalidir.

VC1: SYSCLK ile N1'in bölünmesiyle 1-16 arası seçenek oluşturan sinyaldir. VC1 frekansı 1,5 MHz (N1=16)'den 24 MHz (N1=1)'e kadardır.

VC2: *VC1*'in *N2* ile bölünmesiyle oluşan sinyaldir. *VC2* frekansı 93.75 kHz (*N1=16*)'a 24 MHz (*N1=1*)'e kadardır.

VC3: *VC1*, *VC2*, *SYSCLK* ve *SYSCLKx2* ile frekans bölünmüştür. *N* sayısıyla 1 - 256 arası frekans seçebilir.

CPU_CLK: Komutların çalışma hızında kullanılan frekanstır. 93.75 MHz ile 24 MHz arasında 8 frekans seçebilir.

CLK32: 32 kHz frekansı 24 MHz'lik dâhili frekans sinyaline göre yavaş bir sinyaldir. *ILO* (Internal Low-power Osilator – Dahili Düşük-Güç Osilatörü) kullanılarak elde edilir.

2.4.3. Reset kontrolleri

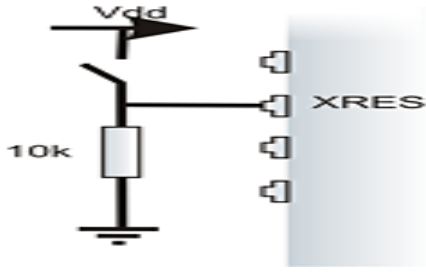
Mikrokontrollerin istenmeyen durumda baştan başlatılmasını sağlar. Bunlar *POR*, *XRES* (External Reset – Harici Reset) ve *WDT* (WatchDog Timer) olmak üzere üç çeşittir.

POR

Mikrodenetleyicinin çalışması sırasında oluşan gerilim varyasyonlarında mikro denetleyicinin belli bir gerilim altına düşmesi sonucu tehlike oluşur. Bu tehlikeyi yok etmek için sistem *POR* devresinin ürettiği sıfırlama sinyali sayesinde *PSoC*'un reset almasını sağlar.

XRES

Mikrodenetleyiciyi harici bir buton kullanarak sıfırlamamızı sağlar. Şekil 2.10'da görüldüğü üzere *XRES* pinine +5 V bir gerilim verildiğinde *PSoC*'u sıfırlayan sinyali üretir.



Şekil 2.10. XRES Bağlantı şekli [11]

WDR

Ölü döngüler ve istenmeyen durumlarda kullanılır. Denetleyici uyku modundayken WDR sinyalini alır almaz tekrar çalışma moduna döner ve çalışma modunda kaldığı noktadan işlemlerini tekrar gerçekleştirmeye başlar.

2.4.4. Uyku zamanlayıcısı (Sleep Timer)

Mikrodenetleyici uyutma modudur. Normal zamanlayıcı olarak çalışır. PSoC 1 denetleyicileri uyku modunda 1 μ A akım çekerler. Uyku modunda saat çalışmasını durdurmaktadır. Bu nedenle denetleyici programda kaldığı noktaları bayraklar ile tanımlar. Uyku modundan çıktığı anda bu bayrakları kullanarak işlemini kaldığı noktadan itibaren gerçekleştirmeye başlar.

2.4.5. Giriş/Çıkış (I/O) pinleri

Pinler, denetleyicilerin en önemli unsurlarından bir tanesidir. Denetleyicinin içerisinde yer alan sayısal ve analog programlanabilir blokların kullanılmasını sağlayan ayaklardır. Bu ayakları giriş - çıkış, analog - sayısal, kesme v.s. gibi özellikler olarak kullanmak için belli başlı modlar bulunur. Bu modların kullanılma biçimi aşağıda ayrıntılı bir şekilde anlatılmaktadır.

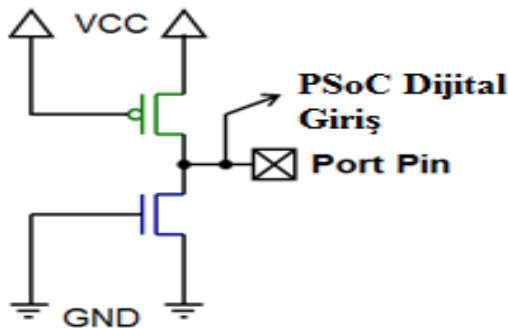
2.4.6. Sürücü modu

Giriş-Çıkış pinlerinin görevlerine göre ayrılırlar. Pinlerin 8 çeşit modu bulunur. Bu modlar yazılım içerisinde ya da PSoC Designer programı içerisinde pinout bölümünde pinlerin üzerlerine istenildiği gibi her pin için özel olarak ayarlanır. Şekil 2.11.'de sürücü modları görülmektedir.

DM2 bit	DM1 bit	DM0 bit	Mode	Data = 0	Data = 1
0	0	0	Resistive Pull Down	Resistive	Strong
0	0	1	Strong Drive	Strong	Strong
0	1	0	High Impedance	Hi-Z	Hi-Z
0	1	1	Resistive Pull Up	Strong	Resistive
1	0	0	Open Drain, Drives High	Hi-Z	Strong (Slow)
1	0	1	Slow Strong Drive	Strong (Slow)	Strong (Slow)
1	1	0	High Impedance Analog	Hi-Z	Hi-Z
1	1	1	Open Drain, Drives Low	Strong (Slow)	Hi-Z

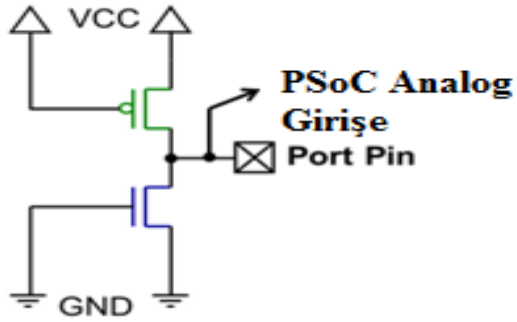
Şekil 2.11. Sürücü modları [7]

High-Z Modu : Sayısal girişlerde kullanılır. Bağlantı modeli Şekil 2.12.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.12. High- Z mod bağlantı modeli

High-Z Analog Modu : Analog girişlerde kullanılır. Bağlantı modeli Şekil 2.13.'de gösterilmektedir.

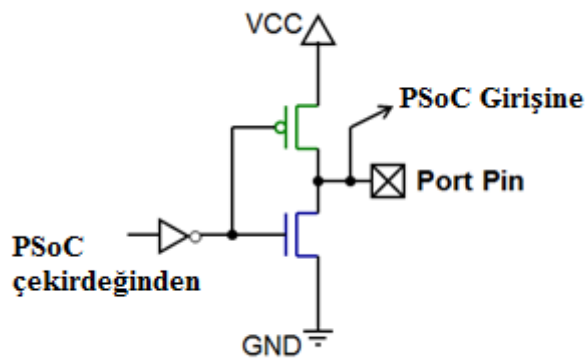


Şekil 2.13. High- Z analog mod bağlantı modeli

Open Drain High Modu: Bu modda yüksek çıkışı güçlü bir sürücüyle sürülür.

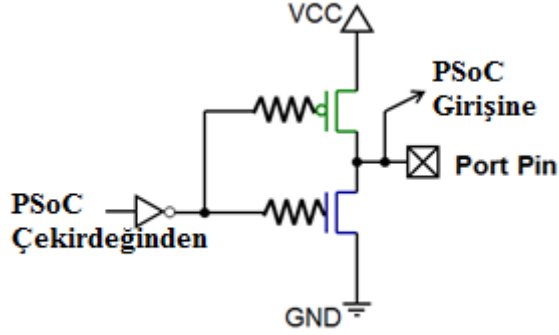
Open Drain Low Modu: Düşük çıkışı güçlü bir sürücüyle sürülür.

Strong Modu: Pin çıkış olduğu zaman kullanılır. Bağlantı modeli Şekil 2.14.'de gösterilmektedir.



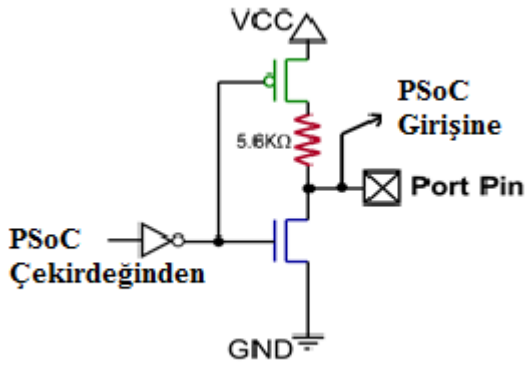
Şekil 2.14. Strong mod bağlantı modeli

Strong Slow Modu : Strong'a benzer. Bağlantı modeli şekil 2.15.'de gösterilmektedir.



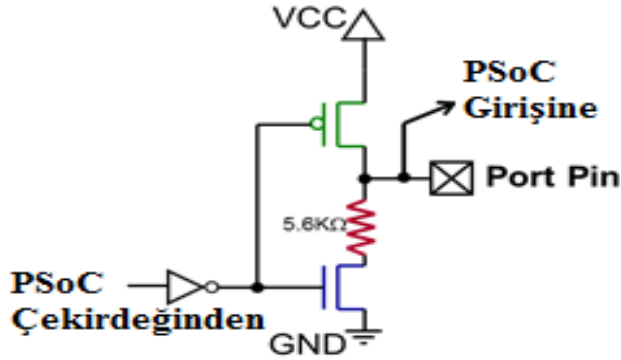
Şekil 2.15. Strong Slow modu bağlantı modeli

Resistive Pull - Up Modu: Girişlere buton ya da karmaşık devreler dirençler kullanılarak bağlanır. Bağlantı modeli Şekil 2.16.'da gösterilmektedir.



Şekil 2.16. Resistive Pull-Up bağlantı modeli

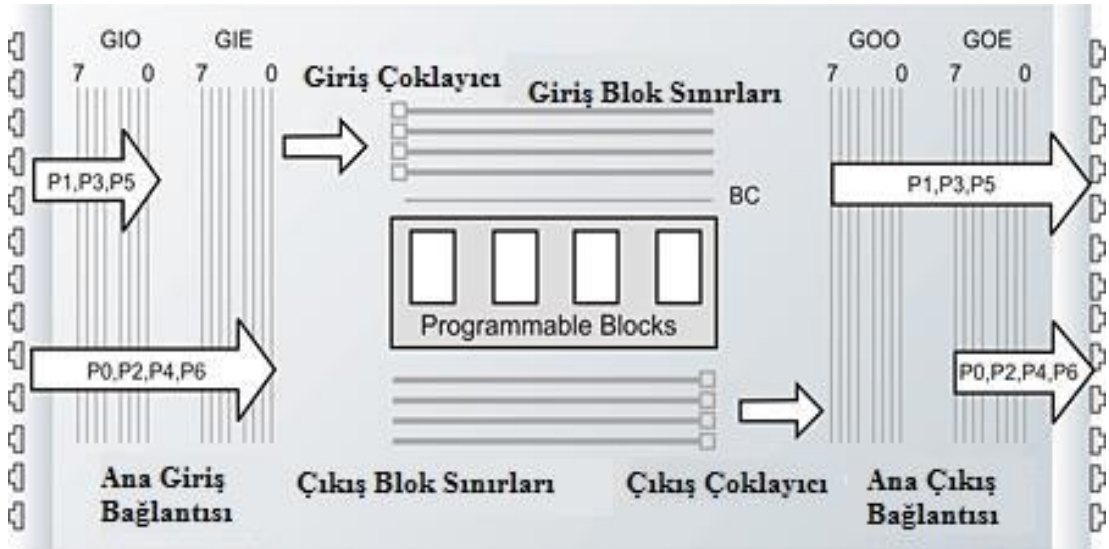
Resistive Pull - Down Modu: Girişlere buton ya da karmaşık devreler dirençler kullanılarak bağlanır. Şekil 2.17.'de resistive pull-down modu bağlantı şekli gösterilmektedir.



Şekil 2.17. Resistive Pull-Down bağlantı modeli

2.4.7. Sayısal programlanabilir bloklar

Sayısal sinyallerin yapılandırılması için kullanıcının seçtiği bloklardır. Şekil 2.18.'de sayısal blok yapısı görülmektedir.

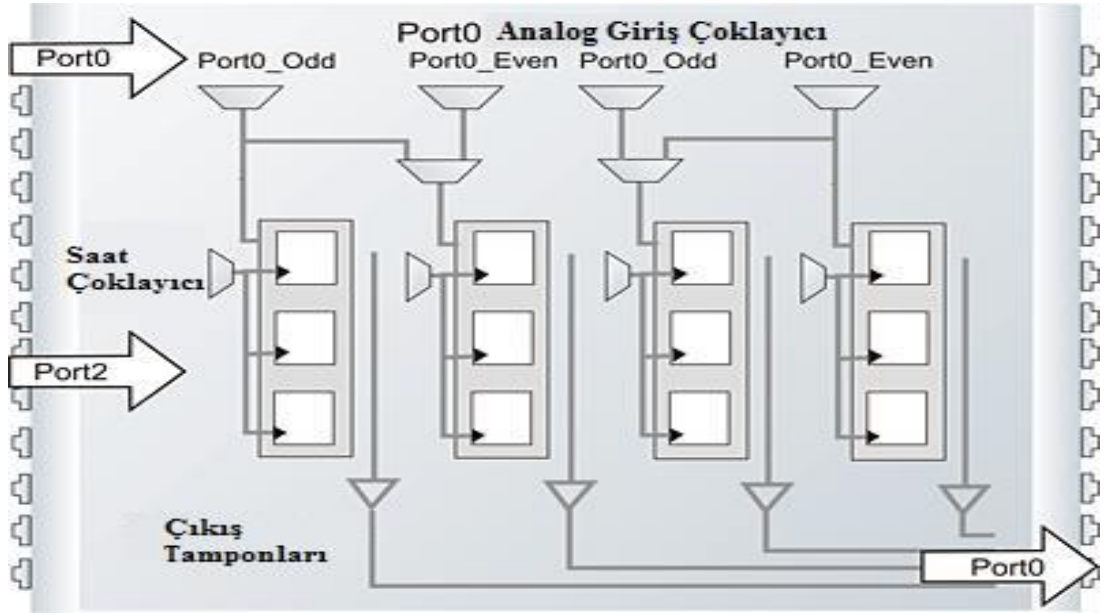


Şekil 2.18. Sayısal bloklar [7]

2.4.8. Analog programlanabilir bloklar

Yapılandırmak için Analog bileşenlere, AD (Analog to Digital – Analogtan Sayısala) ve DA (Digital to Analog – Sayısalan Analoga) çeviriciler gibi filtreler, DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency - Çift Tonlu Frekans) alıcıları, programlanabilir

enstrümantal, eviren, evirmeyen yükselteçler kullanılır. Interrupt kontroller mikrodenetleyicinin etkisiz olması durumunda gerekli işlemleri yönetir. Şekil 2.19.'da analog blok yapısı görülmektedir.



Şekil 2.19. Analog bloklar [7]

2.4.9. I²C denetleyicisi

I²C iletişiminin gerçekleşmesini sağlayan ve aktif hale getiren denetleyicidir. I²C, veri işleminin çok yüksek olmasının gerekmediği ve en az sayıda pin kullanılarak iletişimin gerçekleştirildiği yerlerde kullanılırlar.

2.4.10. Referans gerilimi

Analog için kullanılan programlanabilir analog bloklarının içerisinde yer alır. Analog işlemlerde gerekli olan referans geriliminin ayarlanması yapılır. Bu sayede OPAMP gibi analog işlemlerin gerçekleştirilmesinde önemli rol oynar.

2.4.11. MAC birimi

Çoklama ve toplama birimidir. Makroları kullanarak 8*8 bit çarpma işlemlerinin gerçekleştirildiği akümülatördür.

2.4.12. SMP

Denetleyicinin gerilim düzenlenmesinde kullanılan birimdir.

2.5. PSoC 1 Mikrodenetleyici Özellikleri

PSoC 1, PSoC ailesinin 8 bit olarak piyasaya sürülen ilk mikrodenetleyicisidir. Karmaşık bir yapıya sahip özellikleri bulunmakta ve bu özellikleri sayesinde kullanıcıya birçok avantaj sağlamaktadır. PSoC 1 mikrodenetleyicisinin özellikleri genel olarak 6 bölüme ayrılarak incelenmiştir.

2.5.1. Güçlü Harvard mimarisine sahip işlemciler

24 MHz'lik 8 bitlik M8C işlemcisine sahiptir. 8 bit olmasına rağmen 8x8 bit çarpma ve 32 bit toplama işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Bunların yanında 24 MHz dâhili saate sahip olmasından dolayı performansı bir hayli yüksektir. Performansının yüksek olmasına rağmen çalışma sırasındaki güç tüketimi (2 mA) oldukça düşüktür.

1,7 V ile 5,25 V arasındaki çalışma gerilimi sayesinde düşük gerilimlerde çalışma özelliği bulunur. Ayrıca sistem içinde SMP kullanarak çalışma gerilimi 1 V'a kadar düşürülür.

Endüstriyel Sıcaklık Aralığı : -40°C ile 85°C aralığındadır. Bu sayede oldukça düşük ve neredeyse kaynama noktasına kadar olan sıcaklıklarda çalışma imkânı verir.

2.5.2. Gelişmiş yan birimler (PSoC blokları)

Gelişmiş yan birimler PSoC mikrodenetleyicilerinin en büyük farklılık yaratan sistemleridir. Bunun nedeni Mikrodenetleyicilerin içi hep sayısaldır. Fakat PSoC mikrodenetleyicilerinde sayısal bloğa ek olarak analog bloklarda mevcuttur. Bu sayısal ve analog bloklar programlanabilme özelliğine sahiptirler. Ayrıca filtrelerde bu birim içerisinde yer almaktadır.

PSoC 1 mikrodenetleyicisinde 12 adet birbirine bağlı programlanabilir analog bloğu, 8 adet programlanabilir sayısal bloğu bulunmaktadır. Bunların yanında 14 bit çözünürlüğe kadar ADC'ler ve 9 bit çözünürlüğe kadar DAC'lar bulunmaktadır.

Programlanabilir kazanç yükselteçleri, programlanabilir filtreler gibi analog yapıya sahip sistemlerdir.

8 – 32 bit arasında zamanlayıcılar ve sayıcılar, programlanabilir kıyaslayıcılar, PWM'ler, Darbe genişlik ayırıcıları,

CRC ve PRS modülleri, 2 adete kadar Full-Duplex UART çoklu SPI haberleşme (Master ya da Slave olarak), I²C haberleşme (Master, Slave, Multi Master –Slave) olanakları,

Ayrıca Tüm GPIO (General Purpose Input/Output – Genel Amaçlı Giriş/Çıkış) pinlerine bağlanabilirlik ve blokları birleştirerek karmaşık yan birimler oluşturabilme özelliklerine sahiptir.

2.5.3. Hassas programlanabilir saat

Dâhili olarak % +/- 2,5, 24/48 MHz Osilatör imkânı, harici olarak 32 kHz Kristal osilatör imkânıyla birlikte 48 MHz'e kadar saat çevrimine olanak sağlamaktadır. Ayrıca dâhili osilatör kullanılarak Watchdog ve Uyku İşlemleri gerçekleştirir.

2.5.4. Esnek sistem-içi hafıza

Sistem-içi hafıza bakımından, 16 KB flash program belleğine, 256 Byte SRAM bilgi belleğine sahiptir. Belleklerin yanında 500,000 silme/yazma döngüsü gerçekleştirilmesine olanak sağlar. Bunların yanında sistem-içi seri programlama özelliği, kısmi flash yenileme ve esnek koruma modlarına sahip olmakla birlikte Flash üzerinde E²PROM emülasyonuna sahiptir.

2.5.5. Programlanabilir pin konfigürasyonlar

Pin ayarları bakımından, tüm pinlerde Pull-Up, Pull-Down, High Z, Strong ya da Open Drain High ve Open Drain Low olarak ayarlanmasına olanak sağlaması ve tüm GPIO'lar üzerinde ayarlanabilir kesme (Interrupt) özelliği kullanıcıya PSoC mikrodenetleyicisinin kişisel olarak tasarım olanağı sağlamıştır.

Ek olarak tüm GPIO'larda (genel amaçlı) 25 mA'e kadar sürebilme özelliğiyle, GPIO üzerinde 12 adete kadar analog giriş ve GPIO üzerinde 4 adet 40 mA analog çıkışa sahiptir.

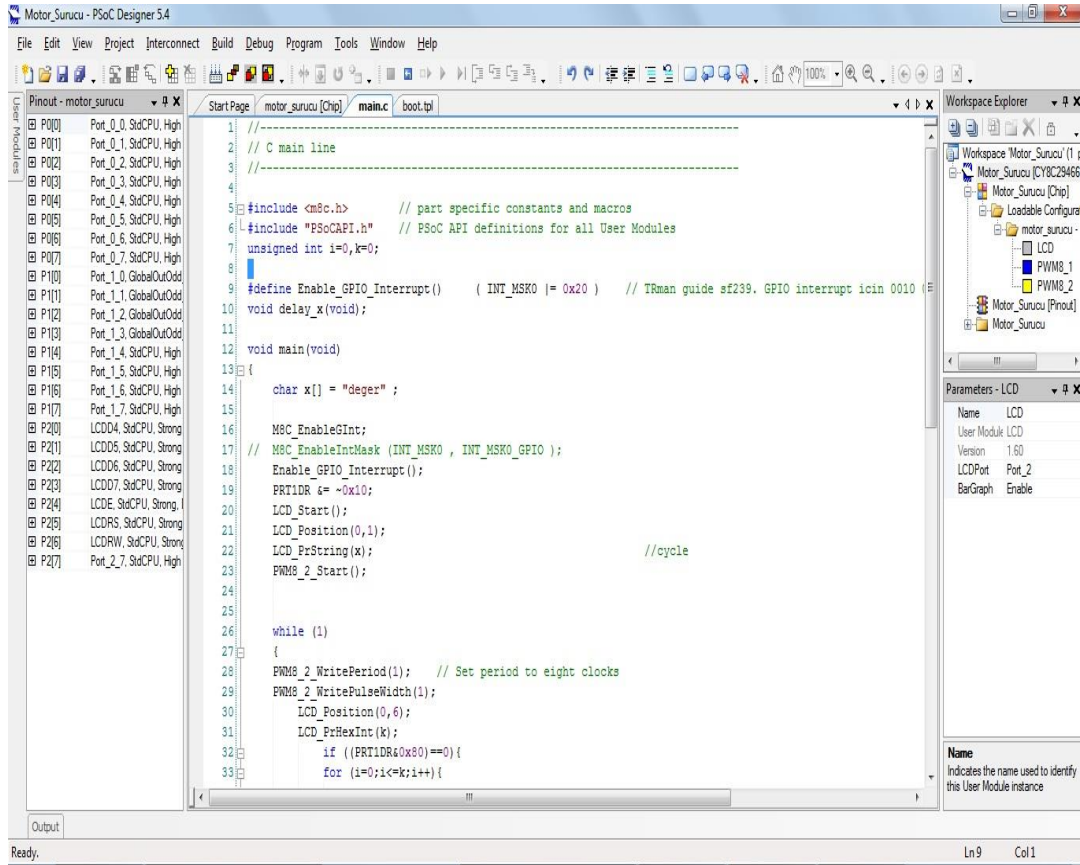
2.5.6. Ek sistem kaynakları

Ek olarak 400 kHz'e kadar I²C haberleşmesi (Slave, Master ve Multi-Master olarak), watchdog ve uyku zamanlayıcıları, ayarlanabilir düşük gerilim algılama ve entegre denetleyici devre ve sistem-içi hassas referans gerilimine sahiptir.

2.6. PSoC 1 Mikrodenetleyicisinin Programlanması

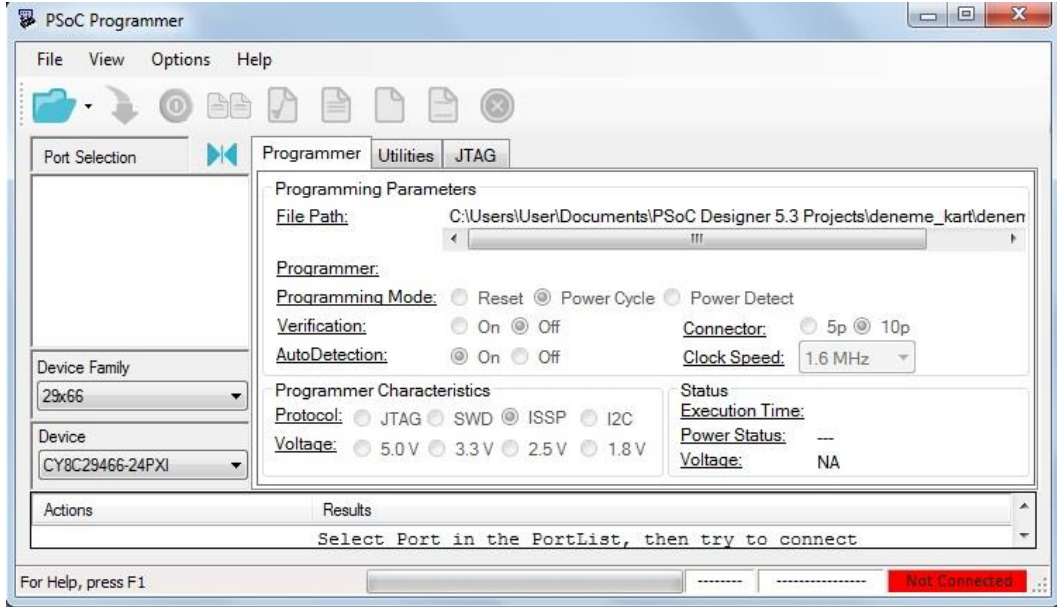
PSoC yazılım olarak C dilini ve Assembly dilini kullanır. C dilinde derleyici olarak Hi-Tech C derleyicisi kullanılır. PSoC mikrodenetleyicilerini programlayabilmek için ilk olarak PSoC Designer ve PSoC Programmer programlarının bilgisayara yüklenmesi gerekir.

PSoC'u programlamak için gerekli yazılım PSoC DESIGNER programı kullanılarak yazılmakta ve PSoC PROGRAMMER programıyla yazılımlar PSoC'a yüklenmektedir. Bu programlar yüklendikten sonra programlayıcının PSoC'a bağlanması gerekir.



Şekil 2.20. PSoC Designer programının görüntüsü

PSoC Designer programı gelişmiş ara yüzü ile kullanıcının kolayca anlayabileceği bir yapıya sahiptir. Şekil 2.20'de görüldüğü üzere içerisinde PSoC 1 mikrodenetleyicisinin bacak modları ayarlanmakta, bloklar üzerinde işlem yapabilmeye imkânı sağlanmakta ve programın yazılması için ayrı bir bölüm oluşturulmaktadır. Ayrıca PSoC Designer programı içerisinde örnek uygulamalar hakkında bilgiler ve datasheetler bulunmaktadır. Bu sayede kullanıcı örnek uygulamaları rahatlıkla inceleyebilmektedir.



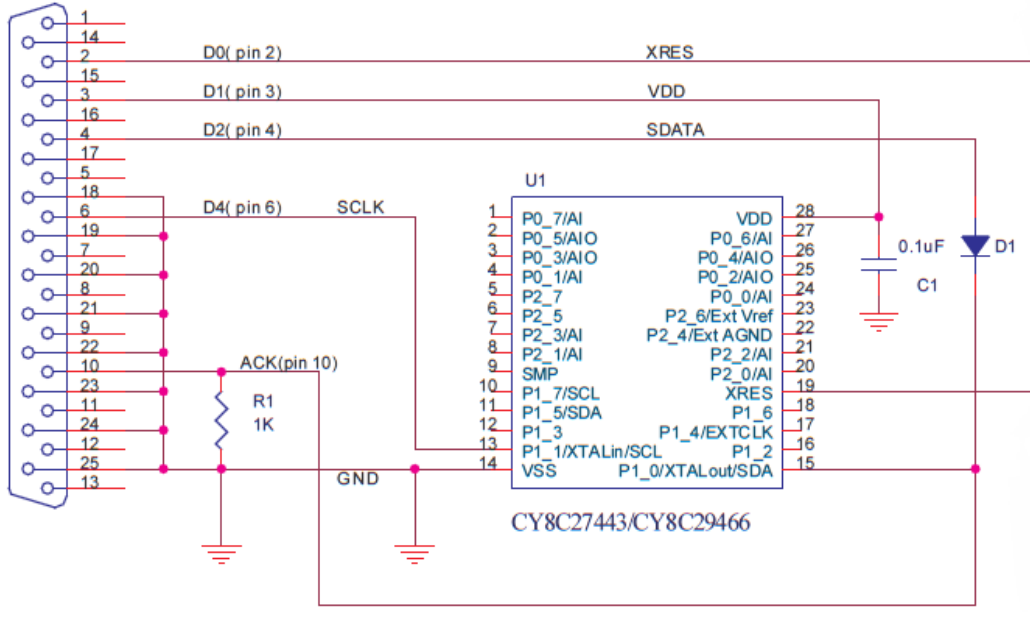
Şekil 2.21. PSoC Programmer programı arayüz görüntüsü

PSoC Programmer programı, PSoC Designer programı içerisinde yazılan ve derlenen programın PSoC mikrodenetleyicisine bağlanarak programın yazılması işlevini yerine getirir. Kolay kullanımlı ve basit ara yüze sahip olan program, programlama protokolleri, programlama modları gibi özelliklerin otomatik veya manuel olarak seçilmesiyle programlama işlevinin gerçekleştirilmesine yardımcı olur. Şekil 2.21.'de PSoC Programmer programının ara yüzü görülmektedir.

PSoC Programmer programında programlama için 2 adet bağlantı bulunmaktadır. Bu bağlantılar, paralel programlama ve seri programlama olmak üzere 2 şekildedir.

2.6.1. Paralel programlama

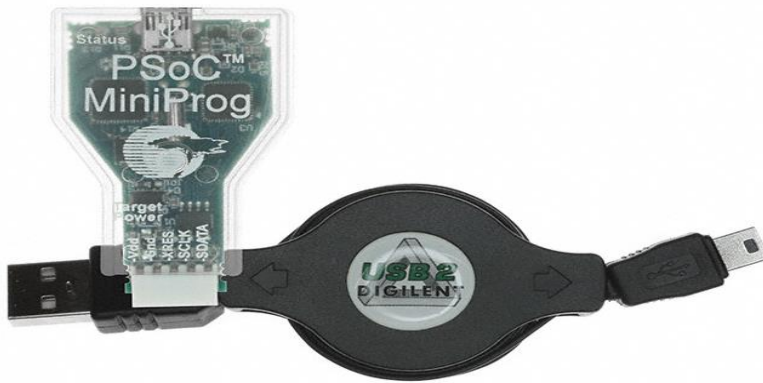
Bilgisayardan direkt olarak PSoC 1 mikrodenetleyicisine olan bağlantı şeklindedir. Şekil 2.22'de paralel programlama devre şemasının gösterimi mevcuttur. Devre şeması sayesinde paralel port ile PSoC mikrodenetleyicisine nasıl bağlantı yapılacağı gösterilmektedir.



Şekil 2.22. Paralel programlama devre şeması

2.6.2. Seri Programlama (ISSP)

Bir programlayıcının kullanıldığı programlama türüdür. PSoC 1 entegresi için Şekil 2.23'te gösterilen CY3210 MiniProg1 Kit kullanılarak paralel programlamadaki gibi entegrenin 5 pininden programlama yapılır. Bağlantının yapılacağı bacaklar Çizelge 2.2.'de belirtilmektedir.



Şekil 2.23 CY3210 MiniProg 1 kiti

Çizelge 2.2. . Seri programlama bağlantıları

Pin	Pin İsmi	Açıklama
1	V _{dd}	+ 5 V
2	GND	Toprak
3	X _{res}	Reset Pini
4	SCLK	Programlama Saat Sinyali (P1[1])
5	DATA	Programlama Bilgi Sinyali (P1[0])

2.7. PSoC ile PIC Karşılaştırması

PSoC mikrodenetleyicisi olarak CY8C29466 entegresi, PIC mikrodenetleyicisi olarak 16F877 entegresi seçilmiştir. 2 entegre birbirine en yakın mikrodenetleyicilerdir. Mikrodenetleyiciler mimari, yan birimler, saat, hafıza, bacak yapılandırma ve ek sistem kaynakları olarak 6 şekilde karşılaştırılmıştır.

2.7.1 Mimari bakımından karşılaştırma

İşlemci : PSoC entegresi CISC mimarisine sahip olmasına karşın PIC entegresi RISC mimarisine sahiptir.

Hız : PSoC entegresi dahili olarak 24 MHz, PIC entegresi ise harici olarak 20 MHz hıza sahiptir.

Çalışma Gerilimi : PSoC entegresi 3,0 V – 5,0 V ile çalışma gerilimine sahipken, PIC entegresi sadece 5 V çalışma gerilimine sahiptir. Ayrıca ek olarak PSoC entegresi sistem-içi SMP kullanılarak 1,0 V'a kadar çalışma gerilimine sahiptir.

Güç Tüketimi : PSoC entegresi yüksek hıza, düşük güç tüketimine sahiptir. PIC entegresi ise yalnızca düşük güç tüketimine sahiptir.

Sıcaklık : PSoC entegresi ve PIC entegresi -40 °C - +85 °C arasında çalışmaktadır.

2.7.2. Gelişmiş yan birimler bakımından karşılaştırma

Sayısal Blok : PSoC entegresinin 8 adete kadar sayısal bloğu bulunurken, PIC entegresinin yalnızca 4 adet sayısal bloğu bulunur.

Analog Blok : PSoC entegresinin 12 adete kadar analog bloğu bulunurken, PIC entegresinin analog bloğu bulunmaz.

ADC : PSoC entegresi 14 bit çözünürlükte ADC'ye sahipken, PIC entegresi 10 bit çözünürlükte ADC'ye sahiptir.

DAC: PSoC entegresi 9 bit çözünürlükte dönüştürücüye sahipken, PIC'in sayısal analog dönüştürücü özelliği bulunmaz.

Filtre : PSoC entegresi programlanabilir filtre özelliğine sahiptir. PIC entegresinin böyle bir özelliği yoktur.

Yükselteç : PSoC entegresinin programlanabilir kazanç yükselteçleri vardır. PIC'te böyle bir özellik yoktur.

Zamanlayıcı : PSoC entegresinin 8-32 bit zamanlayıcı özelliği bulunurken, PIC entegresinin 8-16 bit zamanlayıcı özelliği bulunur.

PWM : PSoC entegresi 32 bit PWM sinyali üretebilirken , PIC entegresi yalnızca 10 bit PWM sinyali üretir.

UART : PSoC entegresinin 2 adet full duplex UART özelliği mevcutken, PIC entegresinin 1 adet half duplex UART özelliği mevcuttur.

DTMF : PSoC entegresinin 1 adet DTMF özelliği bulunur. PIC entegresinin böyle bir özelliği yoktur.

Modüller : Ek olarak PSoC entegresinin CRC (Cyclic Redundancy Check - Döngüsel Artıklık Denetimi) ve PRS (Pseudo Random Sequence – Sözde Rastgele Dizi) modülleri mevcuttur. PIC entegresinde böyle bir özellik yoktur.

2.7.3. Saat bakımından karşılaştırma

Osilatör : PSoC entegresi 24/48 MHz dahili osilatöre sahipken, PIC entegresi dahili osilatöre sahip değildir. PIC entegresi harici olarak maksimum 20 Mhz osilatöre sahiptir.

WatchDog Zamanlayıcısı : PSoC entegresinin bütün pinlerinde watch dog timer kullanılabilirken, PIC entegresinde yalnızca 15. ve 18. pinleri watch dog timer özelliği kullanılabilir.

Uyku Zamanlayıcısı : PSoC entegresinin bütün pinlerinde Watch Dog timer kullanılabilirken, PIC entegresinde böyle bir özellik bulunmamaktadır.

2.7.4. Sistem-içi hafıza bakımından karşılaştırma

Program Belleği : PSoC entegresinin 32 KB flash belleği bulunurken, PIC entegresinin 8 KB flash program belleği bulunur.

Silme/Yazma Döngüsü : PSoC entegresinin 50,000 Silme/Yazma döngüsü bulunurken, PIC entegresinde 10,000 Silme/Yazma döngüsü bulunur.

Data Belleği : PSoC entegresinin 256 Byte SRAM Data belleği kullanılabilirken, PIC entegresinin 368 Byte RAM belleği kullanılır.

E²PROM : PSoC entegresinin flash üzerinde E²PROM 32 KB emülasyon bulunurken, PIC entegresinde 256 Byte E²PROM özelliği bulunur.

Programlama : PSoC entegresi ve PIC entegresinde seri ve paralel programlama yapılır.

Koruma : PSoC entegresi ve PIC entegresinde esnek koruma modları bulunur.

2.7.5. Bacak konfigürasyonu bakımından karşılaştırma

GPIO : PSoC ve PIC entegreleri genel amaçlı olarak 25 mA'e kadar kullanılabilme özelliğine sahiptir.

Sürücü Modları : PSoC entegresinin Pull-Up, Pull- Down, High Z, Strong ya da Open Drain olarak 5 adet bacak modu bulunurken, PIC entegresinin böyle bir özelliği yoktur.

Analog Giriş : PSoC entegresinin maksimum 12 adet analog girişi bulunurken, PIC entegresinin böyle bir özelliği yoktur.

Analog Çıkış : PSoC entegresinin maksimum 4 adet 40 mA'lık analog girişi bulunurken, PIC entegresinin böyle bir özelliği yoktur.

Kesme : PSoC entegresinin bütün bacaklarında kesme özelliği mevcuttur. PIC entegresinde belli pinlerde kesme özelliği bulunur.

2.7.6. Ek sistem kaynak özellikleri bakımından karşılaştırma

I²C : PSoC entegresinde Slave, Master ve Multi-Master Max. modlarında 400 kHz I²C özelliği bulunurken, PIC entegresinde Slave ve master olarak I²C özelliği bulunur.

Düşük Gerilim : PSoC entegresinin ayarlanabilir düşük güç algılama özelliği bulunurken, PIC entegresinin böyle bir özelliği yoktur.

Referans Gerilimi : PSoC entegresinin 1.3 V referans gerilimi bulunurken, PIC entegresinin böyle bir özelliği yoktur.

2.8. PSoC 1 Mikrodenetleyicinin Başlıca Avantajları

Bir önceki bölümde anlatılan özelliklere ek olarak PSoC'un başta PIC olmak üzere diğer mikrodenetleyicilerden önemli konulardaki üstünlükleri şöyledir ;

- İçyapısının analog olmasından dolayı analog sinyali analog olarak işleyebilme özelliği bulunur.
- Programlanabilir filtreler ve programlanabilir kazançlı yükselteçler içermektedir.
- 9 bitlik DAC içermektedir.
- PSoC bir mikro-kontrol olduğu gibi birde programlanabilir gerilim özelliği vardır.
- Donanım akümülatörü çarpma özelliği ile 8 bit mikro-kontrollerden ayıran en önemli özelliktir.
- Değişken bir gerilime sahip olması en büyük avantajlarından.
- Düşük gerilim kaynağı 1 V seçme gibi bir özelliğiyle diğer sistemlerde çalışması için çok avantajlıdır.
- Sayaçlar ve PWM birimleri genel uygulamada daha esnektir. Otomatik kod ile tüm çevre birimlerine erişmektedir.
- 8 bitlik bir PSoC ile 8, 16, 32 bitlik bir PWM ve sayaç oluşturulabilir.
- DTMF alıcısı bulunmaktadır.
- Pinler çip içerisinde bağlantı yapabilmektedir.
- Bütün portlar Pull-up, Pull-down, Open Drain yapılabilir [8].

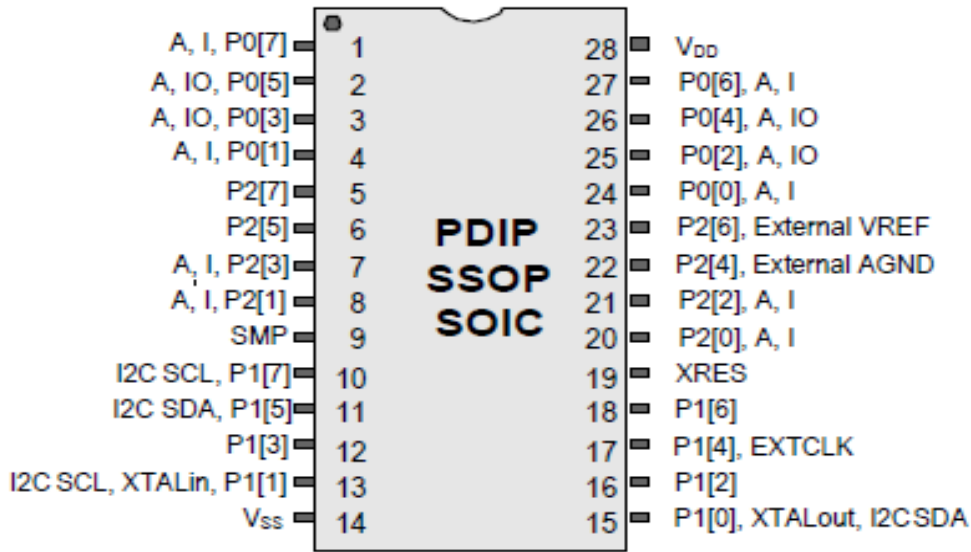
3. DONANIM ELEMANLARI

Robot tasarımında kullanılmak üzere birçok iyi malzeme bulunmaktadır. Robot tasarımı için seçimlerimizde direnç, ağırlığa ve robotun fiziksel kabiliyetine dikkat edilmelidir [12].

Bu bölümde, tasarlanan robotumuzun mekaniksel ve elektriksel elemanlarının çalışma prensipleri açıklanmaktadır.

3.1. CY8C29466 Mikrodenetleyicisi

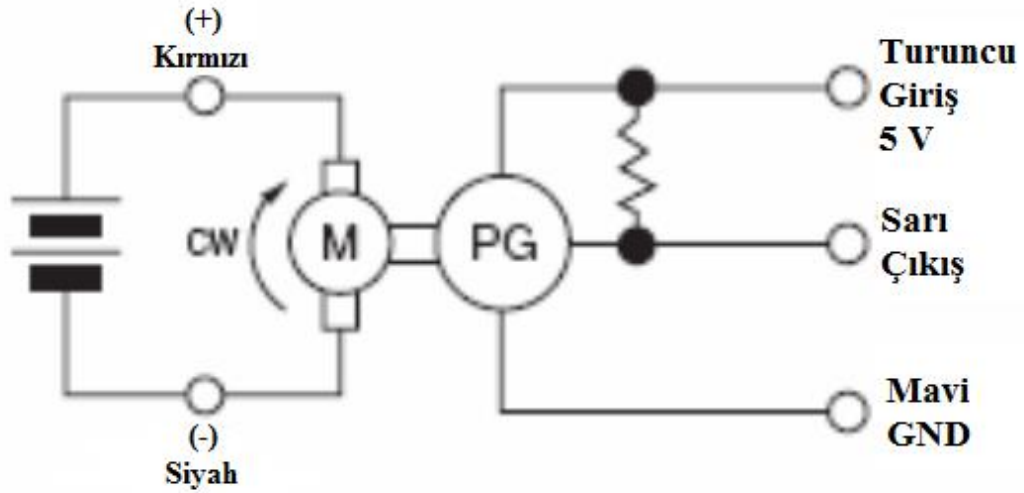
Robotumuz için PSoC 1 ürünü olan CY8C29466 mikrodenetleyicisi seçilmiştir. CY8C29466 mikrodenetleyicisi 24 MHz olup 32 KB Flash, 2 KB SRAM, 16 adet Programlanabilir Sayısal Blok, 12 adet Programlanabilir Analog Blok, 24 adet pin ve minimum 3 V çalışma gerilimi bulunmaktadır. Bunlara ek olarak 32 bit PWM, sayıcılar, zamanlayıcılar, 14 bit ADC, 9 bit DAC ve birçok çeşit programlanabilir filtreler entegrenin içerisinde yer almaktadır. Şekil 3.1.'de CY8C29466 entegresinin bacak yapısı görülmektedir.



Şekil 3.1. CY8C29466 mikrodenetleyicisi dip paketinin bacak yapısı [13]

3.2. JAPAN DME34BE50G DC Motor

Gezgin robotumuzun hareketini sağlaması ve hareket bilgilerini vermesi için 2 adet JAPAN DME34BE50G DC motor kullanılmıştır. Şekil 3.2.'de kullanılan motorların iç yapısı gösterilmiştir. Bu motorlar doğru gerilimde 12 V ile çalışır. Motor torkunun maksimum olduğu zaman 600 mA akım çekmektedir. Normal çalışma anında 300 mA akım çeker. Rotary enkoderli ve redüktörlü bir yapı sonradan eklenmiştir. İç içe takılmış çarklı sistemlerden oluşan redüktör, hızını azaltıp, çıkış momentini artırır. Bu sayede hem düşük hızlı motorun kontrolü daha kolay olmakta, hem de motorun torku artmaktadır.

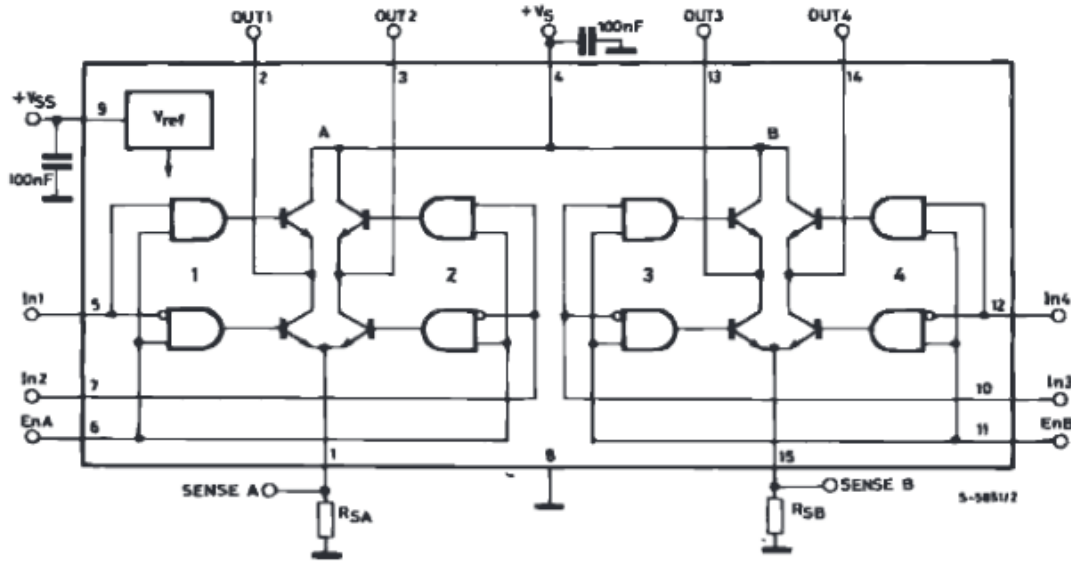


Şekil 3.2. DME34BE50G motorun iç yapısı

Motorların her birinde 5 adet bağlantı bulunur. Bu bağlantılar Şekil 3.2.'de belirtildiği gibi Siyah, Kırmızı, Turuncu, Mavi ve Sarıdır. Kırmızı ve siyah kablolar motoru hareket ettirmek için gerekli olan kaynak gerilimi için, Turuncu kablo enkoderin çalışması için gerekli olan 5 V giriş gerilimi için, Mavi kablo enkoderin çalışması için gerekli olan topraklama için, Sarı kabloysa enkoder bilgi çıkışı için kullanılmaktadır. Motorlar, PSoC 1 mikrodenetleyicisinde üretilen PWM sinyalleriyle hareket etmektedirler.

3.3. L298 Motor Sürücü Entegresi

L298 motorları hareket ettirmek için kullanılan popüler bir sürücü entegresidir. 46 V'a kadar çalışma gerilimine sahip olan entegre ayrıca 4 A'e kadar DC akıma dayanabilmektedir. Bu entegrenin seçilmesindeki en büyük etken dayanabildiği akım değeridir. İçerisinde 2 adet H köprüsü mevcuttur. Bu sayede bir motor sürücü entegresi ile iki adet motor kontrol edilebilmektedir. Motorlar 2 yönde de sürebilme imkanı veren entegre ayrıca düşük doyum gerilimine sahiptir. L298 entegresinin 15 adet bacağı vardır. Bunlar; IN1, IN2, OUT1, OUT2, ENA, SENSEA, IN3, IN4, OUT3, OUT4, ENB, SENSB bacaklarıdır. Şekil 3.3.'te L298 entegresinin blok yapısı görülmektedir.



Şekil 3.3. L298 Entegresinin blok şeması [14]

IN1, IN2 (5,7) : Entegrede iki adet H köprüsü vardır. Bu girişler 1. H köprüsü (A köprüsü) için kullanılan girişlerdir. +5 Volt DC gerilim ile çalışır. IN1 ve IN2'ye verilen gerilim sayesinde motorun ileri ya da ters yönde dönmesi sağlanır. Örneğin IN1 bacağına +5 V, IN2 bacağına 0 V verildiğinde ileri yönde, IN1 bacağına 0 V,

IN2 bacağına +5 V verildiğinde ters yönde dönecektir. Motorların hareket etmesi için girişlere aynı kaynak gerilimleri verilmez. Eğer girişleri PSoC'tan alacaksak PSoC ile motor sürücü entegresinin arasına PSoC'u ters akımdan korumak için 220 Ω ile 1 k Ω arasında değişen bir direnç koyulmalıdır.

IN3, IN4 (10,12) : Bu çıkış uçları 2. H köprüsü (B köprüsü) için kullanılan girişlerdir. +5 Volt DC gerilim ile çalışır. IN3 ve IN4'e verilen gerilim sayesinde motorun ileri ya da ters yönde dönmesi sağlanır. IN1 ve IN2'deki motoru hareket ettirme mantığının aynısı burada da vardır. Eğer girişleri PSoC'tan alacaksak PSoC ile motor sürücü entegresinin arasına PSoC'u ters akımdan korumak için 220 Ω ile 1 k Ω arasında değişen bir direnç koyulmalıdır.

OUT1, OUT2 (2,3) : Bu çıkış uçları A köprüsü için çıkış terminalleridir. 2 adet olan çıkış direkt motorlara bağlanır. Motorlarda herhangi bir zorlanma durumunda oluşacak olan ters akımın entegreye zarar vermemesi için çıkışlar ile motor arasında ikişer adet diyot bağlanmalıdır. Bu diyotların birisinin yönü topraktan çıkışa doğru, diğeri de çıkıştan V_{SS} ' ye doğru olmalıdır [15].

OUT3, OUT4 (13,14) : B köprüsü için çıkış bacaklarıdır. A köprüsüyle aynı şekilde çalışır.

ENA, ENB (6,11) : A ve B köprülerinin aktif hale gelip çalışabilmesi için gerekli olan güç girişleridir. +5 V ile çalışırlar.

SENSA, SENSB (1,15) : A ve B köprülerinin aktif hale gelip çalışması için gerekli olan toprak bağlantılarıdır. Toprağa çekilmelidir.

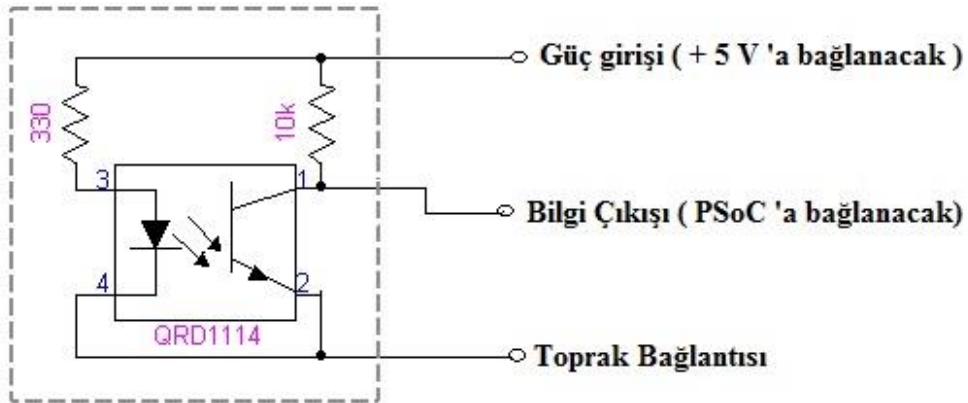
VS (4) : Motorların çalışma gerilimidir. Entegre maksimum +46 V gerilime kadar dayanabilir. Ayrıca DC üzerindeki küçük salınımları yok etmek için bu bacakla toprak arasına 100 nF'lık kondansatör bağlanmalıdır [15].

VSS (9) : Bu bacak L298 motor sürücüsünü aktif hale getirip çalıştırmak için kullanılır. + 5 V gerilim ile çalışır.

GND (8) : Bu bacak L298 motor sürücüsünü aktif hale getirip çalıştırmak için kullanılır. Toprağa bağlanmalıdır.

3.4. QRD1114 Kızılötesi Sensör

Şekil 3.4.'te görülen QRD1114 kızıl ötesi sensör bağlantısından anlaşılacağı üzere siyah bir hazne içerisinde yerleştirilmiş bir infra-red yayıcı diyot ve bir adet NPN fototransistörden oluşur [16]. Diyotun yaydığı ışık zemin üzerinde yansıyor ve fototransistörü tetikler. Beyaz zeminde yansıyan ışık siyah zeminden daha fazla olacağından renklerin ayırımı sağlanır ve analog sinyal alınır. İçinde bulundurduğu kızılötesi alıcı ve verici sayesinde 1 cm mesafeye kadar algılama yapabilir.

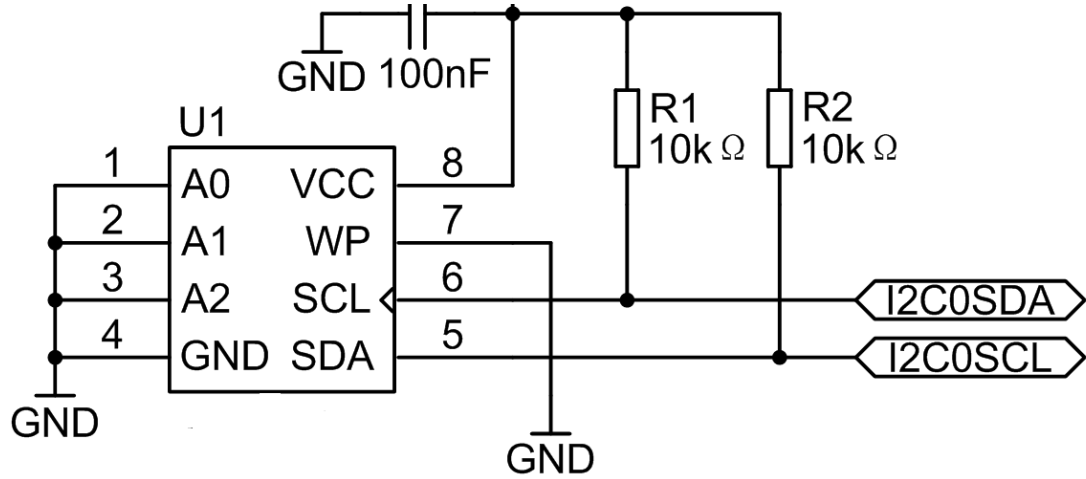


Şekil 3.4. QRD1114 kızıl ötesi sensör bağlantısı

3.5. 24C64 EEPROM Entegresi

Harici E²PROM entegresidir. Entegrenin bağlantı biçimi Şekil 3.5.'te görülmektedir. I²C ile elektriksel olarak programlanabilen ve silinebilen E²PROM çeşididir. 64 KB

hafızası bulunur. 8 x 8192 bit şeklindedir. 8 bacağı bulunur. E0, E1, E2, SDA, SCL, WC, Vcc ve Vss'dir.



Şekil 3.5. 24c64 E²PROM entegre bağlantısı [17]

E0, E1, E2 (1,2,3) : Çip etkinleştirme bağlantısıdır. Genelde toprağa bağlanır.

SDA (5) : Seri bilgi bağlantısıdır. PSoC'a bağlanır.

SCL (6) : Seri saat bağlantısıdır. PSoC'a bağlanır.

WC (7) : Yazım kontrol bağlantısıdır. Genelde toprağa bağlanır.

Vss (4) : Toprak bağlantısıdır.

Vcc (8) : +5 V çalışma gerilim bağlantısıdır.

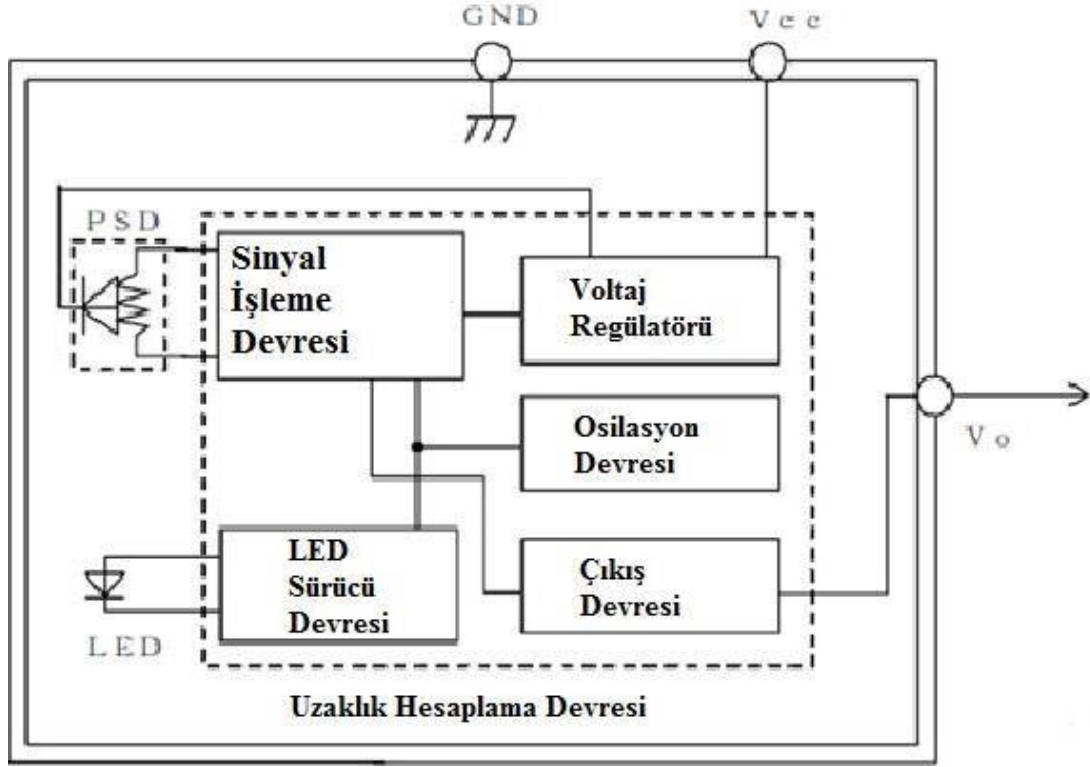
3.6. SHARP 2Y0A21 Mesafe Sensörü

Sharp firmasının üretmiş olduğu 10 cm ile 80 cm aralığında karşısındaki nesneyi algılayabilen infrared uzaklık sensörüdür. Sensörün mesafe hesaplaması;

$$Mesafe (cm) = \frac{4800}{Sensör Değeri - 20} \quad (3.1)$$

Eş 3.1.'de sensörün mesafe hesaplama ifadesi verilmiştir. Şekil 3.6.'da görüldüğü üzere uzaklık sensörünün 3 bacağı bulunmaktadır. Bunlar; Vdd, V_{SS} ve bilgi

bağlantılarıdır. Bilgi çıkışı alınıp direkt PSoC entegresine bağlanacaktır. Vdd bilindiği üzere + 5 V bağlantısı, Vss bağlantısı toprak bağlantısıdır.



Şekil 3.6. 2Y0A21 Mesafe sensörü blok diyagramı [18]

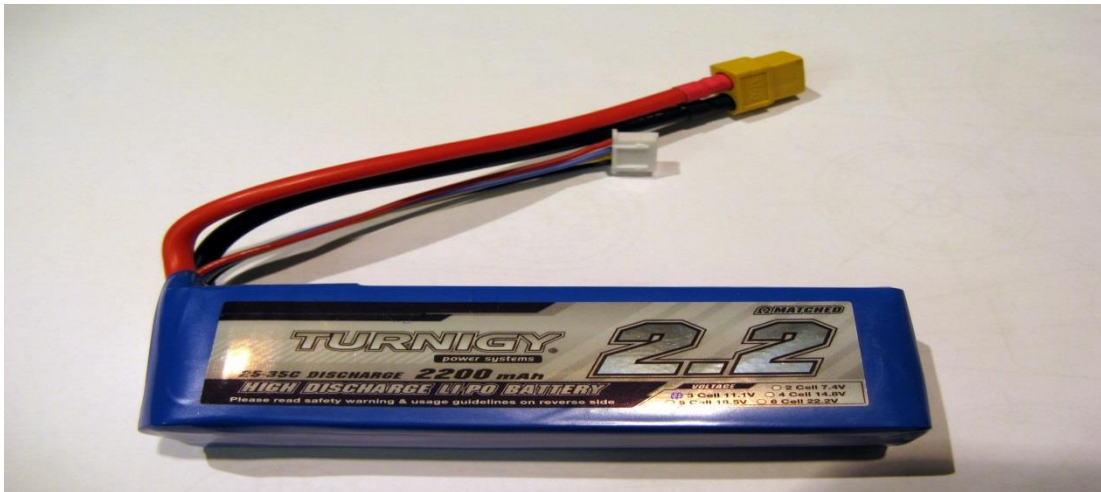
Mesafe sensörü, tez çalışmamızda mobil robotun karşısında engel olup olmadığını taramak için kullanılmıştır. Bu sayede mobil robot önüne çıkan engeli fark ederek ona göre hareket eder. Çizelge 3.1.'de tez çalışmasında kullanılan uzaklık sensörü değerleri görülmektedir.

Tablo 3.1. 2Y0A21 Mesafe Sensörü Değerleri

Çıkış Sinyali	Analog Sinyal
Ölçüm Aralığı	10 – 80 cm
Çalışma Gerilimi	4,5 – 5,5 V
Tüketim Akımı	30 A

3.7. LiPo Batarya

LiPo Bataryalar, Lityum Polimerden oluşan bataryalardır. Şekil 3.7.'de LiPo bataryası görülmektedir. Teknolojik olarak Lityum İyon bataryaların devamı niteliğinde şarj edilebilir bataryalardır. Lityum İyon bataryalardan farkı, her iki bataryada da elektrolit olarak Lityum tuzu kullanılır fakat Lityum-İyon bataryalarda elektrolit, bir organik çözeltilerin içindeyken, Lityum Polymer'lerde polyacrylonitrile veya polyethylene oxide gibi polimerlerin içindedir. Lityum-İyon bataryalarda bir metal kılıf, elektrodlar ve ayraç katmanlar üzerinde basınç yaparak onları bir arada tutar. Lityum Polymer bataryalarda böyle bir basınç gerek yoktur, çünkü elektrodlar ve ayraç katmanlar birbirine lamine edilmiştir. Ortada metal bir kılıf olmadığı için de LiPo bataryalar daha hafiftir, daha ince üretilir, daha esnektir ve güç vereceği aygıtta göre özel olarak şekillendirilebilir. LiPo pillerin bir diğer avantajı, yüksek hücre gerilimidir. Her ne kadar birçok yerde dolu bir LiPo hücrelerinde gerilimin 3,7 V olduğu yazsa da, gerçekte dolu bir LiPo hücrelerinde 4,2 V okunur. Bu nedenle hücre gerilimi 1,2 V olan Ni-Cd ve Ni-Mh bataryalara oranla çok daha az hücre kullanarak yüksek gerilimlere çıkmak mümkün olur [19]. Buda boyutta önemli bir ölçüde ufalma meydana getiriyor.



Şekil 3.7. LiPo batarya

Gezgin robotta kullanılan motorlar 12 V gerilim ile çalıştığından motorları sürmek için 12 V'luk bataryaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç 3 hücreli LiPo batarya ile giderilmektedir. 1 hücresi doluyken 4,2 V gerilim veren batarya 3 hücrede $3 * 4,2 = 12,6$ V gerilim vermektedir. Ayrıca 2200 mA (2,2 A) akım sağlamaktadır. Bu sayede bu LiPo batarya tasarlanan robota yaklaşık 2 saatlik ortalama güç tüketimi vermektedir.

LiPo bataryaların etiketlerinde hücre S harfi ile belirtilmektedir. 2 hücreli olduğunda 2S, 3 hücreli olduğunda 3S olarak belirtilir.

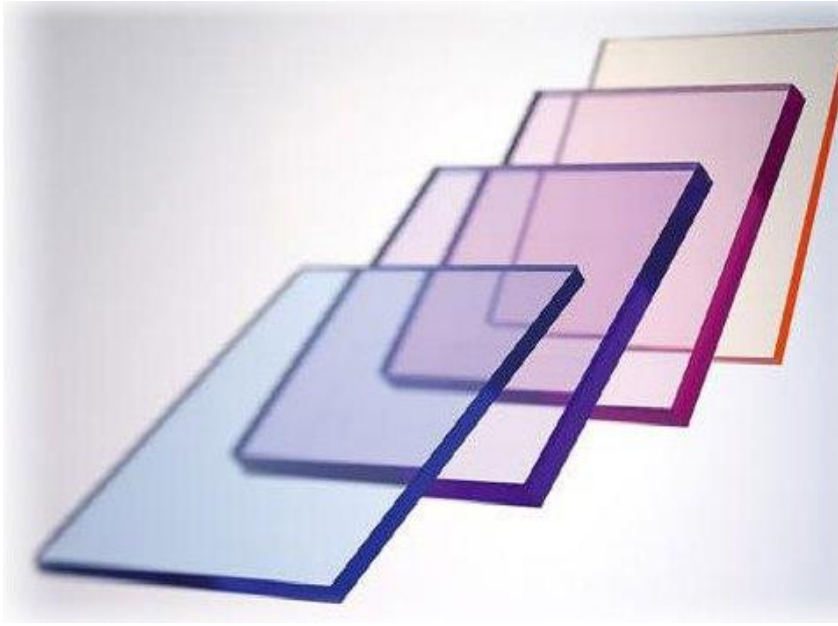
LiPo batarya etiketlerinde belirtilen C harfi, bir bataryanın, elektrik yükünü ne hızla boşaltabileceğini belirtir. 1 C, bataryanın bir saatte verebileceği akım miktarına, yani bataryanın kapasitesine eşittir. C değeri arttıkça, bataryanın elektrik yükünü hızlı boşaltma kabiliyeti orantılı olarak artar [19].

LiPo bataryalar balanslı lipo şarj aletleri ile kolaylıkla şarj olurlar. Balanslı olmasının nedeni 3 hücrenin de aynı seviyede aynı anda doldurularak LiPo bataryanın ömrünü korumaktır. Şarj eğer balanssız bir şarj aleti ile yapılırsa hangi hücrenin ne kadar boşaldığı bilinmeyeceğinden eğer herhangi bir hücre gereğinden fazla şarj edilirse hücre öleceğinden LiPo bataryanın ömrü tüketilmiş olur.

3.8. Pleksiglas

Gezgin robotun dış aksamı olarak kullanılan pleksiglas Şekil 3.8.'de görülmektedir. Pleksiglas, renkli ve renksiz çeşidi bulunan plastik camdır. Saydam ve yarı saydam olabilir. Kolay işlenebilen, kesilebilen, delinebilen, hafif bir plastik yapısı vardır. Piyasada genellikle düz levhalar halinde bulunur. 90°C sıcaklıkta ya da 90°C – 115°C de etüvde ısıtılarak yumuşatılır. Böylece kalıplanarak istenilen biçim verilebilir. Camdan daha dayanıklı ve hafiftir. Tek dezavantajı termodinamik bir yapıda olduğundan yanmaya karşı dayanıklılığının daha az olmasıdır. Pleksiglas, istenen her şekle rahatlıkla uygulanma imkânı verir. Pleksiglasların en büyük özelliği döküm levha olmasıdır. Pleksiglas kullanıcılarını imalat aşamasında zor durumda

bırakmaz. Pleksiglas, içerisine giren metal, polimer, seramik veya gıda hammaddesini basınç ve sıcaklıkla eriten makina levhalar gibi kesimde, şişirmede ve şekillendirmede problem çıkarmaz. Genleşme katsayısı, yoğunluk, yumuşama noktası, sertlik gibi teknik özellikleri standartlara uygun ve polimer sayısı yüksektir [20].



Şekil 3.8. Pleksiglas

Bu nedenlerden dolayı robotun mekaniksel aksamı tasarlanırken pleksiglas seçilmiştir. Pleksiglas bakır, alüminyum veya diğer metaller kadar sert ve sağlam olmakla birlikte bakıra oranla kat ve kat daha hafiftir.

3.9. Sarhoş Teker

Sarhoş teker 360° her yöne kolayca hareket edebilen bir tekerlek çeşididir. Her yöne rahatça hareket ettiğinden dolayı sarhoş olarak isimlendirilmektedir.

Yan taraflara sabitlenen 2 motor tarafından tasarlanan gezgin robotun en ön kısmında şerit izleme sensörleri bulunmaktadır. Bu şerit izleme sensör katı robotun düz hareketi esnasında bir etkide bulunmakta fakat robotun sağ veya sola dönüşlerinde

mekaniksel sorun yaratmaktadır. Şerit izleme katının alt tarafına pleksiglas ile birlikte sarhoş teker yerleştirilerek bu sorun ortadan kaldırılmıştır.



Şekil 3.9. Sarhoş Teker

Kullanılan sarhoş tekerlek Şekil 3.9.'da gösterilmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere sarhoş teker oldukça ufak boyutlardadır.

4. PSoC 1 ile YOL EZBERLEYEBİLEN MOBİL ROBOT UYGULAMASI

Bu tez çalışmasında PSoC 1 mikrodenetleyicisi kullanılarak yol ezberleyebilen robot tasarımı yapılmıştır. Yol ezberleme sistemi bir çok farklı metot ile yapılabilmektedir. Bu metotlarından birisi “ezberletme” ve “tekrar ettirme” yöntemidir [21]. Çalışma bu yöntem esas alınarak yapılmıştır.

Ezberlenmiş yörüngeleri ile mobil robotlar muhtemelen gelecek için en ilgi çekici seçeneği sunacaktır. Onlar zemin altına gizlenmiş parça veya kabloya ihtiyaç duymamaktadırlar. Ancak bu kendi yollarını yapmak için kendi on-board yönlendirme sistemlerini kullanmayı mümkün kılmaktadır [22]. Bu gibi gelişmeler sayesinde yörünge ezberleme işlevli robotlar günümüzde büyük öneme sahiptir.

Ezberlenmiş yörünge takip edilirken robotun bütün yörünge durumlarıyla ilgili bir çok olasılığı vardır [22]. Bu çalışmada yörünge ezberleme işlevi şerit izleme yöntemi kullanılarak yapılmaktadır.

PSoC 1 mikrodenetleyicisi ile yol ezberleyebilen robot uygulamasında mobil robotumuz yol izleme ve yol ezberleme olarak başlıca iki bölümden oluşmaktadır. Yol izleme işlevi şerit takip olayını gerçekleştirerek yapılacaktır. İlk olarak belirlenen şerit yol çizilecek, daha sonra çizilen şerit yoldan mobil robotumuz hareket etmeye başlayacak ve şeriti takip ederek yolunu tamamlayacaktır. Yol planlama sorun bildirimi ve çözümü, uygulama alanı tarafından şiddetle etkilenmektedir [23]. O nedenle sorunları minimuma indirmek için koyu zemin üzerinde beyaz şeritler çizilerek yol planı yapılmaktadır.

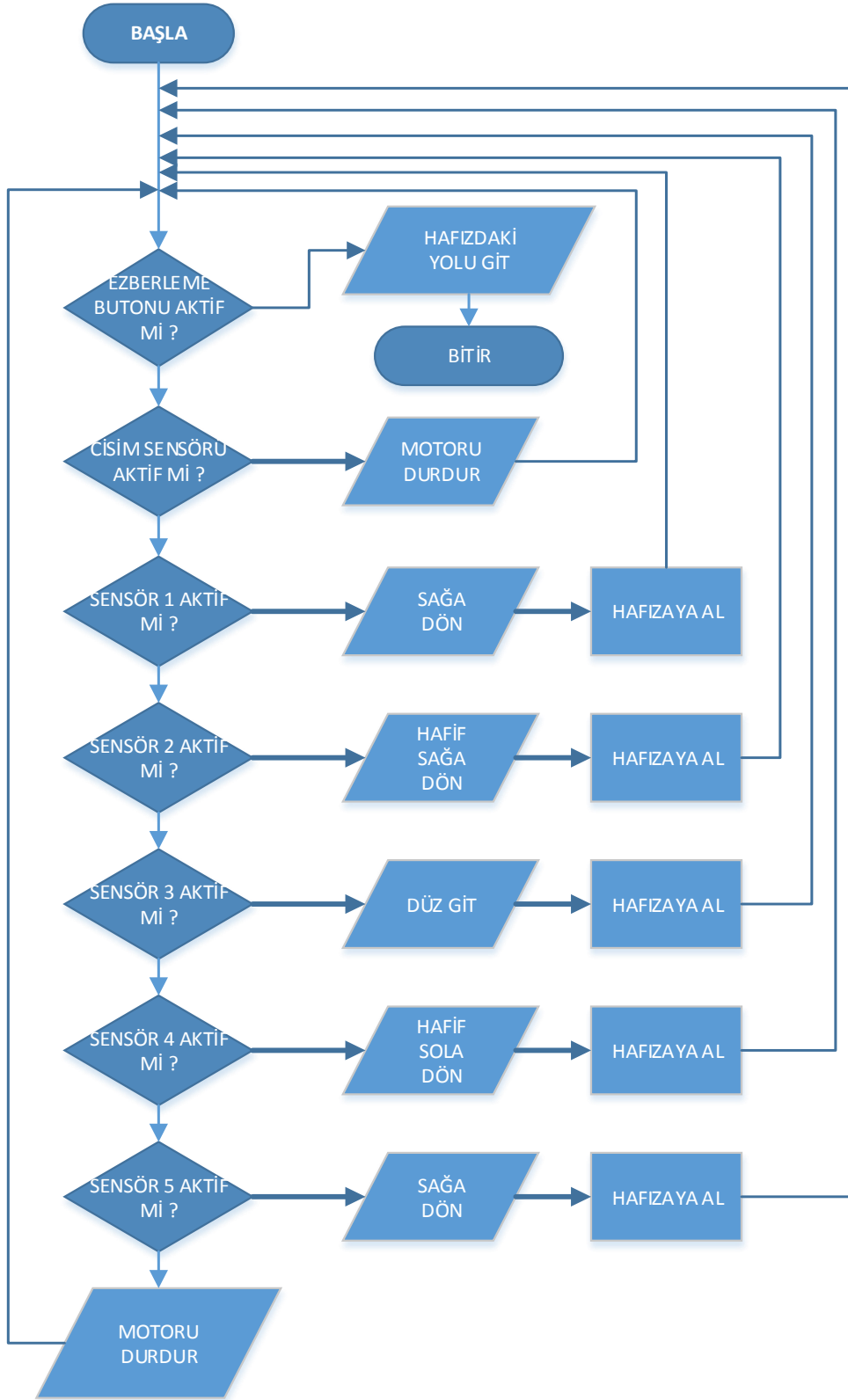
Takip edilen şerit yol hafızaya atılacak ve ezberleme fonksiyonunu yerine getir emriyle beraber mobil robotumuz hafızaya aldığı yolu şeritsiz bir şekilde giderek yolunu tamamlayacaktır. Mobil robotun kolay ve güvenli şekilde kontrol edilebilmesi için PSoC mikrodenetleyicisi ile akıllı sürüş kontrol alt sistemi kullanılmıştır [24].

Gerçekleştirilen yol ezberleyebilen robot genellikle zemine çizilen şeriti izleyen kendi kendine çalışan mobil makinalardır [25]. Yol, siyah zemin üzerine beyaz şeritler halinde olabilir. Şerit izleme robotunun şerit izlerken gerçekleştirdiği bazı işlemler aşağıda belirtilmektedir. Bunlar;

- a. Robotun ön ucuna monte edilecek optik sensörler ile hat pozisyon yakalanması. Genellikle birkaç adet foto-reflektör kullanılması sayesinde yüksek çözünürlük sağlanmaktadır [25].
- b. Şerit zeminine göre robotunun hızının denetlenmesi. Hız, şerit eğrisi geçişine bağlı olarak lastik ve zemin sürtünmesine bağlıdır [25].

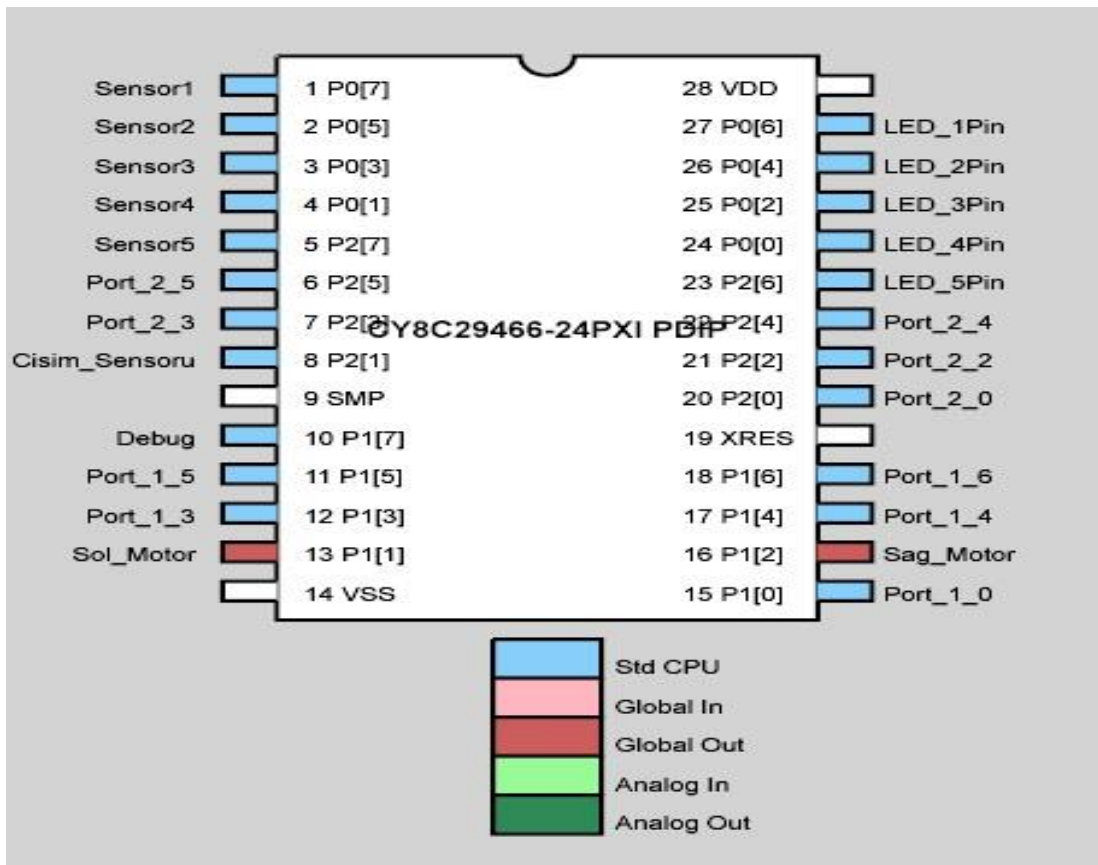
Bunun yanında hem yol izleme esnasında, hem de ezberlenen yolu gitme esnasında mobil robotumuzun önüne herhangi bir cisim çıktığı an bu cisim yolundan çekilene kadar durmaktadır. Bu sayede robotumuz çevresel etkenlerden dolayı oluşabilecek herhangi bir tehdiye karşı kendini korumaya alarak tehdit geçene kadar duracaktır. Bu fonksiyon endüstriyel alanda çok büyük bir öneme sahiptir. Robotumuzun geliştirilip endüstri alanında yük taşıma amacıyla ve yahut küçük bir alanda örneğin hastanelerde akıllı sedyeler ile insan taşıma işlevlerini gerçekleştirirken önüne bir insan ya da engel çıktığı taktirde durarak herhangi bir kazaya sebebiyet vermeyecektir.

Bu işlevler göz önüne alınarak mobil robotumuzun algoritması çizilmiştir. Şekil 4.1.'de mobil robotumuzun genel algoritması verilmektedir. Algoritmamızdaki cisim sensörü önüne engel çıktığı an aktif olmaktadır. Algoritmamızdaki sensörler şerit izleme sensörleridir. 5 adet sensör kullanılmıştır. Sensörler numaralandırılmış ve gördüğü sensöre göre özel işlevini yerine getirmektedir. İşlevini yerine getirdikten sonra, yerine getirilen işlevi hafızaya almaktadır. Sensörlerin hiç birinin aktif olmaması halinde mobil robotumuz hareket etmeyi bırakacaktır.

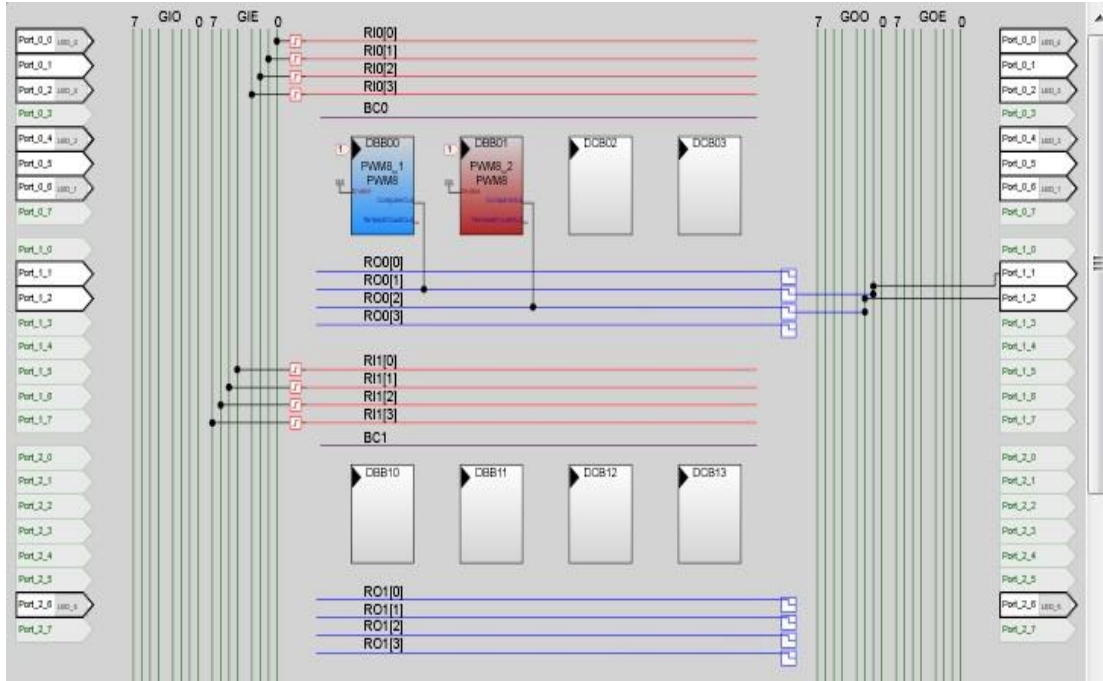


Şekil 4.1. PSOC 1 ile yol ezberleyebilen mobil robotun genel algoritması

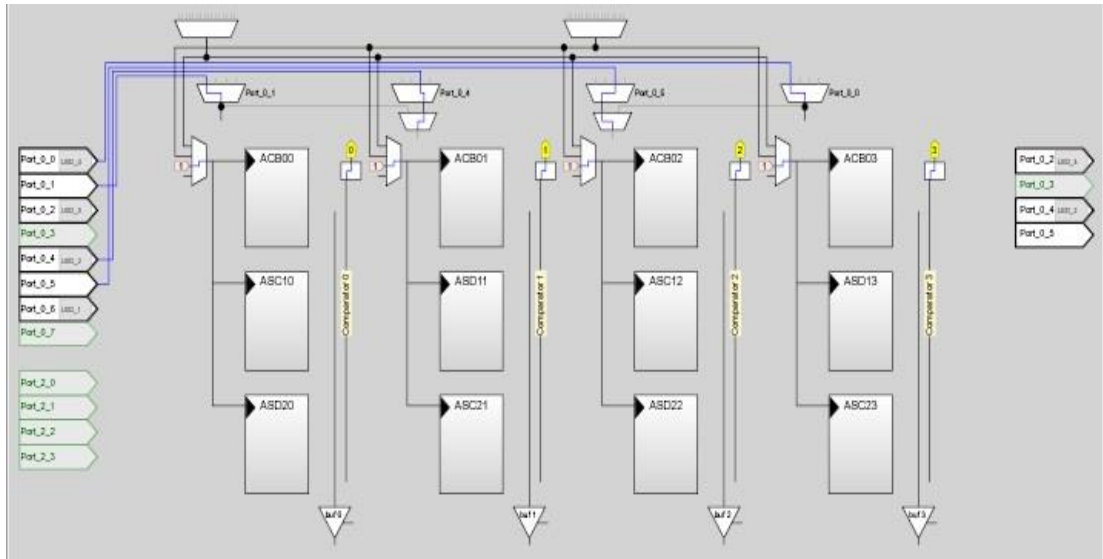
Mobil robotumuzun algoritmasını tasarladıktan sonra algoritmaya uygun olarak PSoC Designer programı kullanılarak PSoC 1 mikrodenetleyicisinin ayarları yapılmıştır. Bu ayarlar içerisinde PsoC 1 mikrodenetleyicisinin pin modları ve programlanabilir sayısal blok ayarları yer almaktadır. Şekil 4.2.'de mobil robot tasarımında kullanılan PSoC 1 mikrodenetleyicisinin pinout görüntüsü bulunmaktadır. Ayrıca Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te mikrodenetleyicinin sayısal ve analog blok yapıları görülmektedir.



Şekil 4.2. PSoC Designer programında mikrodenetleyicinin pinout görüntüsü



Şekil 4.3.PSoC 1 mikrodnetleyicisinin programlanabilir sayısal blok görüntüsü



Şekil 4.4. PSoc 1 mikrodnetleyicisinin programlanabilir analog blok görüntüsü

PSoc Designer programında gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra C programlama dili kullanarak yazılım işlemi gerçekleştirilmiştir. Program yazma işlemi bittikten sonra yazılan program ilk olarak elektronik board üzerine kurduğumuz devre ile

aşama aşama denenmiştir. Gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Program board üzerindeki devrede çalıştıktan sonra elektronik devreleri tasarlama işlemine geçilmiştir. Mobil robotumuzun elektronik aksamı *sensör modülü, kontrol modülü ve motor sürücü modülü* olmak üzere 3 modül olarak tasarlanmıştır. Elektronik aksamını 3 modül olarak ayırmamızın nedeni, mobil robotumuzun mekanik tasarımının kullanışlı ve ergonomik olmasıdır. Eğer bütün elektronik aksamı tek bir modül olarak tasarlansaydı mobil robotumuzun mekanik aksamı kullanışsız, hantal ve görüntü olarak da kaba bir görüntüye sahip olacaktı. Mobil robotun devre şemaları ve baskı devre şemaları Labcenter Electronics firmasına ait olan Proteus programıyla yapılmıştır.

Gerçekleştirilen PSoC ile yol ezberleyebilen mobil robot tasarımının fiyat analizi yapılmıştır. Şekil 4.1.'de fiyat analizi ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

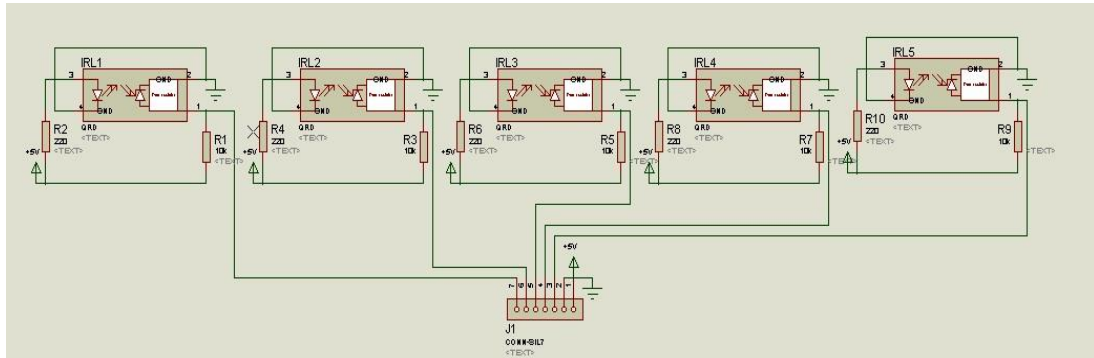
Çizelge 4.1. PSoC ile yol ezberleyebilen mobil robotun fiyat analizi

Malzeme	Adet	Fiyat
Enkoderlı Motor	2	40 TL *2 = 80 TL
CY8C29466 PSoC 1 Entegresi	1	27 TL
L298 Motor Sürücü	1	8 TL
QRD 1114 Optik Sensör	5	5 TL * 5 = 25 TL
7508	1	5 TL
LiPo Batarya	1	45 TL
LiPo Şarj Aleti	1	40 TL
Sharp GY2Y0A21 Cisim Sensörü	1	35 TL
9 V Pil	1	5 TL
Soketler	15	3 TL * 15 = 45 TL
Sarf Malzemeler		10 TL
	TOPLAM	325 TL

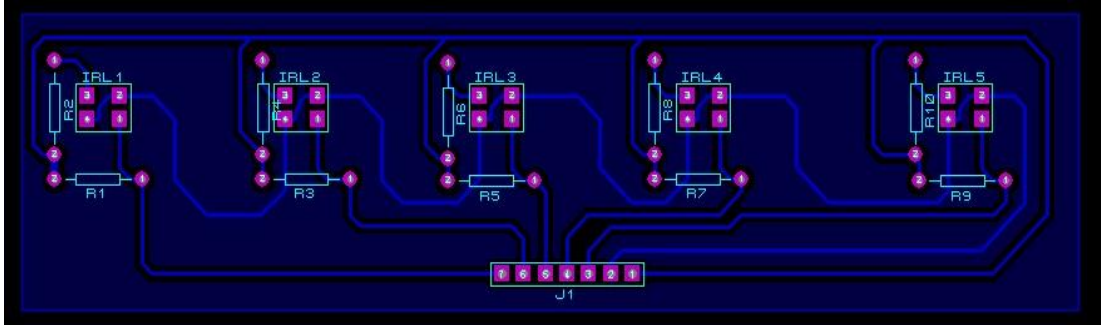
4.1. Sensör Modülü

Sensör modülü 5 adet Qrd1114 kızılötesi sensörlerinden oluşmaktadır. Sensör modülünün işlevi yörünge olarak belirlenen şeriti algılamak ve algıladığı bilgiyi PSoC 1 mikrodenetleyicisine ulaştırmaktır. Sensör kızılötesi ışık ile bir yüzeyi aydınlatarak çalışmaktadır. Sensör yansıtılan kızıl ötesi ışını alır ve şiddetine göre söz konusu yüzeyin yansıtması belirlenir [26]. Sensörler ve zemin yüzeyi arasındaki mesafe 2-10 mm olmakta ve her bir sensör arasındaki mesafe çizgi genişliğine bağlı olarak değişmektedir. Sensörler birbirine 15mm aralıklarla yerleştirilmiştir.

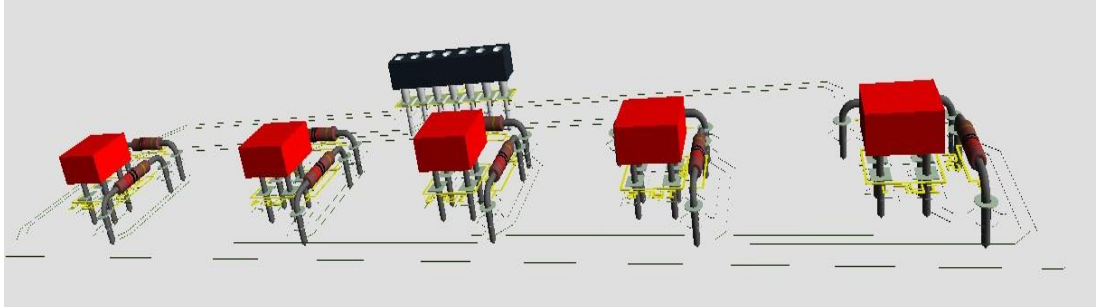
Qrd1114 sensörünün 5 adet kullanılmasının nedeni ise mobil robotumuzun hareket yeteneğindeki hassasiyeti arttırmaktır. Eğer 3 adet sensör kullanılsaydı mobil robotumuz keskin bir şekilde sağa veya sola dönebilecek ve düz hareket edebilecekti. 5 adet sensör kullanarak sağa ve sola dönerken hem keskin hem de hafif dönüşler gerçekleştirerek daha hassas bir şekilde hareket yeteneği kazandırılmış oldu. Sensör kartının devre şeması Şekil 4.5'te, baskı devre görüntüsü Şekil 4.6.'da ve yerleşme planının 3 boyutlu olarak görüntüsü Şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Sensör kartı devre şeması



Şekil 4.6. Sensör katı baskı devresi



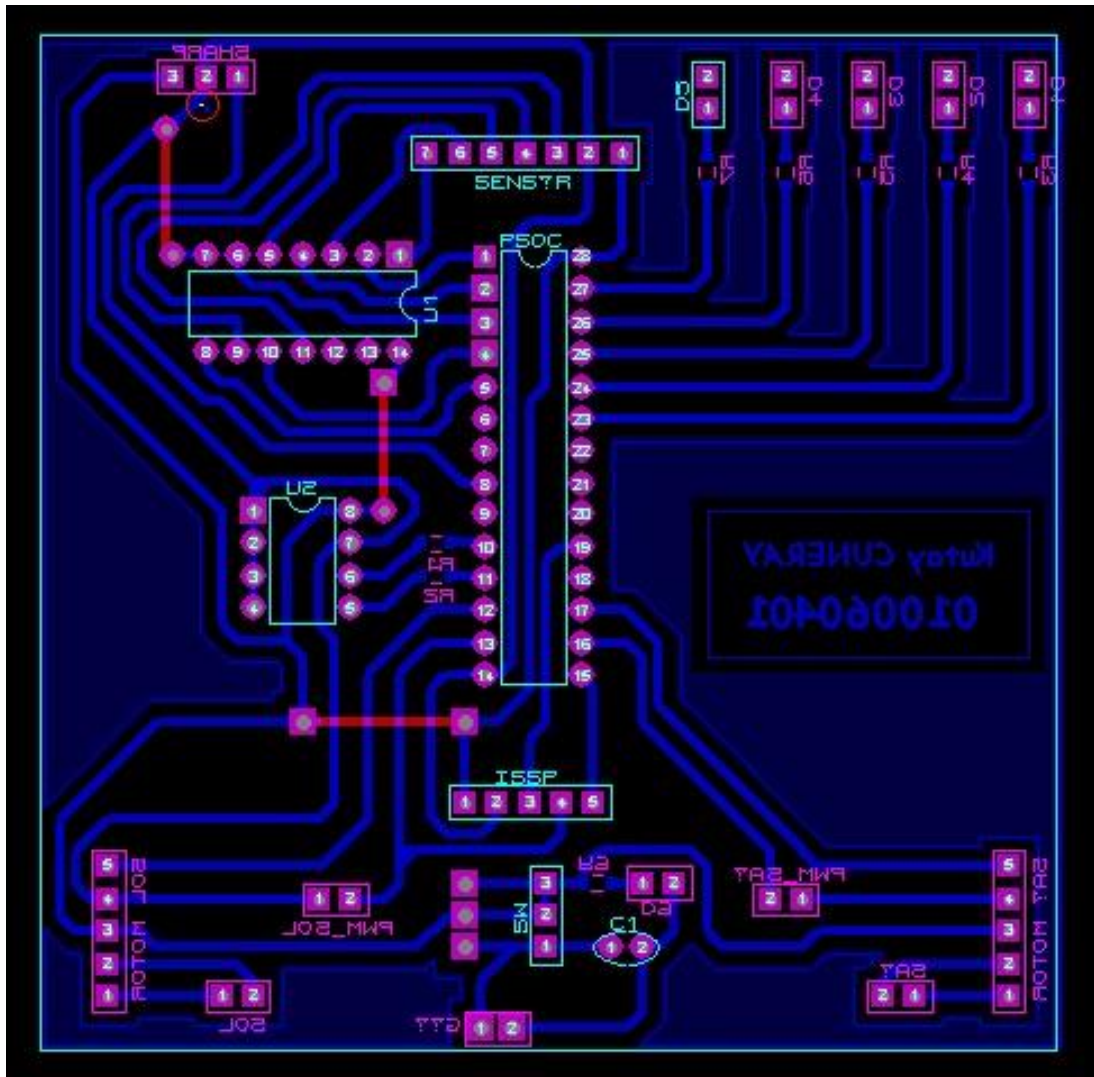
Şekil 4.7. Sensör katı yerleşme planı 3 boyutlu görüntüsü

4.2. Kontrol Modülü

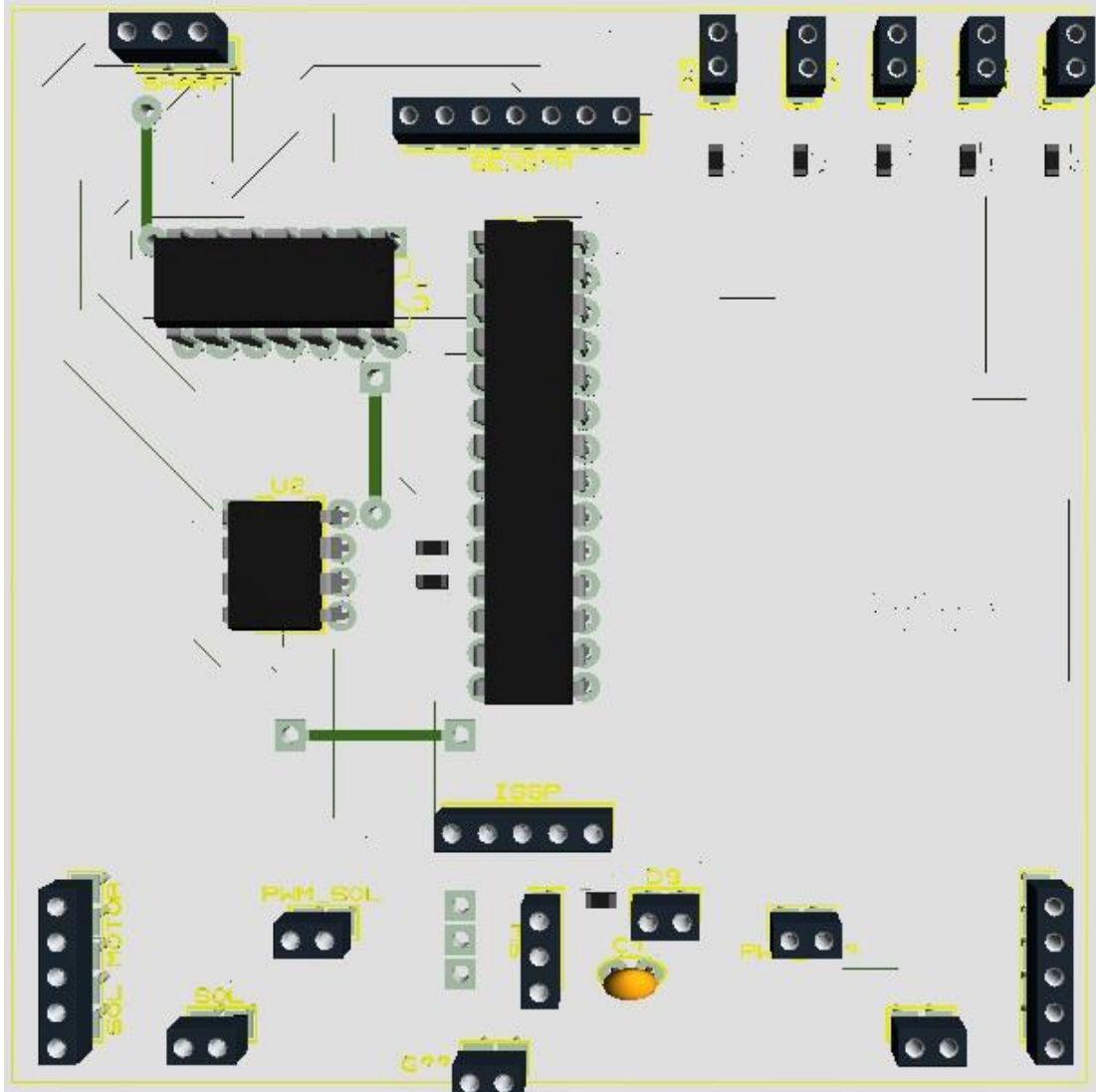
Kontrol modülü mobil robotumuzun kontrol edildiği ve yönlendirildiği bölümüdür. PSoC 1 mikrodenetleyicisi bütün kararları bu katta almakta ve ona göre mobil robotumuzun işlevini gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Harici E²PROM, sensörlere bağlı olarak çalışan ledler, cisim sensörü bu katta bulunmaktadır. Ayrıca kullandığımız enkoderlı motorlara bu modülden PWM sinyalleri gönderilmektedir.

Harici E²PROM mikrodenetleyicideki bilgileri güvenli bir şekilde hafızaya almak ve gerektiğinde kullanılması için tekrar mikrodenetleyiciye göndermek için kullanılmaktadır.

Cisim sensörü, mobil robotun önüne bir engel çıktığı zaman aktif olmaktadır. Bu sayede mobil robotumuzun önüne çıkan bir engelle çarpması engellenerek güvenli bir şekilde yolunu tamamlaması sağlanmaktadır.



Şekil 4.9. Kontrol kartı baskı devre çizimi

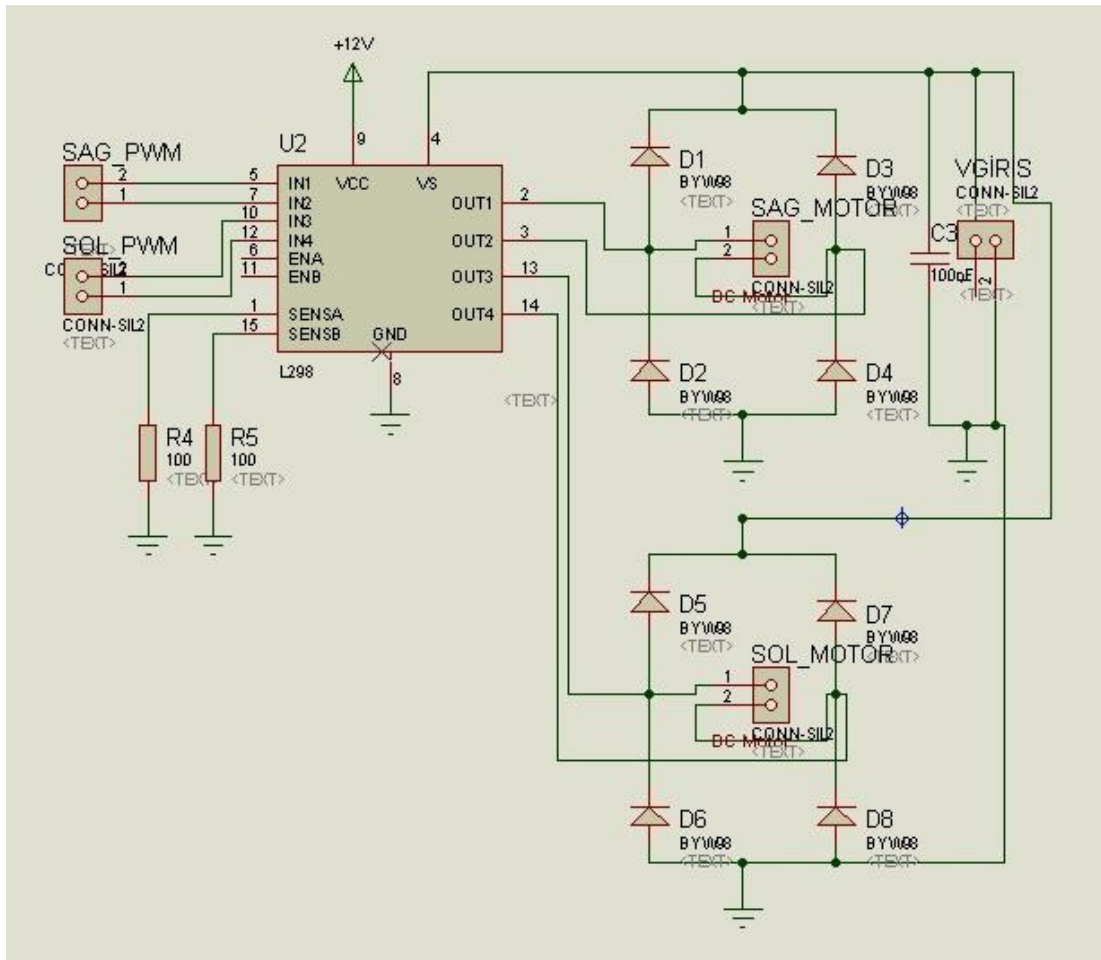


Şekil 4.10. Kontrol kartı yerleşme planı 3 boyutlu görüntüsü

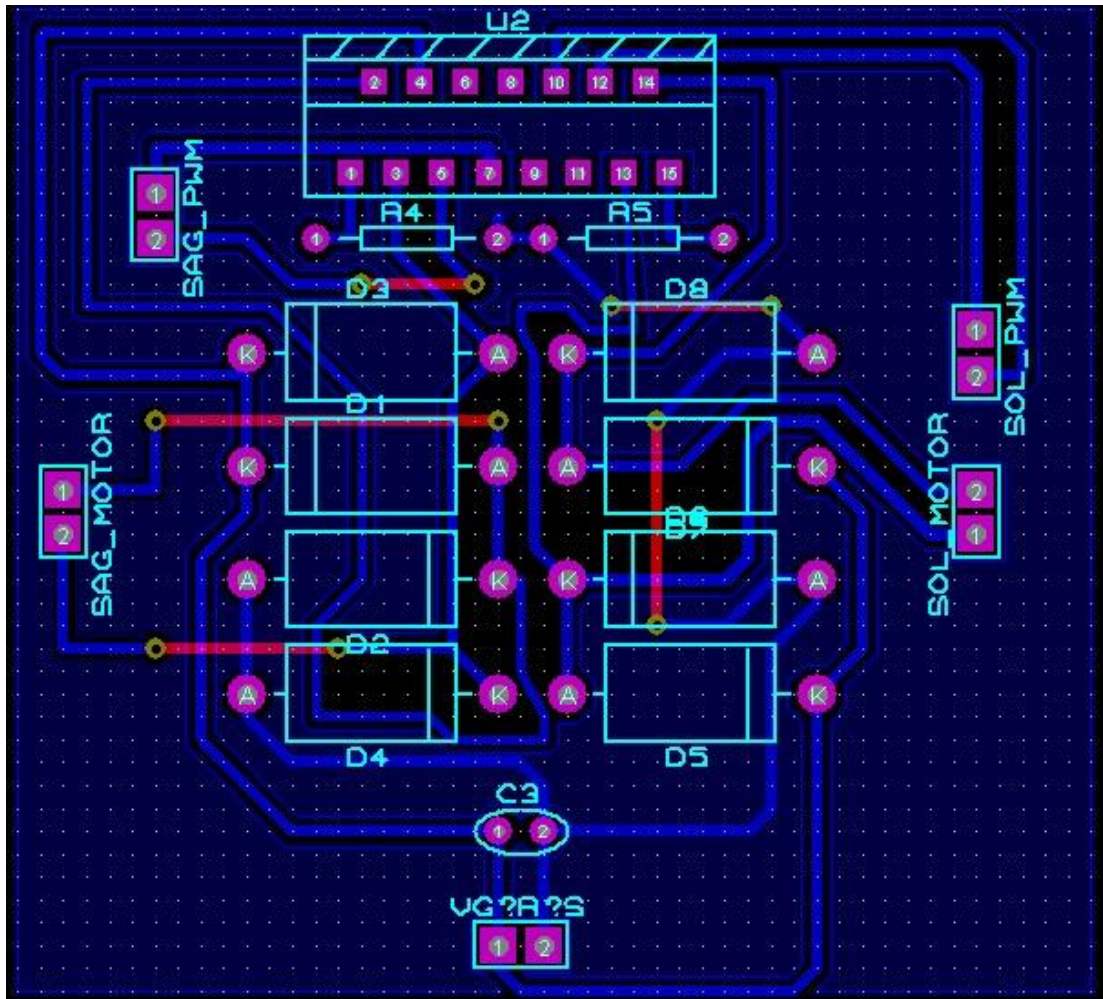
4.3. Motor Sürücü Modülü

Motor sürücü modülü, mobil robotumuzun PSoC 1 mikrodenetleyicisinden gelen bilgiye göre motorlarını hareket ettirmeye yarayan parçadır. Bu modülde motor sürücü olarak motorların çektiği akım göz önüne alınarak L298 motor sürücü entegresi kullanılmıştır. Motor sürücü kartının kontrol kartından ayrı bir şekilde oluşturulmasının en büyük nedeni PSoC 1 mikrodenetleyicisi 5 V ile çalışırken, motorların 12V ile çalışmasıdır. Kontrol kısmı ve motor sürücü kısmı aynı kartta tasarlandığı zaman farklı gerilimlerde çalıştırılsalar bile, motorun ilk çalışması

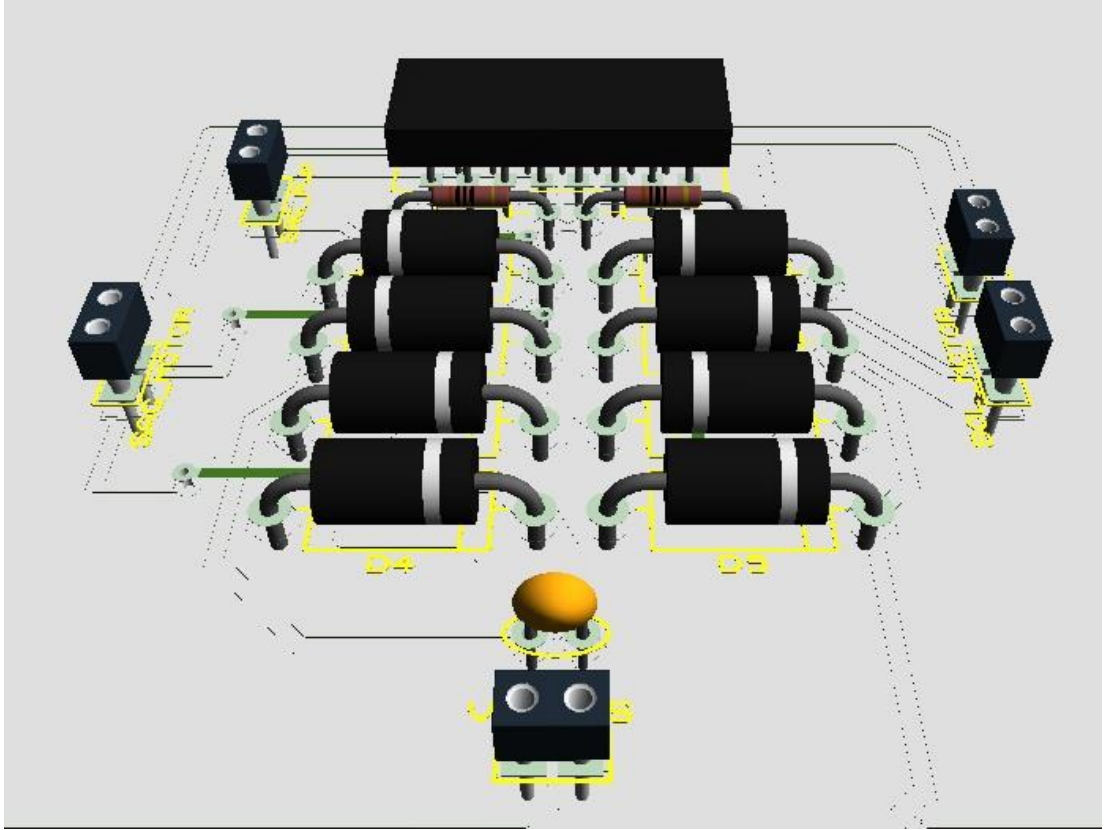
esnasında motorun devreden yüksek akım çekmesi nedeniyle PSoC 1 mikrodenetleyicileri bozulmaktadır. Deney sırasında bu nedenden ötürü 2 adet PSoC 1 mikrodenetleyicisi bozulmuştur. Bu nedenle motor sürücü kısmını ve kontrol kısmını ayırarak 2 farklı kart olarak tasarlanmıştır. Aşağıdaki şekillerde motor sürücü kartının devre şeması Şekil 4.11.'de, baskı devre çizimi Şekil 4.12.'de ve yerleşme planının 3 boyutlu görüntüsü Şekil 4.13.'de yer almaktadır.



Şekil 4.11. Motor sürücü kartı devre şeması



Şekil 4.12. Motor sürücü kartı baskı devresi



Şekil 4.13. Motor sürücü kartı yerleştirme planı 3 boyutlu görüntüsü

4.4. C Programlama Dilinde Yazılan Program

Yazılım işlemi PSoC 1 Designer programı içinde gerçekleştirilmiştir. Program, Assembly ve C programlarına izin vermektedir. Programlama dili olarak C programlama dili seçilmiştir. PSoC Designer programı C dilini Hi-Tech derleyicisi kullanarak derlemektedir. Yazılan programlar PSoC Programmer programı kullanılarak ISSP (Seri programlama) ile mikrodenetleyiciye yüklenmektedir.

Gerçekleştirilen yol ezberleyebilen mobil robot tasarımında aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilmiş ve programları yazılmıştır. Bunlar;

- Kızılötesi sensörlerden bilgi okuma,
- Sensörlerden okunan bilgiye göre ledlerin yakılması,

- Sensörlerden okunan bilgiye göre motorların hareket etmesi için PWM üretilmesi,
- Yol izleme işlevi esnasında bilgilerin Harici E2PROM'a gönderilmesi,
- Harici E2PROM'a gönderilen bilgilerin geri çağırılması ve motorların bu bilgilere göre hareket etmesi,
- Sharp cisim sensör bilgisini okuma ve motorlara bu bilgiye göre PWM üretme,

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzün endüstriyel gelişmelerine paralel olarak birçok yenilik ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu yeniliklerden en popüler olanlardan birisi de robotik teknolojisidir. Robotik teknolojisindeki en önemli yenilik şüphesiz ki robotun beyni olarak isimlendirilen mikrodenetleyicilerde meydana gelmektedir. Son yıllarda birçok çeşit mikrodenetleyici piyasaya sürülmüştür. Bu mikrodenetleyicilerden en çok göze çarpanlardan birisi de PSoC mikrodenetleyicileridir.

PSoC, mikrodenetleyiciler dünyasına yeni bir bakış açısı kazandırmış olup bakış açısını sürekli geliştirmektedir. PSoC mikrodenetleyicileri getirdikleri yenilikler sayesinde robotik teknolojisinde adlarından çokça söz ettireceklerdir. PSoC mikrodenetleyicileri içerisindeki programlanabilir analog yapı, filtreler ve kullanıcıya özgü tasarım seçeneklerinden ötürü ön plana çıkmaktadır. Bunlar göz ön alındığında biz de çalışmamızda teknoloji alanındaki yenilikler yakalanmaya çalışılmış ve bu yenilikler hakkında bilgi edinilerek ortaya yeni bir ürün çıkartmayı hedeflenmiştir.

Bunun sonucu olarak tez çalışmamızda geliştirebilir özellikte olan “yol ezberleyebilen mobil robot” tasarlanmıştır. Tasarlanan robotumuzda daha önce robotik yapımında pek kullanılmayan PSoC mikrodenetleyicisini kullanarak, robotik teknolojisinde PsoC’un 32 bit PWM üretme ve kullanıcıya özel olarak tasarlanabilen çıkışlar gibi avantajlarından faydalanılmıştır. PIC mikrodenetleyicilerle tek başına yapılamayan timer gibi işlemlerin PSoC mikrodenetleyicilerinde çok kolay bir şekilde gerçekleştirildiği görülmüştür.

Şerit izleme sistemini kullanarak yolunu ezberleyen ve daha sonra ezberlediği yolu giden mobil robotumuz geliştirilerek bir çok farklı alan için kullanılabilir. Örneğin fabrikalarda ürün taşıma sistemlerinde, hastanelerde hasta taşıma sistemlerinde, sokakta engelli vatandaşlarımızın gitmek istedikleri yerlere özel tasarlanmış tekerlekli sandalyelerle kolayca gidebilmelerinde vs. gibi birçok değişik alanda kullanılabilme özelliğine sahip olma imkânı verir.

Gerçekleştirilen PSoC ile yol ezberleyebilen mobil robot tasarımı çalışmasının belirli yollarda performans testleri gerçekleştirilmiştir. Performans testleri düz yol, 30° açılı dönüş, 45° açılı dönüş, 60° açılı dönüş, 90° açılı dönüş, çapı 70 cm olan yarım daire ve daire şeklindeki yollarda gerçekleştirilmiştir. Performans testlerinin gerçekleştiği yollar ekte verilmektedir.

2 metre uzunluğundaki düz yolda ardarda 10 kere test yapılmıştır. Gerçekleştirilen bu testler sonucunda mobil robot bütün düz yol testlerini eksiksiz bir biçimde tamamlayarak %100 başarı göstermiştir.

30° açılı dönüş için 10 adet test gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu 30° açılı dönüş testlerinin hepsini başarılı bir şekilde tamamlayarak %100 başarı göstermiştir.

45° açılı dönüş için 10 adet test gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu 45° açılı dönüş testlerinin hepsini başarılı bir şekilde tamamlayarak %100 başarı göstermiştir.

60° açılı dönüş için 10 adet test gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu 60° açılı dönüş testlerinin hepsini başarılı bir şekilde tamamlayarak %100 başarı göstermiştir.

90° açılı dönüş için 10 adet test gerçekleştirilmiştir. Testlerin hiçbirinde mobil robot yol izlerken 90° dönüşü gerçekleştirememektedir. Bu nedenle 90° açılı dönüş testlerinde mobil robot %0 başarı göstermiştir.

Çapı 70 cm olan yarım daire ve daire şeklindeki yollarda da 10 adet test gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen testler sonucunda tasarlanan mobil robot yok sayılabilecek hafif sapmalar haricinde %100'lük bir başarı oranı göstermiştir.

Testlerden de görüldüğü üzere mobil robot 90° açılı dönüş haricinde diğer bütün testleri başarı ile gerçekleştirmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere 90° açılı dönüşler gerçekleştirilen mobil robot için uygun değildir. Uygun olmamasının en önemli etkeni sensörlerin yerleşme planından ve yazılımdan kaynaklanmaktadır.

Eğer sensörleri doğru bir şekilde yerleştirip, yazılımında da gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra mobil robot 90° açılı dönüşü kolayca gerçekleştirebilir.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasının fiyat analizide yapılmıştır. Yapılan fiyat analizinde gerçekleştirilen mobil robot toplamda 325 TL'ye mal olmuştur.

KAYNAKLAR

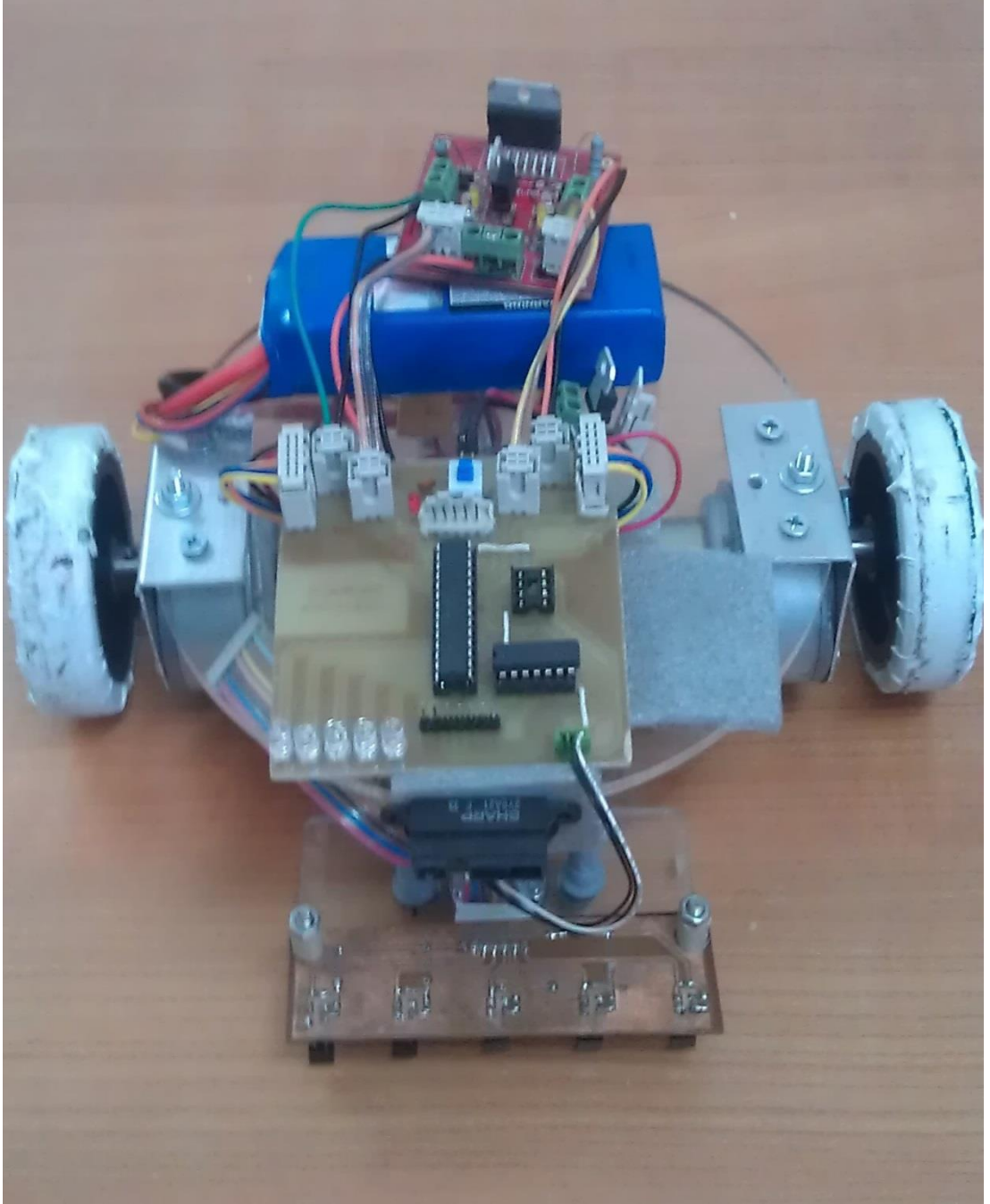
1. J. Wang, W. Chen, "Integration of PSoC Technology with Educational Robotics", *International conference on Field-Programable Technology, IEEE*, Beijing, 332-336 (2010)
2. İnternet : Tübitak Bilim ve Teknik "Robotik", <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/robotik/tanimlar.html>, (2012)
3. İnternet : Mekatronik Haber ve Forumu "Türkiye'de Endüstriyel Robotlar", <http://www.mekatronik.org/robotlar-robot-ce-itleri-robotlar-hakk-nda/turkiyede-endustriyel-robotlar>, (2012)
4. İnternet : Vikipedi internet ansiklopedisi "Robot", <http://tr.wikipedia.org/wiki/Robot>, (2013)
5. Hüseyin ÇOTUK, PIC MİKRODENETLEYİCİLER İÇİN GERÇEK ZAMANLI İŞLETİM SİSTEMİ (Yüksek Lisans Tezi), *Tobb Üniversitesi*, 6 (2008)
6. R. Ashbay, Designer Guide to the Cypress PSoC (Embedded Technology), *Newnes*, 17-43 (2005)
7. İnternet : PSoC Resmi anasayfası "PSoC" <http://www.cypress.com/psoc/>, (2012)
8. K.Cüneray,M.R. Canal, N.Topaloğlu, " PSoC 1 ile Elektronik Devreler için Deney Seti Gerçekleştirilmesi", *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, Elazığ, Turkey, 305-310 (2011)
9. İnternet : Wikipedia internet ansiklopedisi "PSoC", <http://en.wikipedia.org/wiki/PSoC>, (2013)
10. D. Tomanek, "What is PSoC", *International Conference onApplied Electronics (AE)*, California USA, 1803-7232: 1-4 (2010)
11. İnternet : Cihip internet sayfası "Programmable System on Chip", <http://cihip.com/konu/26/psoc-programmable-system-on-chip>, (2013)
12. M. Mashaghi, "Robotic Guide" , *Kanone Oloum Publication*, (2008)
13. İnternet : Cypress Semiconductor Corporation "CY8C29466 Datasheet", <http://www.cypress.com/?docID=45257>, (2013)

14. İnternet : Sparkfun “L298 Motor sürücü datasheet”,
https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf, (2013)
15. İnternet : L298 Motor Sürücü Entegresinin Kullanımı, İsmail Arslan, 2009 ,
robot.ee.hacettepe.edu.tr/Dosyalar/makaleler/L298.pdf, (2013)
16. İnternet : Fairchild Semiconductor Corporation “QRD1113 / QRD1114 Reflective Object Sensor Datasheet”,
<https://www.sparkfun.com/datasheets/BOT/QRD1114.pdf>, (2013)
17. İnternet : ST Electronics “24c64 Datasheet”,
http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/400/227040_DS.pdf, (2013)
18. İnternet : Sharp Corporation “Sharp 2Y0A21 Datasheet”,
http://www.sharpsma.com/webfm_send/1489, (2013)
19. İnternet : Freepist Uçak modelciliği “Lityum Polymer Bataryalar”
<http://www.freepist.com/ucak-modelciligi/elektrikli-ucus/lityum-polymer-bataryalar>, (2013)
20. İnternet : Wikipedia İnternet Ansiklopedisi “Pleksi”,
<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pleksi>, (2013)
21. L. Tang, S. Yuta, “Indoor Navigation for Mobile Robots Using Memorized Omni-Directional Images and Robot’s Motion”, *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, Switzerland, 269 - 274 (2002)
22. F. Diaz del Rio, G. Jimenes, J. L. Sevillano, C. Amaya, A. Civit Balcells, “A new method for tracking memorized paths: Application to Unicycle Robots” , *10 th IEEE Mediterranean conference on control and automation*, Lisbon, Portugal, 171 (2002)
23. E. Badreddin , “Associative Memory Implementation In Path-Planning For Mobile Robots” , *IEEE International Conference on Robotics And Automation*, USA, 14 -19 (1990)
24. K. Hasegawa, T. Ohkubo, K. Kobayashi, K. Watanabe, Y. Kurihara, “A study of real-time path planning for mobile robots based on environment recognition using omnidirectional images”, *SICE Annual Conference on 2010*, Taiwan, 2953-2956 (2010)

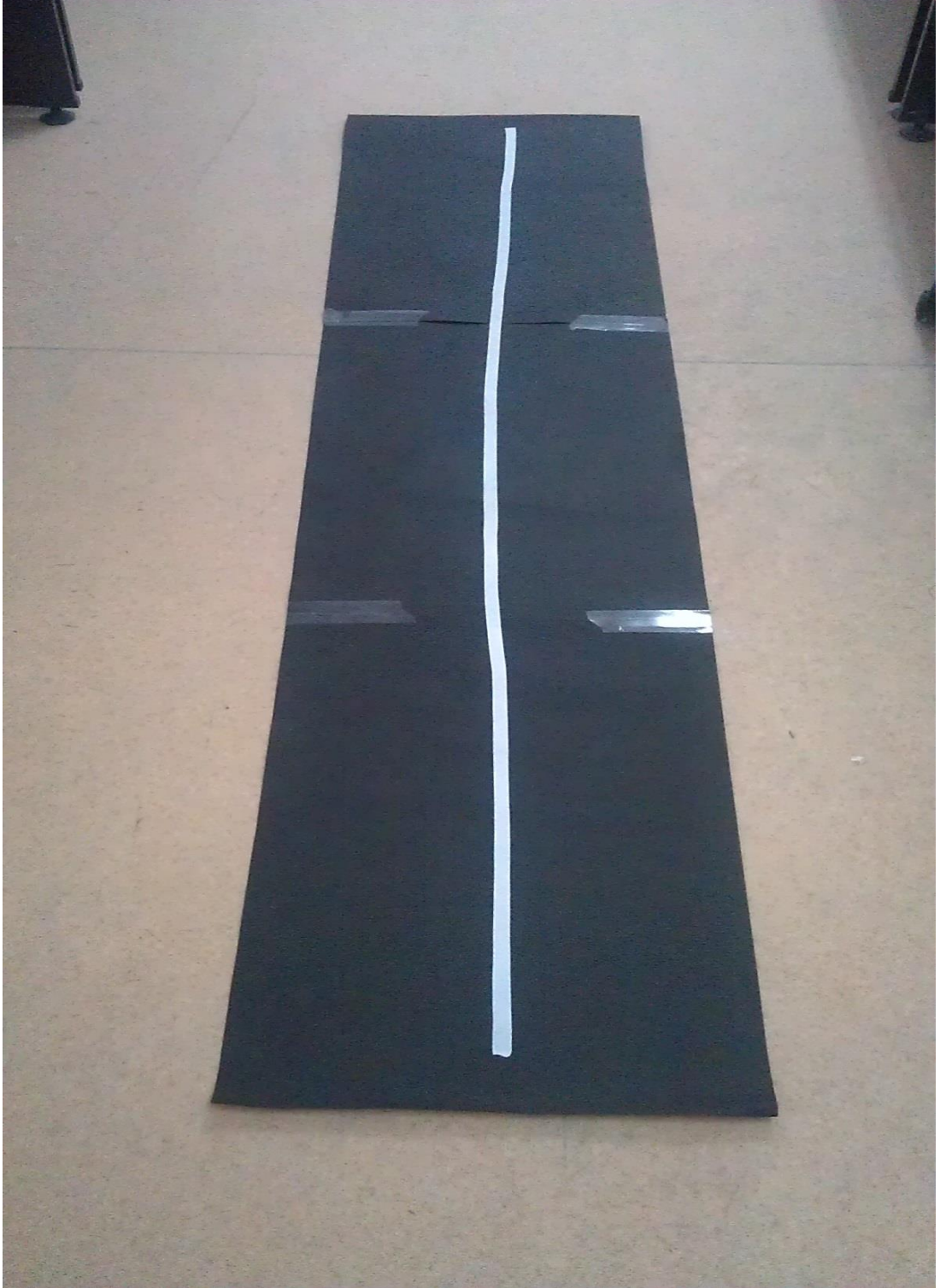
25. M. Pakdaman, M.M. Sanaatiyan, M.R. Ghahroudi, “A Line Follower Robot From Design to Implementation: Technical issues and problems” , *The 2nd International Conferance on Computer and Automotion Engineering (ICCAE)*, Singapore, 5-9 (2010)
26. D. Sivaraj, K. R. Radhakrishnan, A. Kandaswamy, J. Prithiviraj, S. Dinesh “Design of Automatic Steering Control and Adaptive Cruise Control of Smart Car”, *International Conference on VLSI, Communication & Instrumentation (ICVCI)*, India, 12-17 (2011)

EKLER

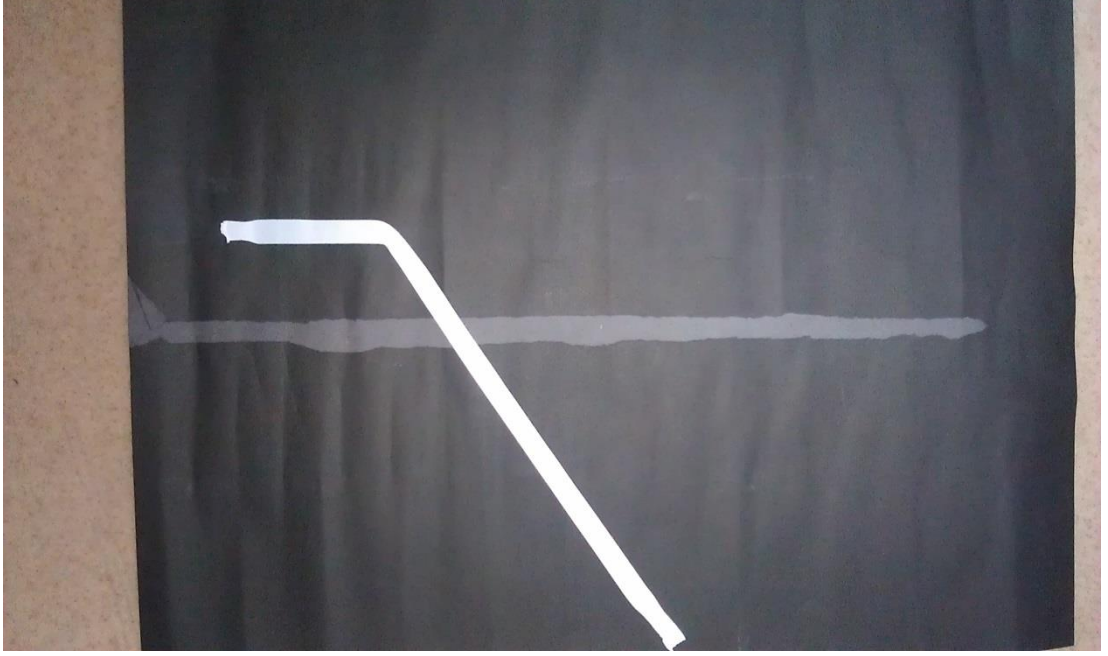
EK 1. PSoC ile tasarlanan yol ezberleyebilen robot



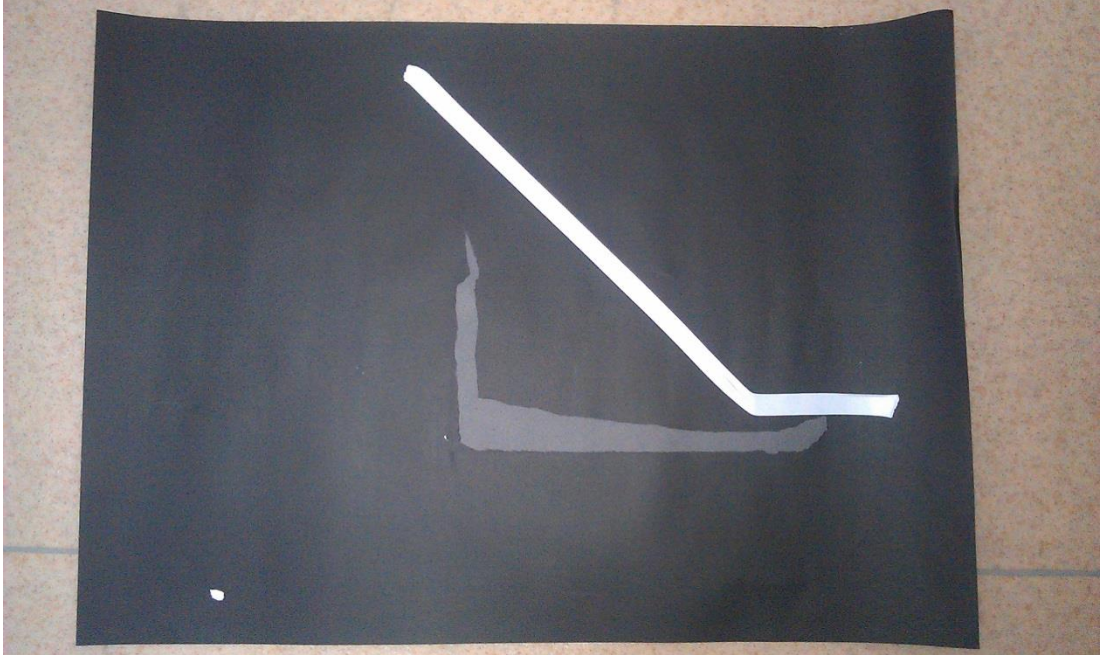
EK 2. Performans testinin gerçekleştirildiği 2 m'lik düz yol



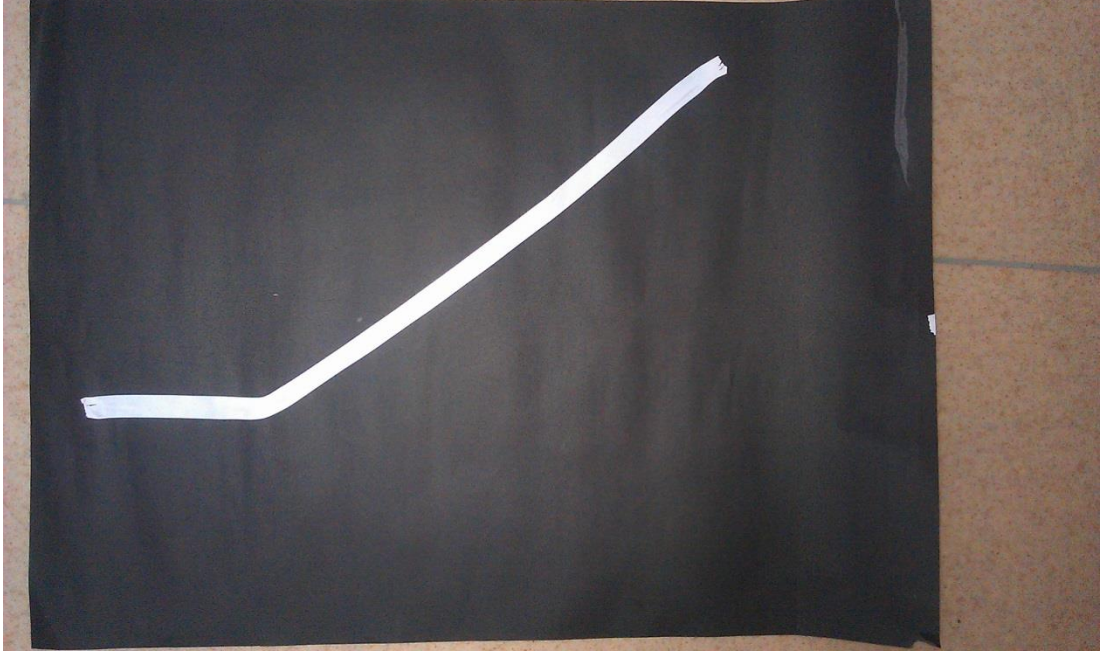
EK 3. Performans testinin gerçekleştirildiği 30° dönüşe sahip yol



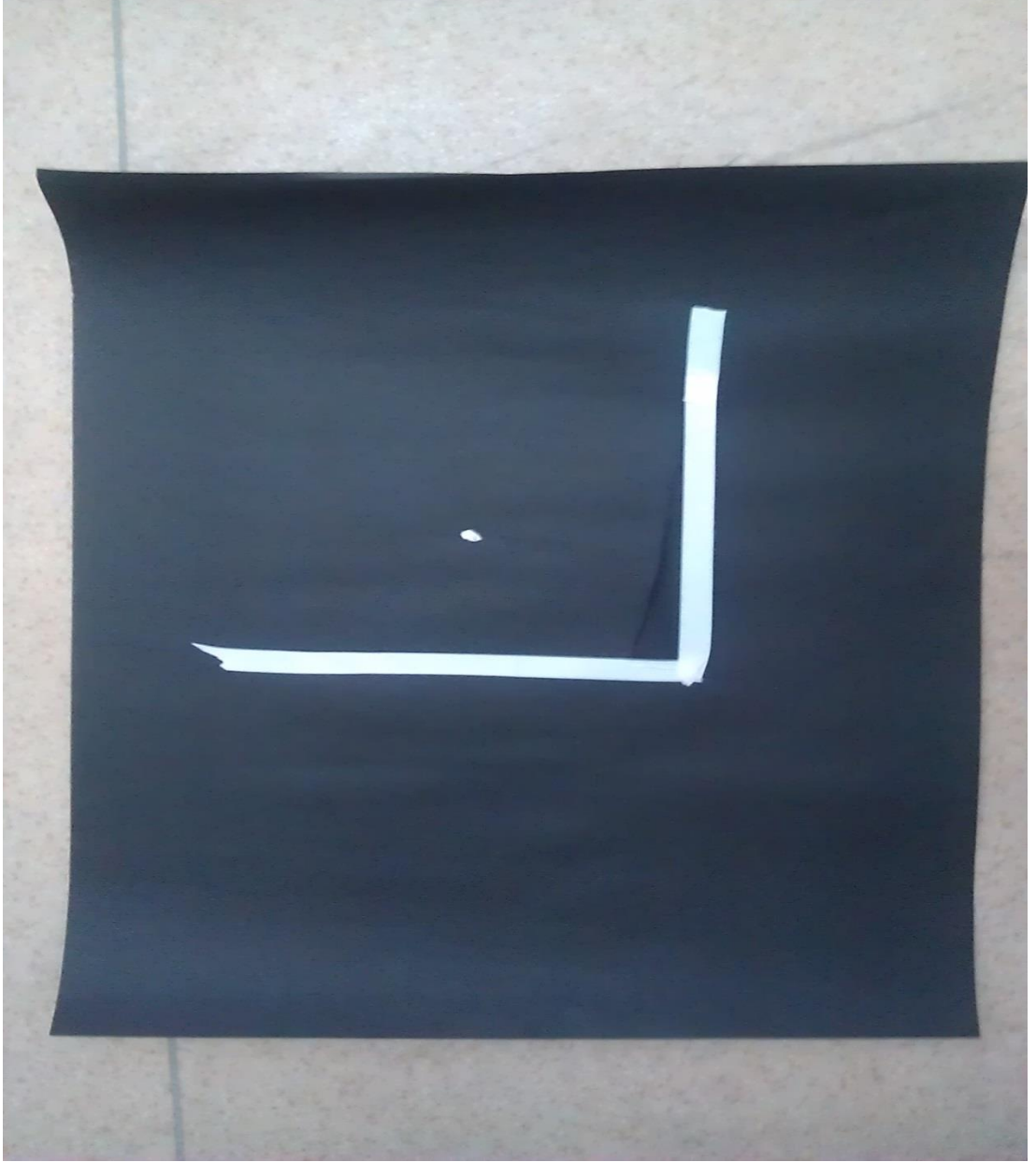
EK 4. Performans testinin gerçekleştirildiği 45° dönüşe sahip yol



EK 5. Performans testinin gerçekleştirildiği 60° dönüşe sahip yol



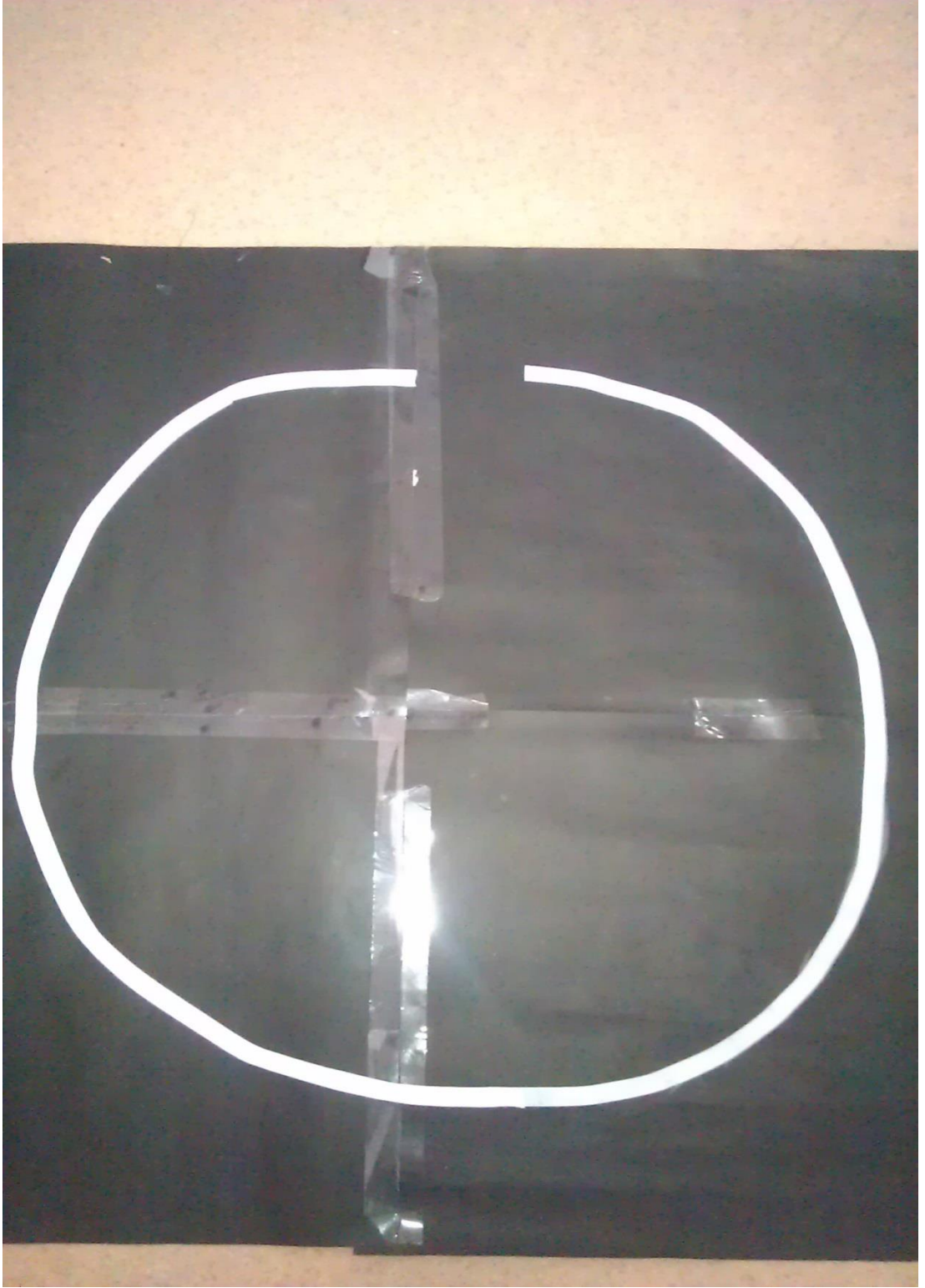
EK 6. Performans testinin gerçekleştirildiği 90° donüőe sahip yol



EK 7. Performans testinin gerçekleştirildiği yarım daire yol



EK 8. Performans testinin gerçekleştirildiği daire yolu



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : CÜNERAY, Kutay
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 18.11.1986 Altındağ
Medeni hali : Bekâr
Telefon : 0 (506) 238 20 40
e-mail : kutaycuneray@nevsehir.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniv. / Elektronik Öğretmenliği	2010
Lise	Türk Telekom Anadolu Teknik Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013 – Halen	Nevşehir Üniversitesi Avanos Meslek Yüksekokulu	Öğr. Gör.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Cüneray K., Canal M.R., Topaloğlu N., “PsoC 1 ile Elektronik Uygulamaları için Deney Seti Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi”, **6. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu**, Syf. 305-310, 16-18 Mayıs 2011, Elazığ/Türkiye.