

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI**

**ARDUINO-ARM UYUMLU ESNEK YAPILI
MİKRODENETLEYİCİ EĞİTİM SETİ TASARIMI VE
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PELİN KESLER

DENİZLİ, TEMMUZ - 2021

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI
ELEKTRİK MAKİNELERİ



ARDUINO-ARM UYUMLU ESNEK YAPILI
MİKRODENETLEYİCİ EĞİTİM SETİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PELİN KESLER

DENİZLİ, TEMMUZ - 2021

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

PELİN KESLER

ÖZET

**ARDUINO-ARM UYUMLU ESNEK YAPILI MİKRODENETLEYİCİ
EĞİTİM SETİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
PELİN KESLER
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK MAKİNELERİ
(TEZ DANIŞMANI:PROF. DR. YUSUF ÖNER)**

DENİZLİ, HAZİRAN - 2021

Bu tezde, Arduino kartları (UNO, Mega) ve PinARM-STM32F407 (ARM) kartlarının aynı platform üzerine takılıp çıkarılabildiği, modüler ve esnek yapılı bir eğitim setinin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Farklı mikrodenetleyici kartların ana eğitim setine takılıp sökülerek farklı uygulama modülleri üzerinden deneylerin yapılabilmesi, bu sete esneklik kazandırmıştır. Burada, özellikle, çok sayıda mikrodenetleyici entegreleri ile ortak çalışabilen bir geliştirme platformu üzerinde çok sayıda deney ve prototip yapabilmek, eğitim sürecini hızlandırmak ve farklı işlemciler ve çok sayıda mini uygulama modülleri için tek ana eğitim ünitesi kullanımıyla düşük maliyetli bir eğitim seti oluşturmak amaçlanmıştır.

Deney setiyle birlikte hazırlanan uygulama kodlarıyla, mikrodenetleyici öğrenciler için temel düzeyde Arduino ile başlatılıp profesyonel düzeyde ARM programlamaya çıkartılması bu çalışmanın bir diğer hedefidir. Deney kartının özel tasarıma sahip olması, daha önceden Arduino ile çalışan ve mevcutta kartı bulunan öğrencilere de imkân tanımaktadır. Bu set üzerinde hangi mikrodenetleyicinin kullanılacağı tamamen kullanıcının bilgi düzeyi, tecrübesi ve tercihine bağlıdır.

Bu tezde, uygulama modüllerinin hem dahili hem de harici olarak bulunduğu, harici uygulama modüllerinin ise eğitim seti üzerine takılıp çıkarılabildiği, kontrol yazılımlarının bilgisayar üzerinden gerçekleştirileceği bir eğitim seti tasarımı ve üretimi gerçekleştirmiştir. Farklı firmalara ve mikrodenetleyiciye sahip birçok deney setinin halihazırda piyasada bulunmasına rağmen, bu tezde sağlanan özelliklere sahip herhangi bir eğitim seti piyasada bulunmamaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Mikrodenetleyici, eğitim seti, yazılım, uygulama

ABSTRACT

FLEXIBLE STRUCTURE MICROCONTROLLER TRAINING SET WITH ARDUINO-ARM COMPATIBILITY

MSC THESIS

PELİN KESLER

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

ELECTRICAL MACHINES

(SUPERVISOR:PROF. DR. YUSUF ÖNER)

DENİZLİ, JUNE 2021

In this study, a modular and flexible training set has been designed, in which Arduino cards (UNO, Mega) and ARM STM32F407 Discovery cards can be installed and removed on the same platform. The ability to perform experiments on different application modules by attaching and removing different microcontroller cards from the main training set has added flexibility to this set. In particular, it is aimed to make many experiments and prototypes on a development platform that can cooperate with many microcontroller integrations, to accelerate the training process and to create a low-cost training set by using a single main training unit for different processors and many mini application modules.

With the application codes prepared with the experimental set, the students who will learn microcontrollers are started with Arduino at the basic level and started to use ARM programming at the professional level. The special design of the experiment board also allows students who previously worked with Arduino and who already have the board. Which microcontroller will be used on this set completely depends on the user's knowledge level, experience and preferences.

In this thesis, he designed and produced a training set in which the application modules can be installed both internally and externally, external application modules can be attached and removed on the training set, and the control software will be carried out on the computer. Although many experimental sets with different companies and microcontrollers are already on the market, the examples provided in this thesis are, there is no training set with these features in the market.

KEYWORDS: Microcontroller, training set, software, application

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	9
2. YAPILAN AKADEMİK ÇALIŞMALAR.....	13
3. MİKRODENETLEYİCİ TABANLI GELİŞTİRME SETLERİ	16
3.1 Mikroişlemciler	16
3.2 Mikrodenetleyiciler	16
3.3 Mikrodenetleyici Eğitim Setleri	17
3.3.1 MikroE MCU EasyPIC7 Geliştirme Kartı.....	18
3.3.2 Ms V2 Mikrodenetleyici Eğitim Seti.....	19
3.3.3 STM32 ARM için MikroLAB Geliştirme Kartı.....	20
4. ARDUİNO-ARM UYUMLU ESNEK YAPILI EĞİTİM SETİ.....	22
4.1 Eğitim Seti Sistem Genel Yapısı	22
4.2 Arduino UNO R3 Mikrodenetleyici Kartı.....	25
4.2.1 ATmega328 Mikrodenetleyicisi	26
4.3 Arduino Mega 2560 R3 Mikrodenetleyici Kartı	28
4.4 PinARM-STM32F407 Mikrodenetleyici Kartı	29
5. EĞİTİM SETİNE GÖMÜLÜ UYGULAMA MODÜLLERİ	34
5.1 Besleme Katı	34
5.2 Tuş Takımı	37
5.3 Analog Katı	40
5.4 7 Segment Display.....	42
5.5 2x16 Karakter LCD	43
5.6 BarLED	45
6. SİSTEM HABERLEŞME PROTOKOLLERİ.....	47
7. HARİCİ - PnP UYGULAMA MODÜLLERİ.....	50
7.1 Nem Sensör Modülü.....	50
7.2 RGB (Red-Green-Blue) Modülü	52
7.3 Servo Motor Modülü	54
7.4 OLED Modülü.....	56
7.5 DC Motor Modülü.....	57
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
9. KAYNAKLAR.....	62
10. EKLER.....	66
11. ÖZGEÇMİŞ.....	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3. 1: Mikrodenetleyici blok diyagramı.....	16
Şekil 3. 2: MikroE MCU EasyPIC7 Geliştirme Kartı	18
Şekil 3. 3: Ms V2 Mikrodenetleyici Eğitim Seti	19
Şekil 3. 4: STM32 ARM için MikroLAB Geliştirme Kartı	20
Şekil 4. 1: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti blok şeması.....	23
Şekil 4. 2: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti KiCad PCB çizimi.....	24
Şekil 4. 3: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti	25
Şekil 4. 4: Arduino UNO R3 mikrodenetleyici kartı	26
Şekil 4. 5: ATmega328 mikrodenetleyicisi pin yapısı.....	27
Şekil 4. 6: ATmega328 mikrodenetleyicisi PDIP kılıf uç tanımlamaları	27
Şekil 4. 7: Arduino Mega 2560 R3 mikrodenetleyici kartı.....	29
Şekil 4. 8: ARM Cortex®-M4 STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi	30
Şekil 4. 9: STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi pin konfigürasyonu	30
Şekil 4. 10: PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı KiCad şematik çizimi	31
Şekil 4. 11: PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı.....	32
Şekil 5. 1: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti düşük gürültülü kurulu güç kaynağı tasarımı şematik çizimi	34
Şekil 5. 2: VCC jumper ile seçilecek gerilim seviyelerinin tasarımının şematik çizimi verilmiştir.	35
Şekil 5. 3: TPS22810 entegresi	35
Şekil 5. 4: TPS22810 entegresi şematik çizimi.....	35
Şekil 5. 5: LM2576-ADJ Voltaj regülatörü	36
Şekil 5. 6: LM2576-ADJ Voltaj regülatörü şematik çizimi.....	36
Şekil 5. 7: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti besleme katı.....	36
Şekil 5. 8: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki butonların şematik çizimi	37
Şekil 5. 9: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti buton takımına ait LED şematik çizimleri	38
Şekil 5. 10: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti buton takımı.....	38
Şekil 5. 11: Buton takımına ait 8’li DIP-Switch şematik çizimi.....	39
Şekil 5. 12: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde buton takımı besleme kontrolü sağlayan 8’li DIP-Switch	39
Şekil 5. 13: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde yer alan buzzer şematik çizimi	40

Şekil 5. 14: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde tuş takımının yanında konumlandırılmış buzzer	40
Şekil 5. 15: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti analog modüle ait 5 adet potansiyometre şematik çizimi	41
Şekil 5. 16: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti analog modüle ait LDR şematik çizimi.....	41
Şekil 5. 17: Eğitim seti üzerindeki Analog modül ve analog modüle ait 8’li DIP-Switch.....	42
Şekil 5. 18: Eğitim seti üzerinde yer alan 7 segment display modül şematik çizimi	43
Şekil 5. 19: Eğitim seti üzerindeki 7 segment display modülü	43
Şekil 5. 20: 2x16 karakter LCD ve pinleri	44
Şekil 5. 21: Eğitim seti üzerinde yer alan 2x16 karakter LCD şematik çizimi .	45
Şekil 5. 22: Eğitim seti üzerinde yer alan LCD modül	45
Şekil 5. 23: Eğitim seti üzerindeki BarLED modüle ait şematik çizim	46
Şekil 5. 24: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde konumlandırılmış BarLED modül	46
Şekil 6. 1: CP2102 entegresi şematik çizimi.....	48
Şekil 6. 2: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki haberleşme modülü şematik çizimi	49
Şekil 6. 3: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki haberleşme modülü.....	49
Şekil 7. 1: Nem Sensör Modülü şematik çizimi ve pin bağlantıları	51
Şekil 7. 2: Nem Sensörü Modül	52
Şekil 7. 3: Nem Sensör Modülünün eğitim seti üzerine takılması.....	52
Şekil 7. 4: RGB Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları	53
Şekil 7. 5: RGB Modül	54
Şekil 7. 6: Servo Motor Modülü şematik çizimi ve pin bağlantıları.....	55
Şekil 7. 7: Servo Motor Modül	55
Şekil 7. 8: OLED Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları	57
Şekil 7. 9: OLED Modül	57
Şekil 7. 10: L293D entegresi	58
Şekil 7. 11: 4 adet transistörden oluşan H-köprüsü devresi	58
Şekil 7. 12: DC Motor Modül	59

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1: Firmalar ve mikrodenetleyiciler.	17

SEMBOL LİSTESİ

mA	:	Mili Amper
V	:	Volt
MHz	:	Mega Hertz
PWM	:	Pulse Width Modulation
DAC	:	Digital to Analog Converter
RTC	:	Real Time Clock
RAM	:	Random Access Memory
ROM	:	Ready Only Memory
STEM	:	Science, Technology, Engineering and Mathematics
ARM	:	Acorn RISC Machine
DC	:	Direct Current
LCD	:	Liquid Crystal Display
USB	:	Universal Serial Bus
TTL	:	Transistor-Transistor Logic
UART	:	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
SPI	:	Serial Peripheral Interface
MEGEP	:	Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi
ADC	:	Analog Digital Converter
CPU	:	Central Processing Unit
MİB	:	Merkezi İşlem Birimi
CAN	:	Controller Area Network
SD	:	Secure Digital
TFT	:	Thin Film Transistor
OLED	:	Organic Light Emitting Diode
PCB	:	Printed Circuit Board
SCL	:	Serial Clock
SDA	:	Serial Data
RGB	:	Red Green Blue

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında her türlü desteği sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Yusuf ÖNER başta olmak üzere teknik desteklerinden dolayı Öğr. Gör. Erkan KARAKAŞ ve Öğr. Gör. Arda KILIÇ'a, maddi ve manevi desteklerinden dolayı Doç. Dr. Selami KESLER'e ve Sayın Metin ERSÖZ'e teşekkürü borç bilirim.

1. GİRİŞ

Yeni endüstri devriminin önemli bir parçası olarak adlandırılan Maker Hareketinin doğuşunun nedenleri arasında teknolojinin ucuzlaması ve internetin yaygınlaşması gösterilmektedir. Teknoloji ile “Kendin yap” kültürünün birleşmesinden oluşan bu hareket, kişilerin tüketimden üretime geçmesi, yeni ürünler geliştirmesi, yaratıcılığını ve inovatif düşüncelerini kullanması, aynı eğilimdeki diğer kişilerle bir araya gelmesi anlamını taşımaktadır. Gelişen dünyanın lokomotifleri olarak kabul edilen yazılım teknolojilerinin ve elektronik kart tasarımlarının önemi bu yüzden her geçen gün daha da artmaktadır.

STEM (Science - Fen, Technology - Teknoloji, Engineering – Mühendislik, Mathematics -Matematik) eğitim sistemi teknik olarak ülkemizde ilköğretim çağından itibaren uygulanmaktadır. Ancak 2011 yılından itibaren ABD’den yayılan popüler bir eğitim sistemi olarak ismi STEM olarak devşirilmiş olup, dünyada birçok okulda (ülkemizde de aynı isimle eğitim sistemini uygulayan okullar mevcuttur) uygulanmaya başlamış bir eğitim sistemidir. Bu sistem sayesinde, öğrencilere Fen bilimleri, Matematik gibi dersleri ezber sisteminden çıkartıp bilgilerin gerçek yaşamda uygulanabilirliği ve problem çözme tekniklerinin/metotlarının geliştirilmesi, merak, araştırma ve yaratıcılık özelliklerinin öne çıkartılması hedef alınmaktadır.

Teknolojinin bir nevi ayak izi olan cihazların özellikle akıllı telefon, tablet bilgisayar, her tür elektrikli araç bileşenleri gibi yüksek performans gerektiren son kullanıcı ürünlerinin birçoğunda ve bu uygulamalara yönelik platformlarda mikrodenetleyiciler kullanılmaktadır.

Mikrodenetleyiciler bilim ve mühendisliğin hemen hemen her alanında gömülü sistem olarak kontrol amaçlı kullanılmaktadır (Montanez 2005).

Mikrodenetleyicilerin çok yaygın olarak kullanımı bu konunun lisans ve ön lisans eğitiminde ağırlıklı olarak verilmesini gerektirmektedir. Bu dersin verilmesinde ise hem donanım hem de yazılım kısmının birlikte koordineli bir şekilde verilmesi büyük önem arz etmektedir. Bunun için mikrodenetleyicinin öğrenilmesini kolaylaştırmaya yönelik birçok çalışma yapılmaktadır (Bay ve Görgünoğlu 2002).

Mühendislik ile teknik eğitimde, teorik bilgiler öğrencilere verildikten sonra, konu ile ilgili uygulamalar ve bu uygulamalara dayalı analizlerin yapılması büyük önem taşır. Mühendislik eğitimi öğrencileri için pratik deneyim sağlamanın klasik yolu, laboratuvar temelli sistemler kullanmaktır (Kaya 2006).

Bununla birlikte herhangi bir lisans ücreti gerektirmeyen açık kaynak kodlu yazılım ve işletim sistemleri “kendin yap” sektöründe daha çok tercih edilmektedir. Bu anlamda “deneyap” ya da “kendin yap” platformlarında düşük maliyetli ve açık kaynak kodlu işletim sistemlerine uygun Arduino ve ARM gibi mikrodenetleyicilerin kullanılabilirdiği kart tasarımı ve yazılım platformlarının geliştirilmesi, sözü edilen pazarın önemli bir payını oluşturmaktadır. Bu kartları ve yazılımları kullanabilen ve geliştirebilen kalifiye iş gücünün istihdam bakımından daha avantajlı olacağı ise çok açık görünen bir durumdur. Gelecekte böyle bir istihdam oluşturabilmek için son zamanlarda ilkokul, ortaokul ve liselerde yaygınlaşan yazılım ve kodlama eğitimlerine hız verilmiştir. İlkokul, ortaokul ve liselerde yaygınlaşan yazılım ve kodlama eğitimleri bu alandaki ihtiyacı ortaya koymaktadır. Maker hareketi ile özellikle elektronik ve robotik alanda gençlerin sayısının gün geçtikçe arttığı ülkemizde, araştırmalar yapan, kendi kendine öğrenerek öğrendiklerini pratiğe döken, üretken ve geliştirici bir bilgi toplumu meydana getirmek için yeni eğitim araçları geliştirmek eğitimcilerin ve mühendislerin bir görevi olmalıdır. Bu sebeple eğitim imkanlarının artırılması ve yaygınlaştırılması için mikrodenetleyici yazılımı konusunda modüler, farklı mikrodenetleyicilerle kullanılabilen esnek yapıları eğitim setlerine ihtiyaç vardır. Bu, eğitimin maliyeti ve süreci bakımından oldukça önemlidir.

Mikrodenetleyicili sistemlerin endüstrinin her dalında istihdam modeli oluşturmasının farkına varan eğitim yöneticileri, mikrodenetleyicilerin çalışmasını ve programlanmasını öğretmenin veya öğrenmenin birinci yolunun mikrodenetleyici eğitim setlerinin kullanımı olduğunu görmüşlerdir. Türkiye'nin bu konudaki ilk çalışması, Millî Eğitim Bakanlığı'nın Dünya Bankası ile birlikte gerçekleştirdiği Mesleki Eğitim Projesi adı altında, bünyesinde Elektronik Bölümü bulunan Meslek Liselerine eğitim amaçlı mikrodenetleyici setlerinin alınması olmuştur. Aynı kapsamda, 1994 yılında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yürütülen Endüstriyel Okullar Projesiyle, çeşitli meslek alanlarında ihtiyaç duyulan 42 adet yabancı teknik ders kitabının tercüme hakları satın alınmıştır. Bu proje kapsamında mikrodenetleyici konusunu anlatan ve yararı inkâr edilemeyecek ölçekte kitap tercüme yapılmıştır. Bu süreç, 1997 yılında YÖK'ün Dünya Bankası ile yaptığı Endüstriyel Eğitim Projesi kapsamında, Teknik Eğitim Fakültelerinin Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümlerine ve Meslek Yüksek Okullarının Elektronik ve Bilgisayar donanımıyla ilgili bölümlerine eğitim amaçlı mikrodenetleyici deney setleri alınmasıyla devam etmiştir (Kaya 2006).

ARM denetleyicileri ve yazılımı konusunda ülkemizde eğitim içeriğinin az sayıda olması ve mevcut eğitim seti ürünlerin fiyatlarını yüksek olması, bu konuda eğitim seti çalışmasını zorunluluk haline getirmiştir. Maker hareketiyle, özellikle yazılım anlamında

kullanımı kolay olan Arduino denetleyicileri yaygınlaşmıştır. Bu denetleyiciler öğrencileri bir noktaya kadar taşıyabilmektedir. Profesyonel elektronik kart yazılımı ve tasarımı yapmak isteyen öğrenciler, maliyet/performans oranı ve çekirdek gücü-mimarisi nedeniyle ARM mikrodenetleyicilerine yönelmek zorunda kalmışlardır. Bu tezde tasarımı gerçekleştirilen eğitim seti başlangıç seviyesinden profesyonel yazılım ve tasarıma geçişi de hızlandırarak süreci kolaylaştırmaktadır.

Bu çalışmada, kullanım bakımından daha pratik, öğrenme bakımından daha kolay, zaman kazandıran, prototipleme sürecini hızlandıran, verimli ve arıza yapma ihtimali oldukça düşük bir mikrodenetleyici deney seti tasarımı hedeflenmiştir. Bu tasarım gerçekleştirilirken deney seti, özellikle Arduino kartları (UNO, Mega) ve PinARM-STM32F407 kartlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Farklı mikrodenetleyici kartların eğitim setine takılıp sökülerek gömülü ve harici uygulama modülleri üzerinden deneylerin yapılabilmesi bu eğitim setini esnek ve modüler kılmıştır.

Mikrodenetleyici öğrencilerinin temel düzeyde Arduino ile başlatılıp profesyonel düzeye ARM programlamaya çıkartılması hedeflendiğinden eğitim sürecine faydası olacağı kanaatiyle açık kaynak kodlu uygulama çalışmaları da hazırlanmış olup örnek modül uygulama föyleri bu tezin Ekler kısmında sunulmuştur. Diğer taraftan, eğitim setinin özel tasarıma sahip olması, daha önceden Arduino ile çalışan ve mevcutta kartı bulunan öğrencilere de eğitimini sürdürme imkânı tanımaktadır. Setin hangi mikrodenetleyici ile kullanılacağı tamamen öğrenciye bırakılmıştır. Uygulama modüllerinin hem dahili hem de harici olarak bulunduğu, harici uygulama modüllerinin ise eğitim seti üzerine takılıp çıkarılabildiği, kontrol yazılımlarının bilgisayar üzerinden gerçekleştirileceği bir eğitim seti hazırlanmıştır.

Farklı firmalara ve mikrodenetleyiciye sahip birçok deney setinin halihazırda piyasada bulunmasına rağmen, bahsi geçen özelliklere sahip eğitim seti bulunmamaktadır. Piyasada bulunan eğitim setlerinin ortak özellikleri, uygulama modülleri arasındaki bağlantıların soketler veya kablolarla sağlanmasıdır. Uygulama değişikliğine gidildiğinde modüller arasındaki bağlantıların yeniden yapılması gerekmektedir. Bağlantıların yeniden yapılması uygulamada yazılımsal aşamaya geçişi zorlaştırmakta aynı zamanda bağlantılarda oluşabilecek pek çok hataya da sebep olmaktadır. Yapılan bağlantı hataları, deney setindeki modüllerin veya kullanılan mikrodenetleyicinin arızalanmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca, piyasada bulunan eğitim setleri tek mikrodenetleyiciyi desteklemekte ve sadece Arduino eğitim seti, sadece PIC eğitim seti veya sadece ARM eğitim seti olarak ayrı ayrı sunulmaktadır. Yeni bir mikrodenetleyici ile çalışılmak istendiğinde yeni bir set alma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Maliyetin katlanması öğrenciler ve eğitim kurumları açısından büyük bir dezavantajdır. Tüm

bu dezavantajlar göz önüne alınıp bu tez çalışmasında, sözü edilen olumsuzluklar giderilerek, bu amaçla mikrodenetleyici portları ve deney modülleri arasındaki bağlantıyı gerçekleştirebilecek elektronik ve mekanik bir anahtarlama sistem tasarımı da eğitim seti ana modülüne eklenmiştir. Bu sayede, yapılacak her türlü uygulama için hiçbir kablolama yapılmamaktadır. Diğer yandan, esnek yapılı eğitim seti, gömülü sistem yazılımı uygulamalarının pratik olarak geliştirilmesine imkân sağlayacaktır. Esnek bir tasarıma sahip olarak gerçekleştirilen bu eğitim seti birçok mikrodenetleyici ailesi ile kullanılabilir. Bu kapsamda, yeni kart ve uygulama modülleri ayrı ayrı parçalar halinde edinilebilen ve tek bir platform üzerinde birden çok mikrodenetleyici ve modülün kullanılabildiği bir eğitim seti, ortaöğretimden üniversiteye kadar geniş kapsamlı bir kullanıcı hedef kitlesine hitap etmektedir. Aynı zamanda, tasarımı ve prototipi gerçekleştirilen bu eğitim seti, kullanım bakımından daha pratik, öğrenme bakımından daha kolay, eğitim sürecini kısaltan, uygulama ve kodlama zamanından kazandıran, verimli ve arıza yapma ihtimali oldukça düşük ve açık kaynak kodlu, bol materyalli eğitim içeriği ile de desteklenmiş bir tasarıma sahiptir.

2. YAPILAN AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Mikrodenetleyicilerin yaygınlaşmasıyla birlikte mikrodenetleyicilerin kullanımının yanı sıra sistem tasarımı ve yönetimi de önemli hale gelmiştir. Bu amaçla, üretilen mikrodenetleyiciler kullanılarak pek çok sistem, simülasyon ve arayüzü tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Toker, tasarladığı deney bordunda kullandığı işlemcinin programlanabilmesini ve bord üzerinde farklı uygulamaların yapılabilmesini sağlamıştır. Oluşturduğu PIC16C84.EXE PC uyumlu yazılım mikrodenetleyicinin çalıştırılmasını sağlamıştır. Yazılım dili olarak Turbo Pascal, Pic derleyici (assembler) olarak Microchip firmasının MPASM.EXE yazılımını kullanmıştır (Toker 1999).

Gökozan çalışmasında, DC motor, step motor, trafik ışığı, kontrolü sağlayan devre tasarımlarını bunun yanında tuş takımı tasarımını ve oluşturulmasını anlatmıştır. Çalışmasında PIC mikrodenetleyicisini, PIC16C5x'i ve devrelerde kullanılması gereken komutları ele almıştır. Ayrıca programlama konusunda yararlı olabilecek programları da tavsiye etmiştir (Gökozan 1999).

Temizsoylu, tasarladığı deney setinde PIC mikrodenetleyicilerine ait PIC16F87X ailesinden PIC16F877 kullanmıştır. PIC16F877'yi programlamak için gerekli devre tasarımını ve deney setinde kullanılacak devre tasarımlarını gerçekleştirmiştir. Programlama işlemi için Windows işletim sisteminin seri veri haberleşmesini kullanmıştır (Temizsoylu 2002).

Korol, PIC mikrodenetleyicilerinin bazılarını çalışmasında ele almıştır. Ele aldığı konular arasında PIC Assembly ve PIC Basic de bulunmaktadır. Ele aldığı PIC mikrodenetleyicisini destekleyen uygulama temelli bir deney seti tasarımı gerçekleştirmiştir. Deneylere ait örnek uygulamalar çalışmasında yer almaktadır. Uygulamalar için PIC16F84 mikrodenetleyici kullanılmıştır (Korol 2003).

Gündüz, yaptığı çalışma ile harici bir güç kaynağı ihtiyacını ortadan kaldırarak bir mikrodenetleyici eğitim seti tasarımı gerçekleştirmiştir. Eğitim setinde PIC16F84 mikrodenetleyicisini kullanmıştır. Eğitim seti üzerinde yaptığı bazı değişiklikler ile MICROCHIP firmasına ait diğer mikrodenetleyiciler de eğitim seti üzerinde kullanılabilir (Gündüz 2004).

Köse, öğrencilerin set üzerinde sıcaklık ölçümü, motor hız kontrolü, motor yön kontrolü, sayısal motor hız kontrolü, step motor kontrolü, röle kontrolü ve LCD uygulamaları yapabileceği analog ve dijital çevirme işlemlerine de olanak sağlayan 8086 işlemci uyumlu bir eğitim seti tasarlamıştır. Eğitim seti, bilgisayar aracılığı ile seri haberleşme kullanılarak seri port üzerinden bilgilerin eğitim setinin RAM 'ine aktarılmasıyla kullanılabilir (Köse 2005).

Şerbetçi, öğrencilerin kumanda devre uygulamalarını yapabilecekleri, içerisinde komut seti örnekleri barındıran ve aynı zamanda PIC 16F84 destekli bir eğitim akışı ve deney seti tasarımı gerçekleştirmiştir. Eğitim akışı içerisinde PIC 16F84 özellikleri ve özel yazmaçların kullanımına ait bilgiler de yer almaktadır (Şerbetçi 2005).

Aslan, PIC16F877 mikrodenetleyici destekli bir eğitim seti tasarımı yapmıştır. Eğitim seti, Mesleki Teknik Eğitim okullarında elektrik elektronik alanlarında uygulama yapmak amacıyla tasarlanmıştır. Eğitim seti üzerinde aynı mikrodenetleyici kullanılarak farklı yazılımlar çalıştırılmaktadır. Teknik olarak Bootloader kullanılmıştır. Eğitim seti MEGEP kapsamında geliştirilmiştir (Arslan 2006).

Durdu, Web Tabanlı Uzaktan Kontrollü Mikrodenetleyici Laboratuvarı (WTUKML) çalışmasını Teknik Eğitim Fakülteleri Elektronik-Bilgisayar bölümlerinde web tabanlı kontrol deneylerin yapılabilmesi adına gerçekleştirmiştir. Çalışması klasik eğitim sistemini destekler niteliktedir. Öğrencilere aynı zamanda eğitim materyali de sunulmaktadır (Durdu 2008).

Dimanalata, elektrik-elektronik mühendisliği alanında mikrodenetleyici programlanmasını amaçlayan bir sistem kurgusu gerçekleştirmiştir. Sistem, birçok uygulama modülü içermekle beraber kitin programlanmasını sağlayan bir arayüze de sahiptir (Dimanalata ve diğ. 2017).

Yapılan başka bir çalışmada, 8-bit Motorola 68HC11 işlemci destekli RS232 seri port bağlantılı bir eğitim seti gerçekleştirilmiştir. Eğitim seti uygulamalarına ait kodlar bilgisayar ile seri port kullanılarak eğitim setine aktarılmaktadır. Eğitim setindeki bağlantılar DIP-anahtarlarla sağlanmaktadır (Striegel ve Rover 2002). Yalnızca donanımsal tabanlı- modül destekli ve MC68C11/12 eğitim seti tasarımı yapılan eğitim seti çalışmalarında, bu setlerin daha çok mikrodenetleyici laboratuvarlarında akademik alanda kullanımları hedeflenmiştir (Stoltz ve 2005).

Xuan, üzerinde tuş takımı, LED, LCD, DIP anahtarı, 7-parçalı gösterge, DC motor, çok kademeli ekran ve trafik ışık göstergesi gibi pek çok uygulamanın yapılabileceği, Motorola

68000 işlemci uyumlu bir eğitim seti tasarımı gerçekleştirmiştir. Donanımsal bağlantılar için DIP-anahtar ve kablo bağlantıları kullanılmıştır (XUAN 2012).

Engin, öğrencilerin osilatör, reset, programlama ve besleme devrelerinin montajını kendisi yaparak kullanabileceği bir eğitim seti tasarlamıştır. Eğitim seti test programları ve deneyler bir yazılım arayüzü üzerinden öğrenciye verilmektedir. Tasarlanan bu set keyboard, 7-seg, dotmatrix ve LCD, DAC, ADC, RS-232 bağlantısı, step motor, röle gibi uygulamalar içermektedir (Engin ve diğ. 2007).

Özdemirci, Arduino UNO kullanarak analog ve dijital çıkış, PWM (Pulse Width Modulation), ADC (Analog Digital Converter), seri haberleşme ve kesme özelliklerini kapsayan LED-buton, potansiyometre analog giriş, LCD, DC, servo ve step motor kontrolü, LM35 analog sıcaklık sensörü, ultrasonik (US) mesafe sensörü, DHT-11 dijital nem sıcaklık sensörü, RTC (Real-Time Clock) uygulamalarına uygun eğitim amaçlı modüler bir set tasarımı gerçekleştirmiştir. Eğitim setinde USB ve Bluetooth (BT) seri haberleşme kullanılmaktadır (Özdemirci ve diğ. 2017).

Topaloğlu, 6502 mikroişlemci destekli bilgisayar tabanlı MİS (mikroişlemci simülatörü) tasarlamıştır. Simülatörde programlama dili olarak C++ kullanılmıştır. Simülatörde programların derlenmesi assembler ile gerçekleştirilmektedir. Oluşturulan program sonuçları, seçiminin kullanıcıya bırakıldığı denetim araçları (LED, anahtar vb. çevre elemanları) üzerinde izlenebilmektedir (Topaloğlu 2002).

3. MİKRODENETLEYİCİ TABANLI GELİŞTİRME SETLERİ

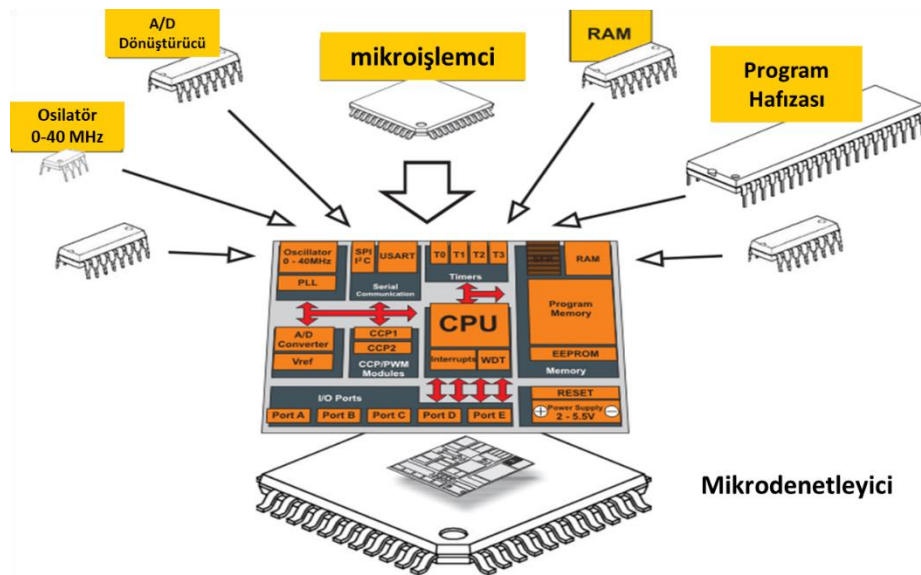
Bu bölümde mikroişlemciler ve mikrodnetleyiciler ile ilgili bilgiler verilerek güncel mikrodnetleyici tabanlı eğitim ve deney setleri incelenmiştir.

3.1 Mikroişlemciler

Genel anlamıyla, bağlı olduğu mekanizmanın kontrolünü sağlayan, CPU (Central Processing Unit- Merkezi İşlem Birimi- MİB) adı verilen veri işleme ve veri akışının gerçekleştirildiği beyin yapısına sahip, mantık ve matematik işlemlerinin yapıldığı devre elemanıdır. RAM (Random Access Memory, geçici hafıza), ve ROM (Read Only Memory, kalıcı hafıza) olmak üzere iki adet hafıza birimine sahiptir. Bu birimler bellek adı verilen yapıda bulunur. Mikroişlemcinin beyni, bellek ile doğrudan erişim sağlar. Mikroişlemci, en basit şekliyle bir mikrobilgisayar olarak adlandırılabilir.

3.2 Mikrodnetleyiciler

Mikrodnetleyici, içerisinde mikroişlemciye ek olarak RAM, ROM, hard disk, dönüştürücü gibi, genel anlamda bir bilgisayarın temel özelliklerini barındıran tümleşik devredir [21]. İçerisinde mikroişlemci, giriş/çıkış birimi, bellek ve saat darbe üretici olarak dört ana birim bulunur. Şekil 3.1’de Mikrodnetleyici blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 3.1: Mikrodnetleyici blok diyagramı.

Central Processing Unit (CPU) veya Merkezi İşlem Birimi (MİB) şeklinde de adlandırılan çekirdek işlemci, programa gerekli olan aritmetiksel işlemleri yürütür. Ayrıca çekirdek bellek birimlerine veriyi yazar veriyi okur. Bir mikrodenetleyiciye ait çekirdek; Aritmetik Lojik Birimi (Arithmetic Logical Unit-ALU), saklayıcılar, yığın göstericisi/işaretçisi, sayıcılar gibi işlevsel ünitelerden oluşmaktadır. İkinci önemli blok ROM veya RAM'den oluşan bellek birimidir. ROM, program kodlarının kalıcı olarak saklandığı, RAM ise programların ve program verilerinin geçici olarak saklandığı bellek çeşididir. Mikrodenetleyicinin üçüncü temel bloğu giriş/çıkış (G/Ç) birimidir. Bu birim mikrodenetleyiciden dış dünyaya giden sinyallerin gönderilmesinde veya dış dünyadan mikrodenetleyiciye gelen sinyallerin alınmasında kullanılır. Son fonksiyonel birim olan saat darbesi üretim birimi, tümdevre içerisindeki birçok fonksiyonel birimin senkronize bir şekilde çalışması için gerekli olan saat işaretini üretir (Özcerit ve diğ. 2005).

Mikrodenetleyicilerin üretimleri güncel olarak birçok firma tarafından sağlanmaktadır. Tablo 3.1'de günümüzde en çok tercih edilen mikrodenetleyiciler ve firmalar verilmiştir.

Tablo 3.1: Firmalar ve mikrodenetleyiciler.

FİRMA İSMİ	ÜRÜN İSMİ
Microchip	PIC mikrodenetleyiciler (PIC12FXXX, PIC16FXXX, PIC18FXXX, PIC24FXXX, PIC16LXXX, PIC24EXXX)
Atmel	ATMEGA8, ATMEGA168PA, ATXMEGA32, AT89C51, AT89C52, ATtiny12L, ATTINY13A
Intel	8031AH, 8051AH, 8751AHP, 8052AH, 80C51FA
Motorola	68HC12, MC68HC11A8, 6811, 68HC11, 6800
ST	STM32Fx, STM32Lx, STM8Sx

3.3 Mikrodenetleyici Eğitim Setleri

Günümüzde halihazırda kullanılan pek çok farklı firmanın ürettiği mikrodenetleyici tabanlı eğitim seti vardır. Bu eğitim setleri incelendiğinde hepsi yalnızca tek bir mikrodenetleyiciyi desteklemektedir. Eğitim setleri arasındaki farklılığı oluşturan unsur ise kullanılan mikrodenetleyici çeşididir.

3.3.1 MikroE MCU EasyPIC7 Geliştirme Kartı

Şekil 3.2’de verilen MikroE MCU EasyPIC7 Geliştirme Kartı, 13 adet uygulama modülünün içeren platformun birleşiminden oluşmuş bir settir. MCU EasyPIC7 Geliştirme Kartı USB2.0 arabirim ile bilgisayar USB portundan programlanabilmektedir.



Şekil 3.2: MikroE MCU EasyPIC7 Geliştirme Kartı.

Set üzerinde sabitlenmiş olarak MikroBus, 2x16 Karakter LCD, 128x64 Grafik LCD, Dokunmatik Panel, LM35 Analog Sıcaklık Sensörü ve DS1820 Dijital Sıcaklık Sensörü bulunmaktadır. Set üzerindeki uygulamalar MikroC Pro for PIC, MikroBasic Pro for PIC, MikroPascal Pro for PIC derleyicileri ile kullanılabilir. Yazılımlar ve sürücüler Windows XP, Windows Vista, Windows 7/8 uyumludur. EasyPIC7 Geliştirme kartı 8, 14, 18, 20, 28 ve 40pine sahip PIC mikrodenetleyicilerini desteklemektedir. Ayrıca EasyPIC7, devre içi hata denetleyiciye (mikroICD, in circuit debugger) sahiptir (Beti 2021).

EasyPIC7 Geliştirme Kartı’ndaki uygulamalara ilave olarak 14 adet uygulama devresi bulunmaktadır. Bunlar; Input devresi, Ultrasonic modül, RS485 devresi, DAC devresi, Keypad devresi, Role devresi, Asansör uygulama devresi, Seviye gösterge devresi, PWM ve DC motor devresi, Adım motor devresi, Işık frekans çevirici devresi, RTC ve Kayan yazı devresidir (Beti 2021).

3.3.2 Ms V2 Mikrodenetleyici Eğitim Seti

Şekil 3.3'te verilen Ms V2 Mikrodenetleyici Eğitim Seti lise ve üniversite öğrencilerinin kullanımına yönelik olarak üretilmiştir. Kart üzerindeki malzemeler dip malzemeden yapılmıştır. Kartın beslemesi, direk USB kablo ile bilgisayar üzerinden veya 5 Volt adaptör ile dc güç soketinden yapılmaktadır. Hex kodları, Pic18f4550 içerisine yüklenen bootloader ile USB kablosu aracılığıyla kullanılan MikroC kullanılarak yüklenebilmektedir.

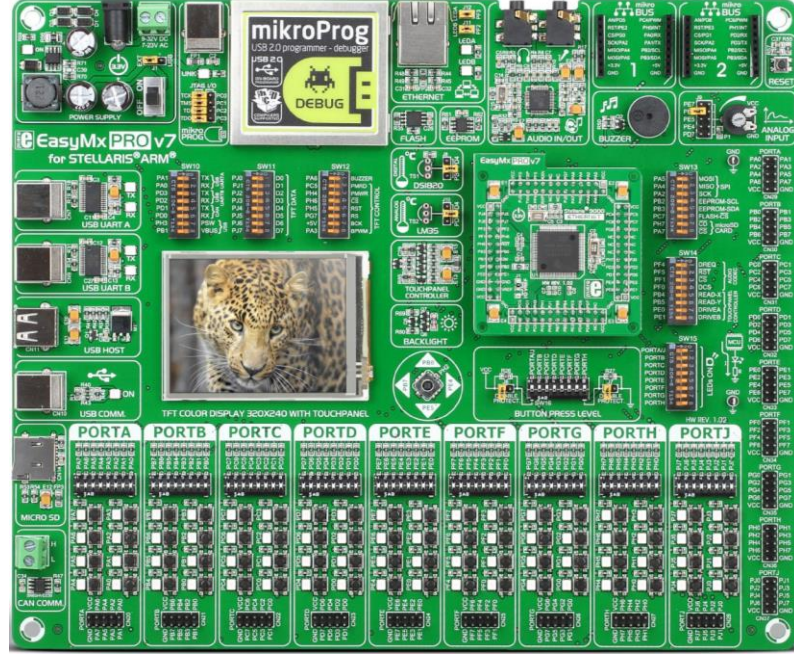


Şekil 3.3: Ms V2 Mikrodenetleyici Eğitim Seti.

Eğitim setinde Breadboard, 2x16lcd ekran, Hc05 Bluetooth Modül, 5 Volt Röle, 10k Pot, 50k Pot, 8 adet Led, 8 adet Buton, Rf Alıcı Verici, Sg90 Servo Motor, 28byj 48 Step Motor, 5x7 Ortak Katot Dotmatrix 3mm Led, 5 Volt Buzzer, Ds1302 Saat Modülü, XY Joystick Modülü, Hc-sr501 Hareket Sensörü, 4 adet 7 Segment Ortak Katot Display, Pic 18f4550, Pic 16f628a, Uln2003 Entegresi, 7448 7 Segment Kod Çözücü Entegresi, 74hc595 Shift Register Entegresi, 74hc154 Demultiplexer Entegresi, 24c04 Eeprom, 4n25 Optokuplör, Tk19 IR Alıcı Göz, IR Led, Ds18b20 Sıcaklık Sensörü, Lm35 Sıcaklık Sensörü, RGB Led, Arduino UNO R3 Smd bulunmaktadır (Direnç 2021).

3.3.3 STM32 ARM için MikroLAB Geliştirme Kartı

Şekil 3.4'te verilen STM32 ARM için MikroLAB Geliştirme Kartı, STM32 ARM® Cortex™-M3 ve Cortex™-M4 işlemcilerini desteklemektedir. Kart, USB-2.0 üzerinden enerjisini almakta ve ayrı bir güç kaynağı gerektirmemektedir. Programlama USB-2.0 üzerinden yapılmaktadır.



Şekil 3.4: STM32 ARM için MikroLAB Geliştirme Kartı.

Kart üzerinde;

- Çıkışlar için LEDler,
- Girişler için butonlar
- 2 adet USB UART, 1 adet USB HOST, 1 adet USB iletişim portları
- CAN haberleşme portu
- DS 1820 ve LM35 sıcaklık sensörü girişi
- Ethernet portu
- Kulaklık ve mikrofon girişleri
- Micro SD Kart yuvası
- Renkli TFT Ekran
- Yön tuşları
- Seri Eprom ve Flash devresi
- ADC girişler için trimpot

- RESET devresi
- Pull-up / pull-down port tanımlama
- Buzzer devresi bulunmaktadır.

STM32 ARM için MikroLAB Geliştirme Kartı yanında DS1820 ve LM35 sensörleri, renkli TFT dokunmatik ekran, dokunmatik panelli 128x64 çözünürlükte grafik LCD, dokunmatik panel üzerinde kullanım için dokunmatik panel kalemi, EasyPROTO kartı, SmartPROTO kartı ve Proto click kartı, EasyTEST kartı, “mikroC for ARM” yazılımının tam sürümü, TFT grafik arayüz tasarlama yazılımı olan “Visual TFT” yazılımının tam sürümü, USB kablo, programlama yazılımı ve kitapçıklar bulunmaktadır (Yıldırım Elektronik 2021).

4. ARDUİNO-ARM UYUMLU ESNEK YAPILI EĞİTİM SETİ

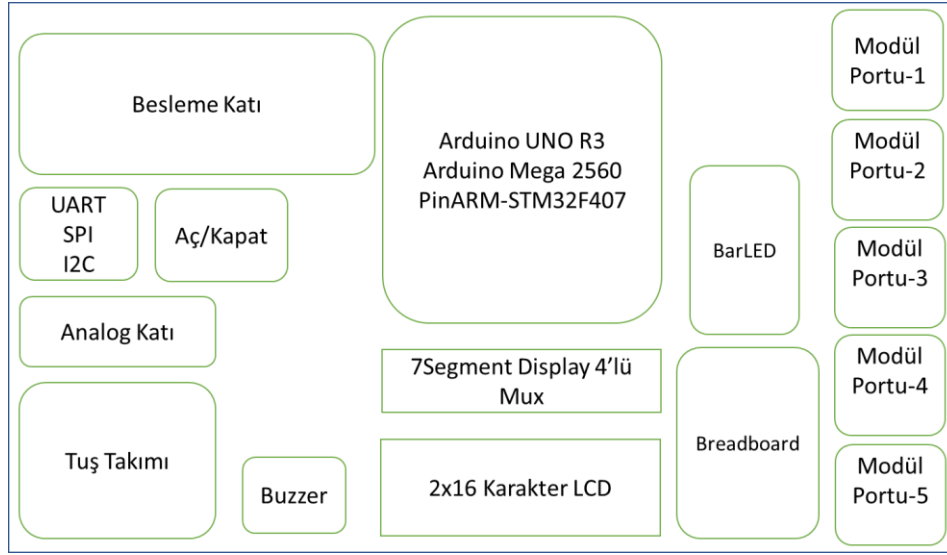
Bu bölümde, bu tez kapsamında tasarlanan Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti'ni oluşturan birimler açıklanmaktadır. Düzenegi oluşturan birimlere ait donanımlar ve bu donanımların çalışma prensipleri incelenmektedir.

4.1 Eğitim Seti Sistem Genel Yapısı

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti, farklı mikrodenetleyici kartlarının eğitim setinde, tek bir yuvaya takılarak, istenilen uygulamanın yapılabileceği verimli bir ortam sağlayan eğitim setidir. Bu set kullanıcının özellikle karmaşık bağlantılardan, anlaşılması zor uygulamalardan kurtulabilmesi, uygulamaları kolay ve pratik şekilde öğrenebilmesi için tasarlanmıştır.

PinoLab-CodeBoard.V1 eğitim setinde; Arduino Mega 2560, Arduino UNO R3 ve PinARM-STM32F407VG mikrodenetleyicileri kullanılabilir. Ayrıca eğitim setine harici olarak takılan modüller ile sınırsız sayıda uygulama gerçekleştirilebilir.

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti 7 adet dahili (buton takımı, buzzer, ADC, LCD, breadboard, 7segmen display, barLED) ve 5 adet harici modül girişiyle sınırsız uygulama alanına sahiptir. Eğitim seti 5 Volt ve 3.3 Volt destekler. Eğitim seti üzerinde Arduino UNO R3, Arduino Mega 2560 R3, PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartları kullanılabilir. Kartın beslemesi USB üzerinden yapılabilmektedir. Uygulama kodları Arduino IDE ve STM32Cube IDE üzerinden oluşturularak karta aktarılabilir. Şekil 4.1'de Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti blok şeması verilmiştir.

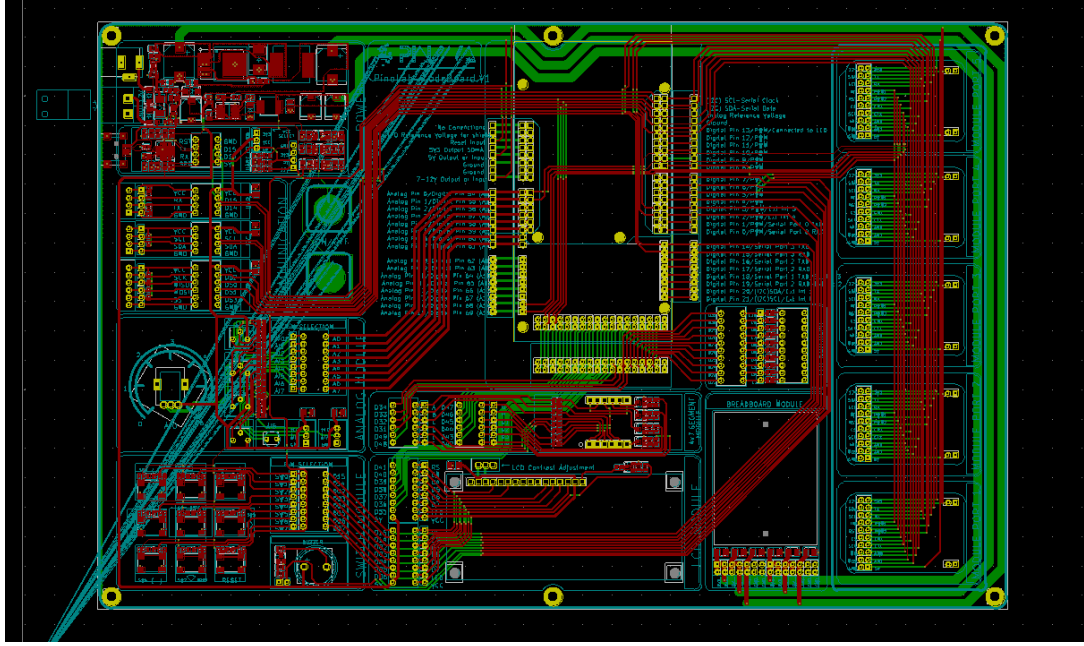


Şekil 4.1: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti blok şeması.

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti Özellikleri

- Set 14inch boyutundadır.
- Kapasitif dokunmatik Aç/Kapat ve Reset butonu bulunur.
- Set üzeri mini breadboard vardır.
- USB port, batarya veya 12V güç kaynağından enerjilendirilebilmektedir.
- ‘Dip switch’ özelliği ile modüllerin beslemeleri kontrol edilir.
- Dahili ve harici modül desteği bulunur.
- İnternet üzerinden örnek kodlara ulaşabilme kolaylığı sağlanmıştır (GitHub).
- Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti, düşük gürültülü kurulu güç kaynağı modülü ile mikrodenetleyici ve diğer donanımlar için gerekli olan tüm enerjiyi sağlar. 12VDC adaptör, mini USB konektör veya geçmeli klemens ile eğitim seti enerjilendirilebilmektedir.
- Eğitim setindeki ‘VCC jumper’ ile 3.3V veya 5V gerilim seviyesinde çalışan mikrodenetleyiciler aynı eğitim seti üzerinde çalıştırılabilmektedir.
- Eğitim seti üzerinde, dışı pinlerden oluşan 5 adet harici modül portu bulunmakta ve her modül portu 20 adet pinden oluşmaktadır. Harici modül desteği ile uygulamalardaki çeşitlilik artırılmaktadır.
- RGB Modül, DC Motor Kontrol Modül, Servo Motor Kontrol Modül, DAC Modül, Gyro Modül, OLED Modül, Ultrasonik Modül, Röle Modülü gibi harici modül uygulama kartları modül portlarına takılarak çalıştırılabilir.

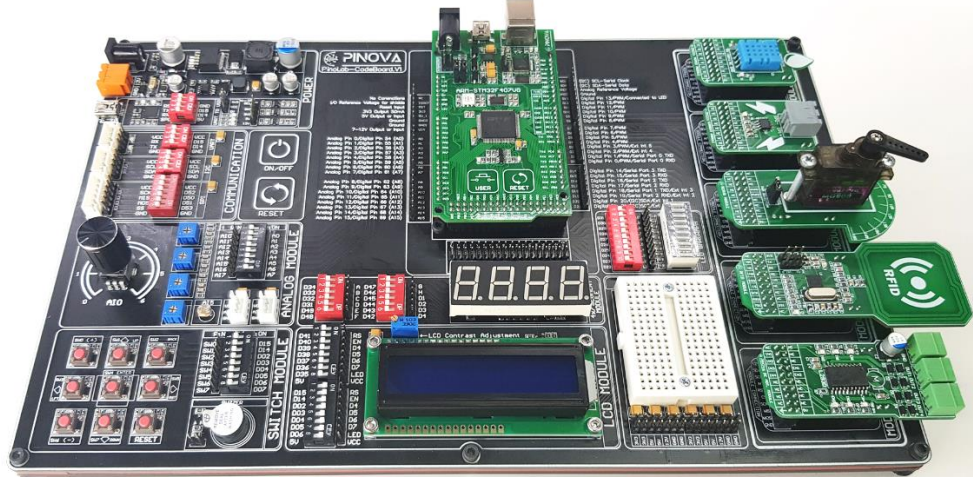
Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti şematik çizimleri ve PCB tasarımı KiCad programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.2’de Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti KiCad PCB çizimi verilmiştir.



Şekil 4.2: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti KiCad PCB çizimi.

PCB, 2 katman halinde bastırılmıştır. Baskı devre kartında kart kalınlığı 1.6 mm, kart materyali FR-4 Standart Tg 130-140C, bakır kalınlığı 1 oz ve yüzey sonlandırma teknolojisi olarak kurşun içermeyen LeadFree HASL-RoHS standardı seçilmiştir. Hazırlanan prototip PCBler üzerine yüzey montaj malzemelerin rahat dizilebilmesi için alüminyum SMT-Stencil kalıp yine üretici (baskıcı-dizgici) firmadan tedarik edilmiştir.

Devredeki yüzey montaj malzemeler SMT-Stencil kullanılarak padlerine krem lehim uygulanarak, delik için montaj malzemeler ise lehim teli ile lehimlenmiştir. Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti görseli Şekil 4.3’te verilmiştir.



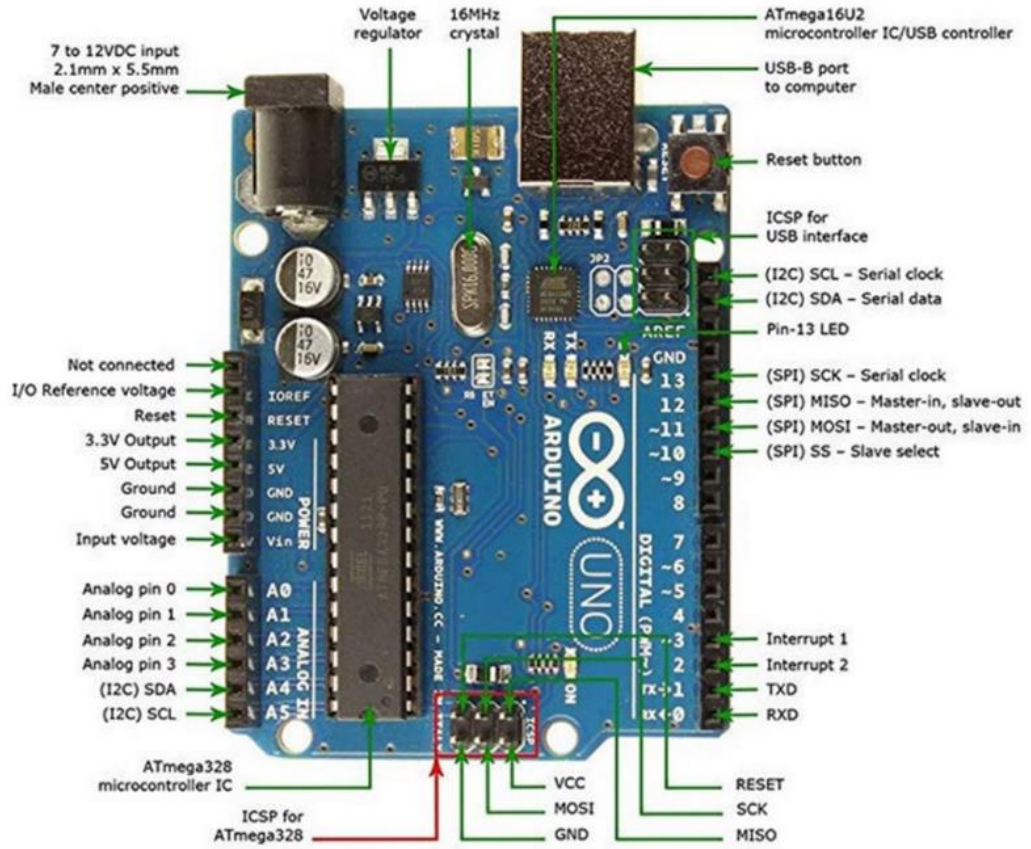
Şekil 4.3: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti.

4.2 Arduino UNO R3 Mikrodenetleyici Kartı

Tasarımı yapılan eğitim setinde başlangıç seviyesi olarak Atmel firması tarafından üretilen ATmega328 mikrodenetleyicili Arduino UNO R3 mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır.

Arduino UNO R3, ATmega328 mikrodenetleyicisine sahip, 5 Volt çalışma gerilimine sahip mikrodenetleyici kartıdır. Arduino UNO R3 5V beslemesi bilgisayara USB ile bağlanarak veya adaptör üzerinden sağlanabilmektedir. Kart harici güç kaynağından beslendiğinde, 7 Volt'un altındaki değerlerde kararsız çalışabilmekte ve 12 Voltun üzerindeki değerlerde ise ısınma problemi oluşturabilmektedir. Bu sebeple tavsiye edilen harici besleme gerilimi 7-12 V arasındadır. Harici beslemenin kullanılması durumunda kart üzerinde yer alan regülatör ile harici besleme gerilimi 5 Volt'a düşürülerek kart beslemesi sağlanır (Robotistan 2021).

Uygulama kodları Arduino IDE ücretsiz programında oluşturularak karta aktarılmaktadır. Şekil 4.4'te Arduino UNO R3 mikrodenetleyici kartı verilmiştir.



Şekil 4.4: Arduino UNO R3 mikrodenetleyici kartı

Arduino UNO R3 üzerinde 6 tanesi PWM (3, 5, 6, 9, 10, 11) olmak üzere 14 adet dijital giriş/çıkış pini ve 6 adet analog (A0, A1, A2, A3, A4, A5) pin bulunmaktadır. Her pinin lojik seviyesi 5 Volttur. Her giriş/çıkış için 40 mA akım ve 3.3 Volt çıkış için 50 mA akım değerine sahiptir. Ayrıca kart üzerinde 1 adet LED (13) bulunmaktadır.

32 KB flash hafıza, 2 KB SRAM ve 1 KB EEPROM özelliği bulunmaktadır. Seri haberleşmenin yanında I²C (A4, A5) ve SPI (10) haberleşme protokollerine de sahiptir.

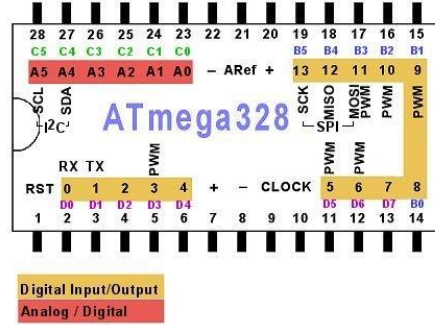
Seri veri alınıp verilmesinde TTL (Transistor-Transistor Logic) kullanılmaktadır. Seri veriler RX (0) pini ile alınıp TX (1) pini ile verilir. Kart üzerinden bilgisayara veya bilgisayar üzerinden karta veriler yüklenirken bu pinler kullanılır.

4.2.1 ATmega328 Mikrodenetleyicisi

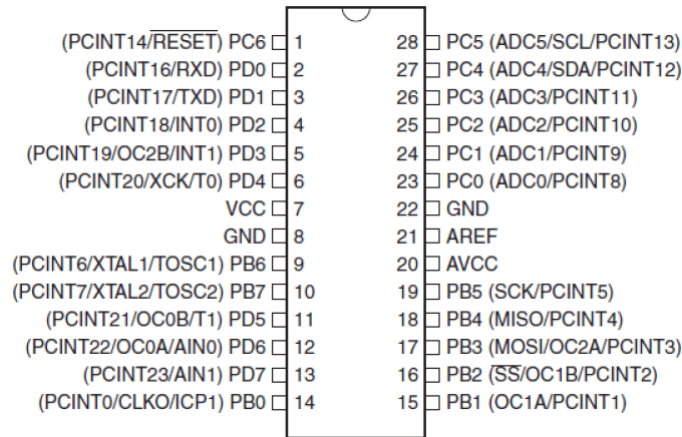
8 bitlik mikrodenetleyici ailesinden olan ATmega, Atmel firmasının ürettiği AVR serisindedir. Bu seride 16, 32, ... 256, 328 gibi farklı bellek boyutlarına sahip birçok mikrodenetleyici bulunmaktadır (Diyot 2021).

ATmega328 mikrodenetleyicisi hem programa hem de verilere aynı anda erişebildiği için alışlagelmiş (tek veri yoluna sahip) mikrodenetleyicilere göre iki kat daha hızlıdır (Diyot 2021).

Şekil 4.5'te ATmeag328 mikrodenetleyicisi pin yapısı verilmiştir. Şekil 4.6'da ATmega328 mikrodenetleyicisi PDIP kılıf uç tanımlamaları verilmiştir.



Şekil 4.5: ATmega328 mikrodenetleyicisi pin yapısı.



Şekil 4.6: ATmega328 mikrodenetleyicisi PDIP kılıf uç tanımlamaları (ResearchGate 2021).

ATmega328 mikrodenetleyicisi özellikleri

Yüksek performanslı, düşük güç tüketimli 8 bitlik RISC işlemci,

- Çoğunluğu tek çevrimlik olmak üzere 131 adet assembly komutu,
- 32 adet 8 bitlik genel amaçlı kayıtçı
- Tam statik operasyon desteği,

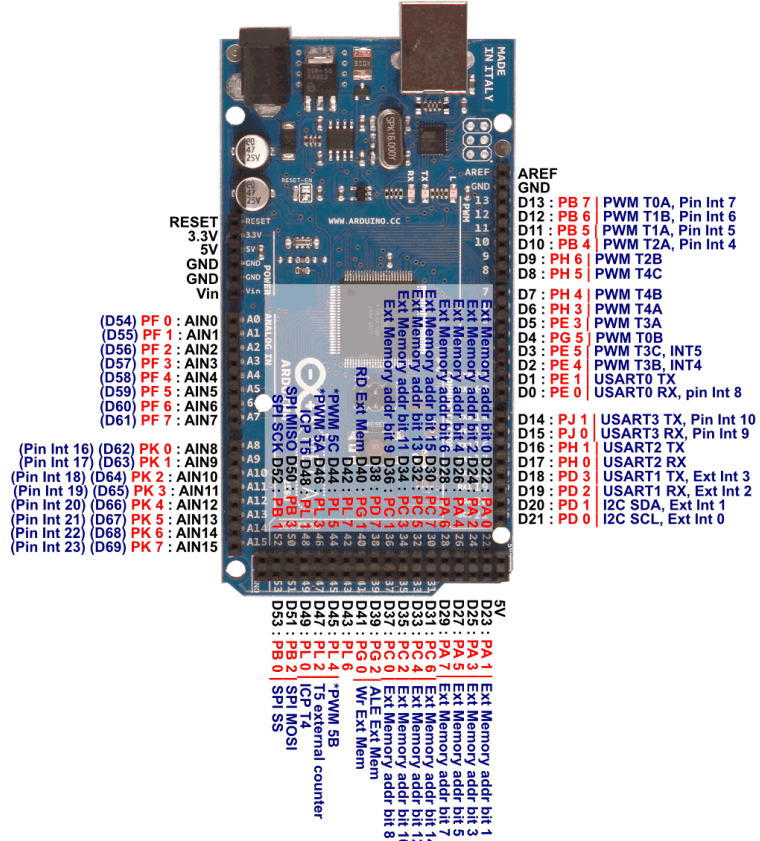
- 20 MHz'e kadar çalışma hızı
- 32 KB Flash Bellek,
- 1 KB EEPROM,
- 2 KB dahili statik RAM,
- Flash bellek okuma/yazma sayısı: 10000 (on bin) kere,
- EEPROM okuma/yazma sayısı: 100000 (yüz bin) kere,
- Veri kayıt süresi: 85 derecede 20, 25 derecede 100 yıl,
- 2 adet 8 bitlik sayıcı/zamanlayıcı,
- 1 adet 16 bitlik sayıcı/zamanlayıcı,
- 6 adet 10 bit ADC,
- Programlanabilir seri USART,
- SPI iletişim desteği,
- I2C iletişim desteği,
- Programlanabilir Watchdog Timer,
- Dahili ve harici kesinti özellikleri,
- Uyku modu ve sinyal girişi olduğunda uyanma özelliği,
- 23 adet programlanabilir giriş-çıkış portu,
- 1.8 V ile 5.5V arası besleme,
- -40 derece ile +85 derece çalışma aralığı,
- Güç tüketimi 25 derece ve 1.8V ile çalışırken; Aktif Mod: 0.2mA, Güç koruma modu: 0.75uA, Power-down modu: 0.1uA (Diyot 2021).

4.3 Arduino Mega 2560 R3 Mikrodenetleyici Kartı

Tasarımı yapılan eğitim setinde başlangıç seviyesinin ardından orta seviye uygulamalar için Atmel firması tarafından üretilen ATmega2560 16U mikrodenetleyicili Arduino Mega 2560 R3 mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır.

Arduino Mega 2560 R3 mikrodenetleyici kartın üzerinde 15 tanesi PWM olmak üzere 54 adet dijital giriş/çıkış pini, 16 tane analog pin ve 4 adet seri port (UART) bulunmaktadır. Kartta 16 Mhz kristal osilatör kullanılmıştır. 54 adet dijital giriş/çıkış pininin tamamı 5 Volt ile beslenir. Her pin en fazla 40 mA akım çekmektedir. Kart beslemesi USB bağlantısı ile bilgisayar üzerinden, power jack ile, adaptör veya pil kullanılarak yapılabilir. Kartın besleme gerilimi 5 Volttur. Tavsiye edilen harici besleme gerilimi 7-12 Volt arasındadır. Kart üzerinde kullanıcı reset

butonu ve 2 adet LED (TX, RX) de yer almaktadır. Şekil 4.7’de Arduino Mega 2560 R3 mikrodenetleyici kartı verilmiştir.



Şekil 4.7: Arduino Mega 2560 R3 mikrodenetleyici kartı (Arduonik 2021).

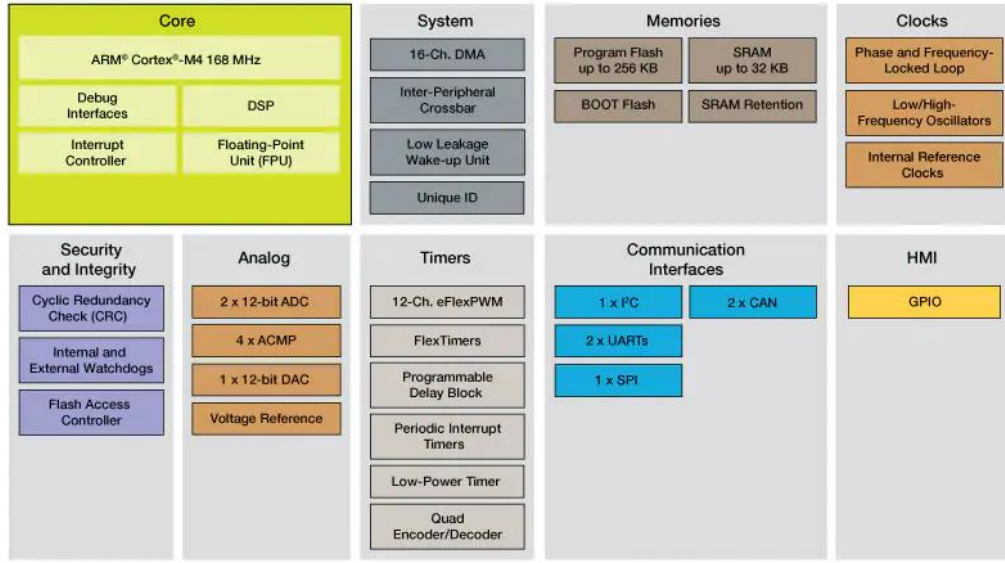
4.4 PinARM-STM32F407 Mikrodenetleyici Kartı

ST firması tarafından üretilen 32-bit ARM Cortex®-M4 çekirdekli STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi kullanılarak pin yapısı tasarlanan eğitim setine uygun PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı gerçekleştirilmiştir.

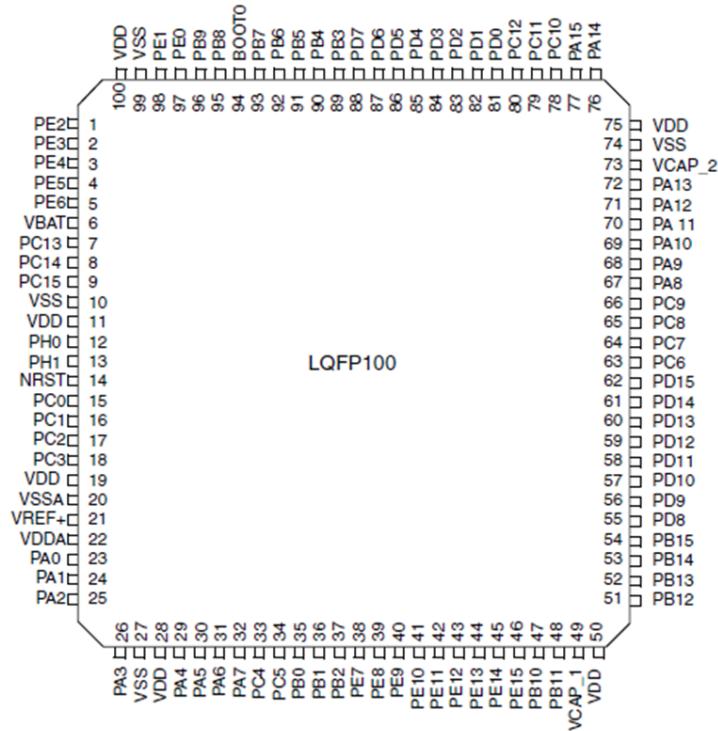
168 MHz frekanslı STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi üzerinde 82 tanesi giriş/çıkış olmak üzere 100 adet pin bulundurulur. -40 C° ile +85 C° arasında çalışan bu mikrodenetleyicinin bellek tipi FLASH olmakla beraber 1.8 Volt ile 3.6 Volt besleme aralığına sahiptir (Direnc 2021).

SWD arayüzü simülasyon, yükleme ve debug desteklemektedir. Mikro USB konektör ile güç besleme veya haberleşme yapılabilir. Mikrodenetleyici besleme gerilimi 3.3 Voltttur.

STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisine ait blok diyagram Şekil 4.8’de verilmiştir (Direnç 2021).



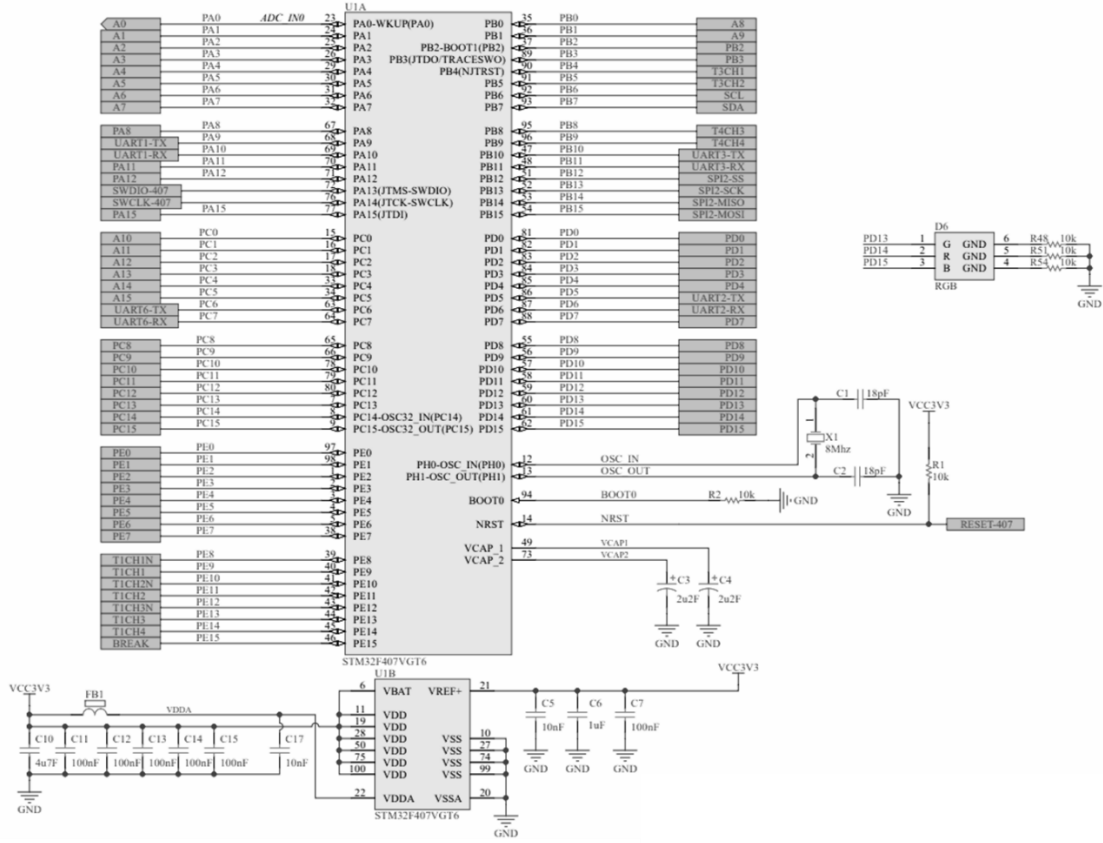
Şekil 4.8: ARM Cortex®-M4 STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi (NXP 2021).



Şekil 4.9: STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi pin konfigürasyonu (Datasheetgo 2021).

Şekil 4.9 ile verilen STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi pin konfigürasyonu referans alınarak, pin yapısı Arduino Mega 2560 ve tasarlanan eğitim setine uygun olarak STM32F407VGT6 kartı çizilmiştir. Çizilen yeni STM32F407VGT6 kartı “PinARM-

STM32F407” olarak adlandırılmıştır. PinARM-STM32F407 kartı ve STM32F407VGT6 teknik olarak aynı özelliklere sahiptir. PinARM-STM32F407 kartı üzerindeki kullanıcı butonu ve reset butonları dokunmatik olacak şekilde tasarlanmıştır. Çizimler ve PCB tasarımı KiCad programında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.10’da PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı KiCad şematik çizimi verilmiştir.



Şekil 4.10: PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı KiCad şematik çizimi.

PCB, 2 katman halinde bastırılmıştır. Baskı devre kartında kart kalınlığı 1.6 mm, kart materyali FR-4 Standart Tg 130-140C, bakır kalınlığı 1 oz ve yüzey sonlandırma teknolojisi olarak kurşun içermeyen LeadFree HASL-RoHS standardı seçilmiştir. Hazırlanan prototip PCBler üzerine yüzey montaj malzemelerin rahat dizilebilmesi için alüminyum SMT-Stencil kalıp yine üretici (baskı-cı-dizgici) firmadan tedarik edilmiştir.

Devredeki yüzey montaj malzemeler SMT-Stencil kullanılarak padlerine krem lehim uygulanarak, delik için montaj malzemeler ise lehim teli ile lehimlenmiştir. PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı Resim 4.5’te verilmiştir.



Şekil 4.11: PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı.

PinARM-STM32F407 mikrodenetleyici kartı özellikleri:

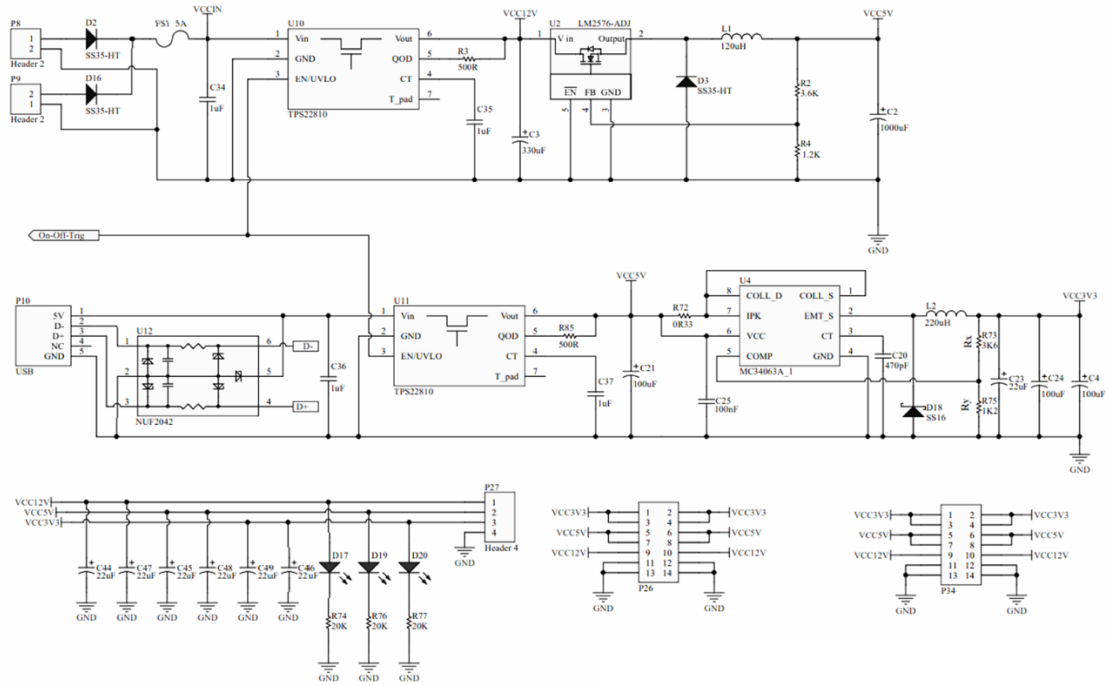
- STM32F407VGT6 32bit FPU çekirdekli ARM Cortex® -M4 mikroişlemci, 1Mb Flash Hafıza, LQFP100 paketi içerisinde 192 kb RAM
- Dahili ST-LINK/V2 hata ayıklama aracı
- ARM® mbed™ -enabled (<http://mbed.org>)
- Yeniden numaralandırma kabiliyeti ile USB ST-LINK ve 3 farklı arayüz
- Sanal com port
- Depolama sistemi
- 3- Hata ayıklama portu
- Kart Güç: USB bus ya da 5V DC
- Harici Uygulamalar için Güç: 3V ya da 5V DC
- LIS302DL veya LIS3DSH ST MEMS 3 eksen ivme ölçer
- MP45DT02 ST MEMS çok yönlü dijital mikrofon ses sensörü
- CS43L22 dahili D sınıfı bir hoparlör sürücü ile bir ses DAC
- Sekiz LED:
 - LD1(kırmızı/yeşil) USB bağlantısı için
 - LD2(kırmızı) 3.3V güç verildiğinde

- 4 kullanıcı LEDi
- 2 USB OTG LEDi LD7(yeşil) VBUS ve LD8(kırmızı) aşırı akım
- İki dokunmatik buton (Kullanıcı ve reset butonları)
- Mikro-AB konnektörlü USB OTG FS
- Prototipleme ve kolay-hızlı bağlantı için LQFP100 I/Os uzatma headerları
- Sistem Gereksinimleri; Windows® OS (XP, 7, 8,10) ve mini USB
- Geliştirme Araçları;
- 1- IAR® EWARM (IAR Embedded Workbench®)
- Keil® MDK-ARM™
- GCC-based IDEs (free AC6: SW4STM32, Atollic® TrueSTUDIO®,...)
- ARM® mbed™ online

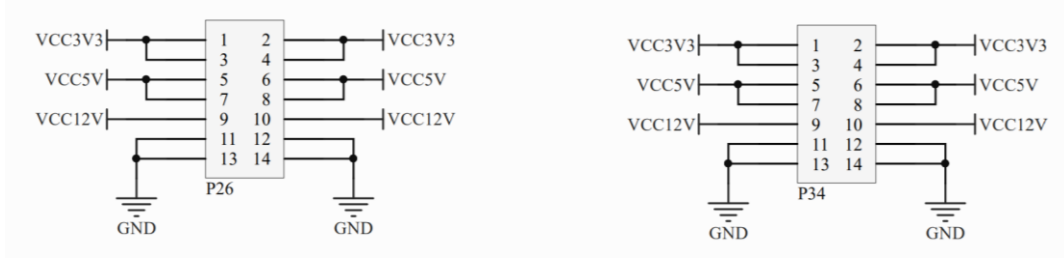
5. EĞİTİM SETİNE GÖMÜLÜ UYGULAMA MODÜLLERİ

5.1 Besleme Katı

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti harici beslemesi için düşük gürültülü kurulu güç kaynağı tasarımı yapılmıştır. Düşük gürültülü kurulu güç kaynağı mikrodenetleyici ve diğer donanımların ihtiyacı olan enerjiyi sağlar. Şekil 5.1’de Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti düşük gürültülü kurulu güç kaynağı tasarımı şematik çizimi verilmiştir. Harici besleme için 12 Volt DC adaptör, mini USB konnektör veya klemens kullanılabilir. Eğitim seti üzerinde çalışılmak istenilen mikrodenetleyici kartın besleme gerilimi VCC jumper ile seçilerek kart üzerinde gerekli enerji sağlanır. VCC jumper ile 5 Volt veya 3.3 Volt seçilebilmektedir. Şekil 5.2’de VCC jumper ile seçilecek gerilim seviyelerinin tasarımının şematik çizimi verilmiştir.

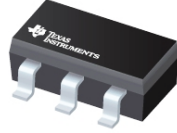


Şekil 5.1: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti düşük gürültülü kurulu güç kaynağı tasarımı şematik çizimi.

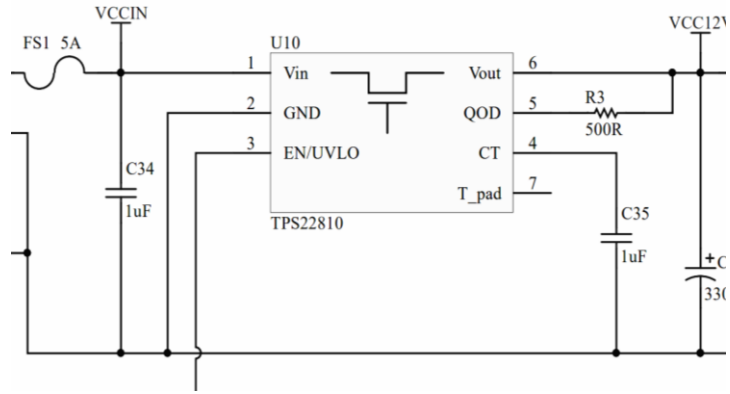


Şekil 5.2: VCC jumper ile seçilecek gerilim seviyelerinin tasarımının şematik çizimi.

Besleme katında kartın açılıp kapanmasında ve resetlenmesinde kullanılmak üzere iki adet dokunmatik kapasitif buton bulunmaktadır. Kapasitif butonların tasarımında NUF2042 switch kullanılmıştır. TPS22810 entegresi 2,7 V ile 18 V giriş Voltajı aralığında çalışabilen N-kanallı MOSFET içermektedir. Butonların kapasitif dokunmatik olması, butonlarda zamanla oluşabilecek arızaların da önüne geçmekte, modülün ömrünü uzatmaktadır. Şekil 5.3'te TPS22810 entegresi ve Şekil 5.4'te TPS22810 entegresi şematik çizimi verilmiştir.

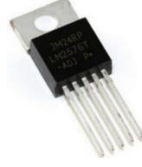


Şekil 5.3: TPS22810 entegresi (Locman 2021).

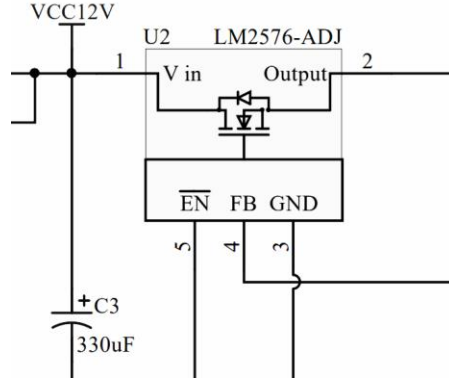


Şekil 5.4: TPS22810 entegresi şematik çizimi.

Besleme katında, 3,3 – 5 - 12 ve 15 Volt'luk sabit gerilim çıkışı sağlayabilen anahtar modlu düşürücü "Voltaj regülatörü" olarak LM2576-ADJ entegresi kullanılmıştır. Dahili osilatöre sahip bir anahtarlama devresi içeren LM2576-ADJ Voltaj regülatörünün girişine 60 Volt'a kadar gerilim uygulanabilir. Şekil 5.5'te LM2576-ADJ voltaj regülatörü ve Şekil 5.6'da LM2576-ADJ voltaj regülatörü şematik çizimi verilmiştir.



Şekil 5.5: LM2576-ADJ Voltaj regülatörü.



Şekil 5.6: LM2576-ADJ Voltaj regülatörü şematik çizimi.

Besleme katına ait şematik çizimlerin 3 boyutlu devre çizimleri eklenerek PCB tasarımı KiCad programından gerçekleştirilmiştir. PCB tasarımı gerçekleştirilen besleme katı komponentleri PCB üzerine lehimlenerek Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti besleme katı oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti besleme katı Şekil 5.7’de verilmiştir.

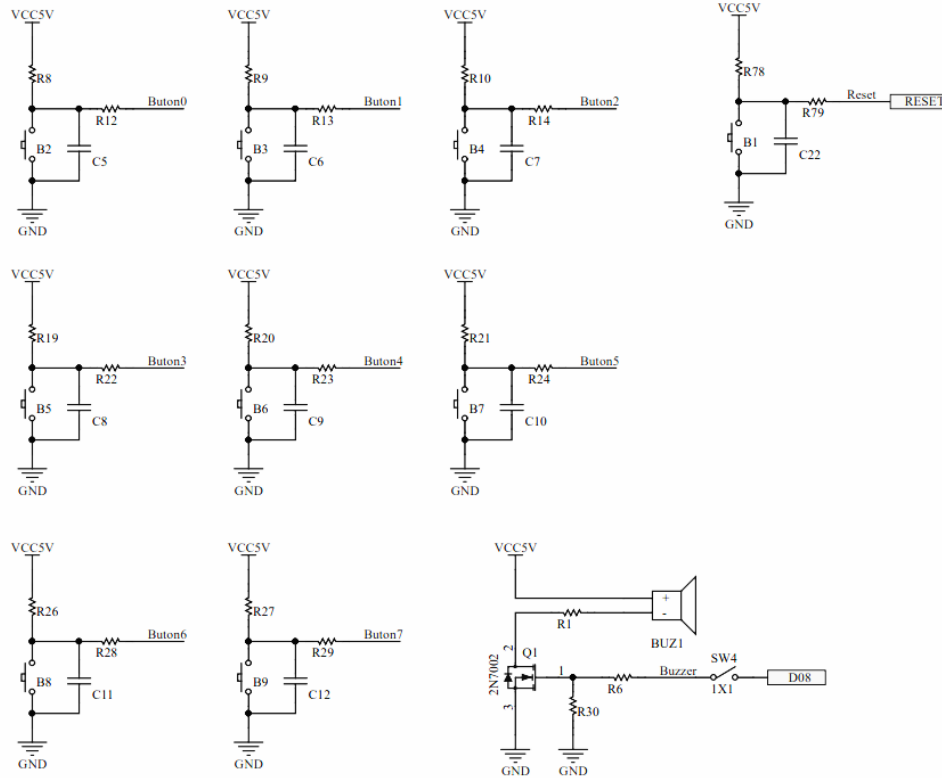


Şekil 5.7: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti besleme katı.

5.2 Tuş Takımı

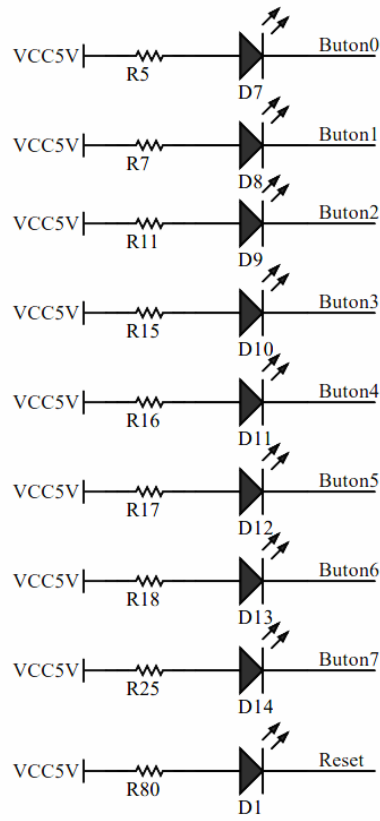
Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde GPIO giriş, buton, şifre veya oyun algoritması geliştirme gibi uygulamalarda kullanılmak üzere Pull-up bağlantıya sahip 9 adet buton bulunmaktadır. Pull-up bağlantıya sahip olmasından dolayı butonlar basılı değilken lojik 1 durumundadır. Butonlara basıldığında butonlar lojik 0 konumuna gelmektedir.

Şekil 5.8’de Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki butonların şematik çizimi verilmiştir.



Şekil 5.8: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki butonların şematik çizimi.

Butonların basılı konumda olup olmadığının fiziksel olarak gözlemlenebilmesi amacıyla deney setinde butonların üstünde 9 adet LED konumlandırılmıştır. Butonlar lojik 0 konumundayken hangi butona basıldıysa ilgili butonun üzerinde yer alan LED yanmaktadır. Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti buton takımına ait LED şematik çizimleri Şekil 5.9’da verilmiştir.



Şekil 5.9: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti buton takımına ait LED şematik çizimleri.

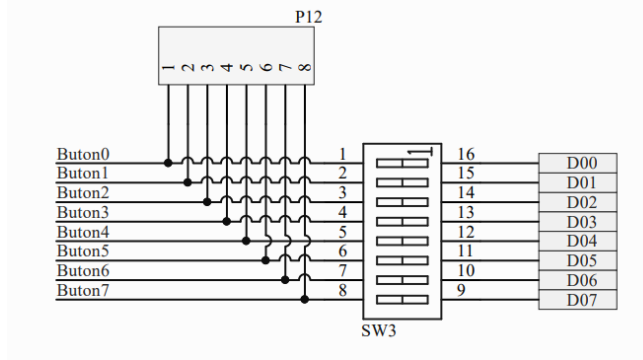
Şematik çizimlerin ardından devre elemanlarının 3 boyutlu çizimleri de eklenerek PCB tasarım oluşturulmuştur. Tasarımların ardından baskı devre gerçekleştirilmiştir. Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti buton takımı Şekil 5.10’da verilmiştir.



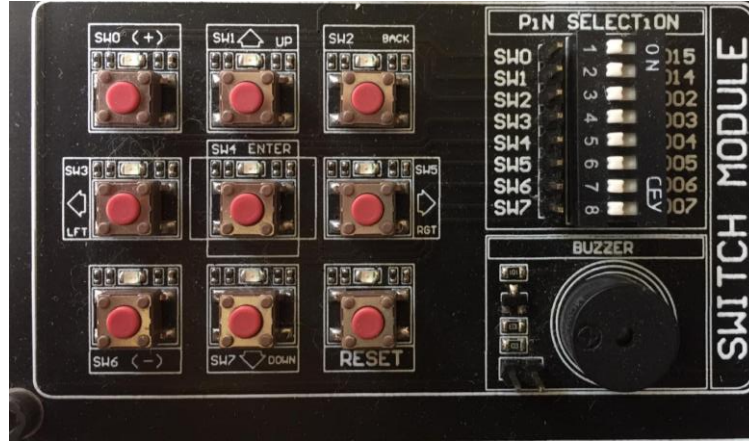
Şekil 5.10: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti buton takımı.

Butonların kart üzerinde enerjilendirilmesi DIP-Switch kullanılarak kontrol edilmektedir. Buton takımına ait 8’li DIP-Switch şematik çizimi Şekil 5.11’de verilmiştir.

Şekil 5.12’de Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde buton takımı besleme kontrolü sağlayan 8’li DIP-Switch gösterilmiştir.

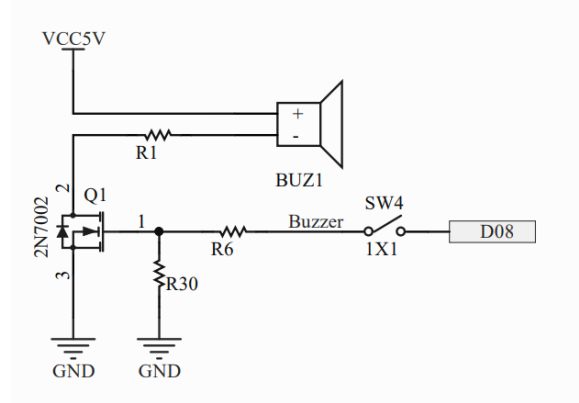


Şekil 5.11: Buton takımına ait 8’li DIP-Switch şematik çizimi.



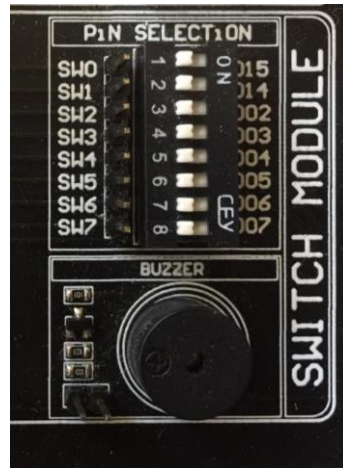
Şekil 5.12: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde buton takımı besleme kontrolü sağlayan 8’li DIP-Switch.

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde tuş takımının yanında konumlandırılmış olarak bir adet buzzer yer almaktadır. Verilen gerilim seviyesine göre farklı frekanslarda ses üreten buzzer alarm uygulamaları, park sensörü uygulamaları, melodi oluşturma uygulamalarında ve sesli ikaz uygulamalarında kullanılabilir. Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde yer alan buzzer şematik çizimi Şekil 5.13’te verilmiştir.



Şekil 5.13: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde yer alan buzzer şematik çizimi.

Şematik çizimlerin üzere devre elemanlarının 3 boyutlu çizimleri de eklenerek PCB tasarım KiCad programında gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.14’te Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde tuş takımının yanında konumlandırılmış buzzer verilmiştir.

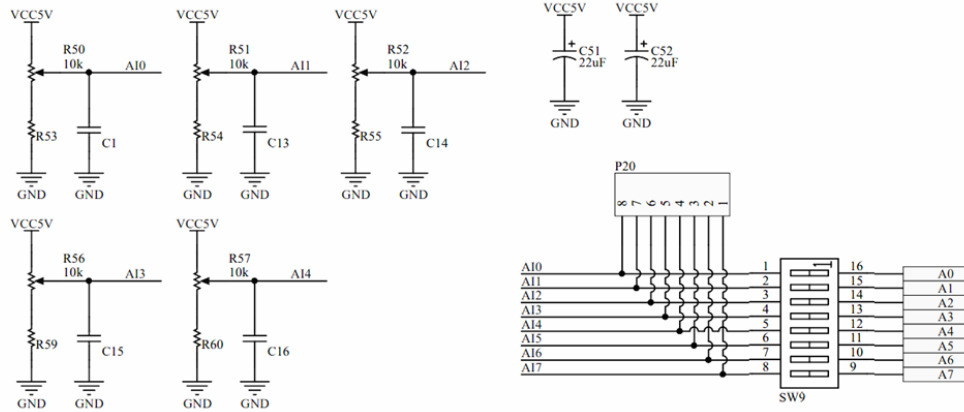


Şekil 5.14: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde tuş takımının yanında konumlandırılmış buzzer.

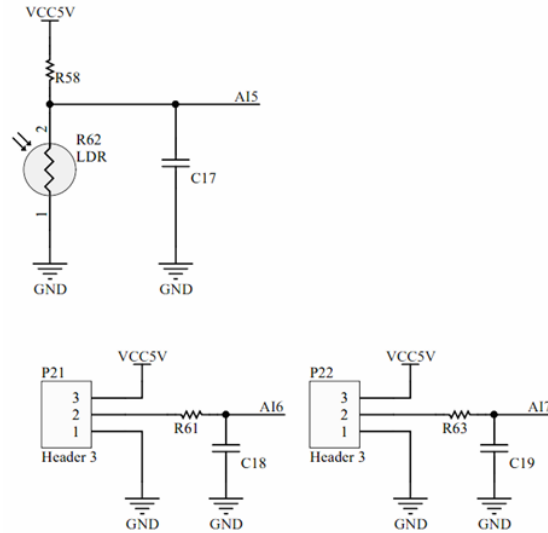
5.3 Analog Katı

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde tuş takımının üzerinde olacak şekilde konumlandırılmış analog modül yer almaktadır. Analog modülde 1 tanesi büyük başlıklı 4 tanesi küçük olmak üzere 5 adet potansiyometre ve 1 adet LDR (foto direnç) bulunmaktadır. Analog okuma, çok kanallı sensör okuma, akım-gerilim okuma, seviye sensörlerinin okunması ve seviye ayarları, motor kontrolleri, konum kontrol uygulamalarında kullanılır. Şekil 5.15’te Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici

Eğitim Seti analog modüle ait 5 adet potansiyometrenin ve Şekil 5.16’da Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti analog modüle ait LDR şematik çizimi verilmiştir.



Şekil 5.15: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti analog modüle ait 5 adet potansiyometre şematik çizimi.



Şekil 5.16: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti analog modüle ait LDR şematik çizimi.

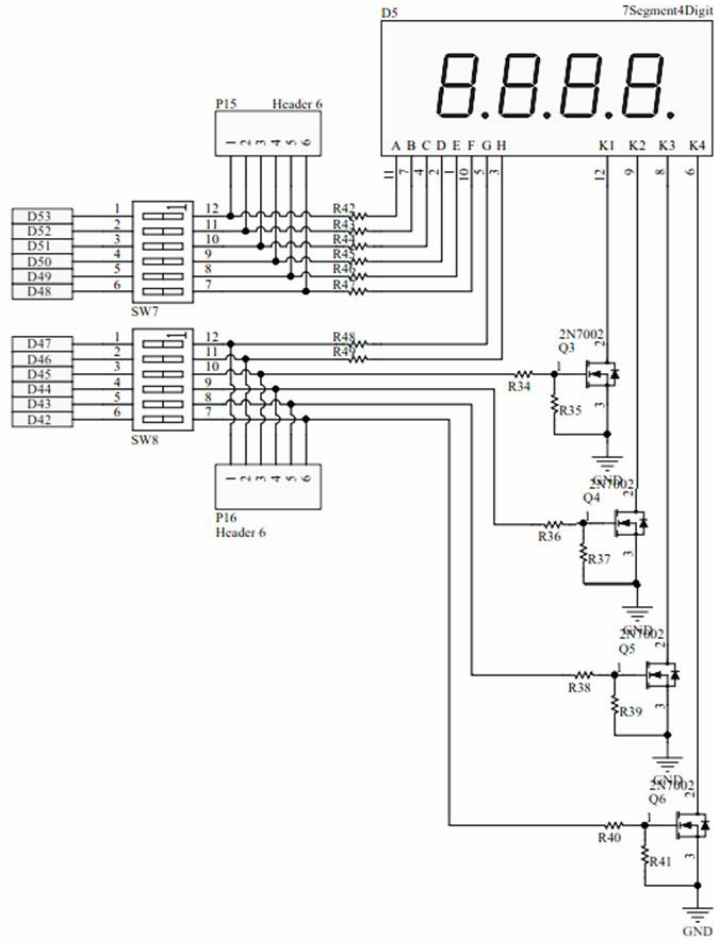
Eğitim seti üzerinde analog modülün besleme kontrolü yine aynı modülün yanında konumlandırılmış 8’li DIP-Switch ile yapılmaktadır. Eğitim seti üzerindeki Analog modül ve analog modüle ait 8’li DIP-Switch Şekil 5.17’de verilmiştir.



Şekil 5.17: Eğitim seti üzerindeki Analog modül ve analog modüle ait 8’li DIP-Switch.

5.4 7 Segment Display

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde besleme kontrolü 2 adet 6’lı DIP-Switch ile kontrol edilen ortak katotlu 7 segment display 4’lü mux yer almaktadır. 7 segment display modülü kayan yazı, gerçek zamanlı dijital saat, sayıcı, kronometre ve gösterge gibi uygulamalarda kullanılabilir. 7 segment display 2N7002 transistörü ile sürülmüştür. Şekil 5.18’de eğitim seti üzerinde yer alan 7 segment display modül şematik çizimi verilmiştir. Şekil 5.19’da Eğitim seti üzerindeki 7 segment display modül verilmiştir.



Şekil 5.18: Eğitim seti üzerinde yer alan 7 segment display modül şematik çizimi.



Şekil 5.19: Eğitim seti üzerindeki 7 segment display modülü.

5.5 2x16 Karakter LCD

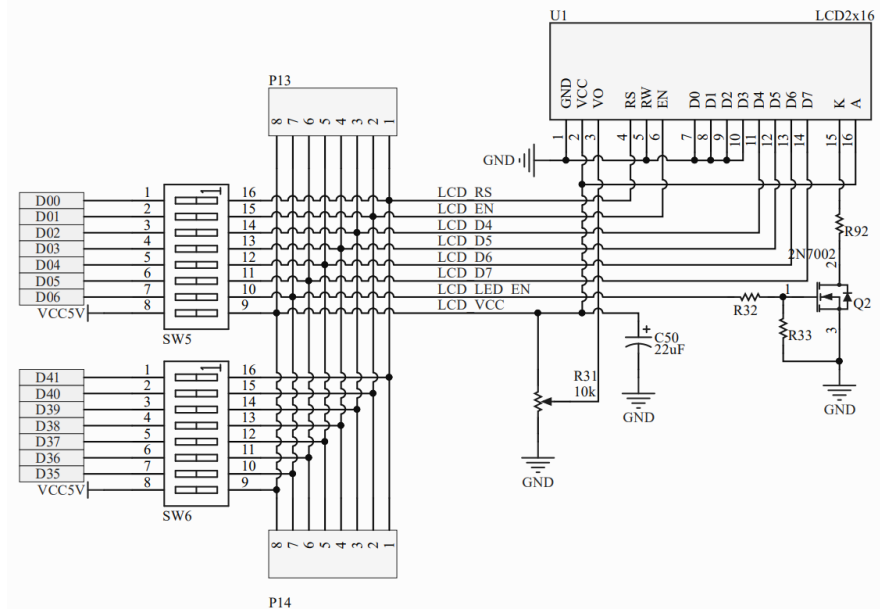
Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde 7segment display modülün altında konumlandırılmış 2x16 karakter LCD modül bulunmaktadır.

Ekranın 2x16 olarak adlandırılması LCD'nin 2 satıra sahip olduğu ve satır başına 16 karakter görüntüleme kapasitesinin olduğu anlamına gelir. Ekran aynı anda en fazla 32 adet karakteri görüntüleyebilir. Ekranda kaydırma yapılarak 32 karakterden fazlası da görüntülenebilir. Bu uygulamada standart HD44780 sürücüsünü kullanan LCD için yazılan kodlar kullanılacaktır. 16 pinli LCD'ler genellikle HD44780 sürücüsüne sahiptir. Pinler üst, alt veya ekranın her iki tarafında da bulunabilir. Bazı ekranlarda arka aydınlatma LED'i olmadığından bu tarz ekranların 14 pini vardır. Şekil 5.20'de 2x16 karakter LCD ve pinleri gösterilmiştir.

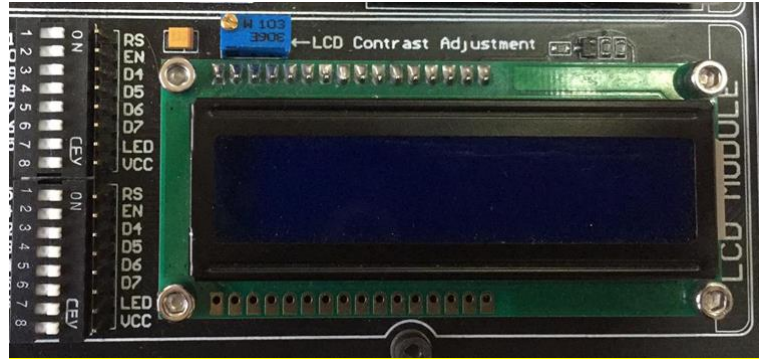


Şekil 5.20: 2x16 karakter LCD ve pinleri.

LCD kullanılarak herhangi bir sensor veya donanıma ait veriler LCD ekranına yazdırılabilir, buton kullanılarak menü oluşturulabilir veya çeşitli animasyon uygulamaları yapılabilir. Şekil 5.21'de eğitim seti üzerinde yer alan 2x16 karakter LCD şematik çizimi verilmiştir. Şekil 5.22'de eğitim seti üzerinde yer alan LCD modül verilmiştir. LCD modüle ait potansiyometre ekran kontrastını ayarlamak için kullanılır. LCD modül besleme kontrolü modülün yanında yer alan 2 adet 8'li DIP-Switch ile kontrol edilmektedir.



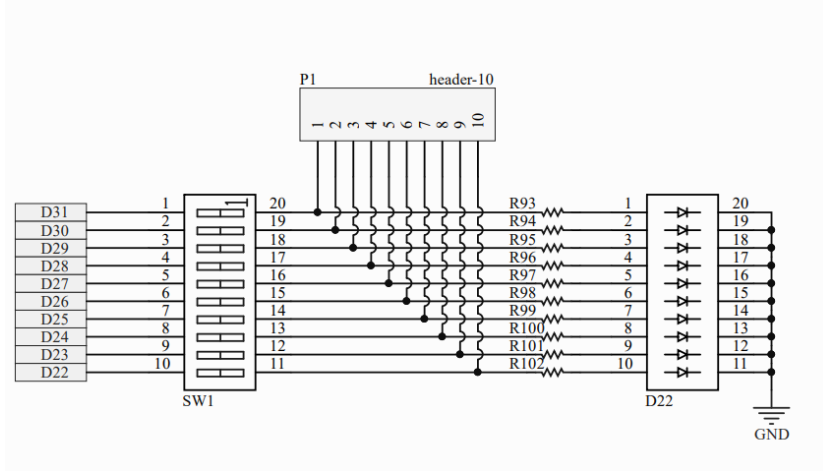
Şekil 5.21: Eğitim seti üzerinde yer alan 2x16 karakter LCD şematik çizimi.



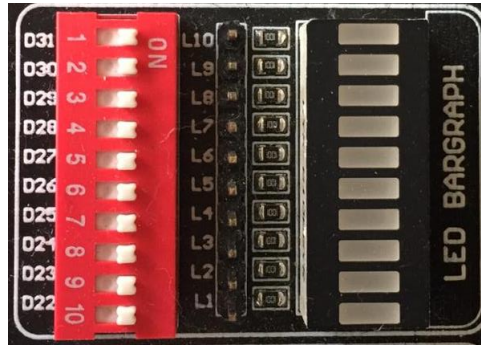
Şekil 5.22: Eğitim seti üzerinde yer alan LCD modül.

5.6 BarLED

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde tüm LED uygulamalarının yapılabilirdiği BarLED modül bulunmaktadır. BarLED modül yan yana seri bağlanmış 10 adet LED'den oluşmaktadır. BarLED besleme kontrolü, modülün yanında konumlandırılmış 10'lu DIP-Switch ile yapılmaktadır. Şekil 5.23'te eğitim seti üzerindeki BarLED modüle ait şematik çizim verilmiştir. Şekil 5.24'te Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde konumlandırılmış BarLED modül verilmiştir.



Şekil 5.23: Eğitim seti üzerindeki BarLED modüle ait şematik çizim.



Şekil 5.24: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde konumlandırılmış BarLED modül.

6. SİSTEM HABERLEŞME PROTOKOLLERİ

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde UART, SPI ve I²C haberleşme protokollerinin kullanılabileceği, set üzerinde yer alan analog modülün üzerinde konumlandırılmış ve her birinin beslemesi DIP-Switch ile kontrol edilen haberleşme modülü bulunmaktadır.

Haberleşme modülünde USB-TTL UART çevirici olarak CP2102 entegresi kullanılmıştır. CP2102 entegresi ile modül, USB üzerinden TTL seri haberleşme yapılacak projelere uygun hale getirilmiştir. Modüldeki TTL çıkışlar, MCU ile kolayca haberleşebilir. Modül, Windows, MacOS ve Android dahil birçok işletim sistemi ile uyumludur.

Yakın mesafelerde düşük bant genişliği ile çalışan, 2 kablolu (2 Wired), I²C protokolü geliştirilmiştir. I²C protokolü, biri clock diğeri de veri olmak üzere 2 adet iletişim kanalına sahiptir. Bu kanallar, SCL (Serial Clock) ve SDA (Serial Data) olarak isimlendirilmektedir. SDA veri iletişimi için kullanılmakta, SCL ile ise gönderen ve alan taraflar veri senkronizasyonunu sağlamaktadır. SDA ve SCL veri yolları üzerinde birçok aygıt bulunabilir. Bu aygıtlar, düğümleri (node) oluşturmaktadır. İletişimi başlatan taraf (CPU, mikrodenetleyici) master, karşı taraf ise slave olarak isimlendirilir. SCL master'ın kontrolündedir ancak slave de ihtiyaç halinde, SCL'deki elektriksel seviyeyi değiştirebilmektedir. Slave aygıtlar genel olarak, bir bölümü sabit değerleri ise programlanabilen 7 bitlik adreslere sahiptir. Örneğin, ilk 4 bit üretim aşamasında belirlenirken diğer 3 bit ise elektriksel olarak programlanabilir. Master, bu adres üzerinden slave aygıtı ulaşabilmektedir. Adresleme, veri transferinde olduğu gibi, SDA üzerinden seri biçimde olmaktadır. I²C, standart 100kHz, fast 400kHz ve high speed 3.4MHz olmak üzere 3 farklı hızı desteklemektedir (Demirten 2021).

SPI (Serial Peripheral Interface), Arduino'nun desteklediği senkron seri haberleşme türlerinden biridir. Özellik ve kullanım olarak I²C 'ye benzer. Bir Arduino'nun diğer Arduino veya sensörlerle kısa mesafede haberleşmesini sağlar. SPI protokolünde de I²C 'de olduğu gibi bir adet Master cihaz bulunur. Bu cihaz hatta bağlı çevresel cihazları kontrol eder (Turkcell 2020).

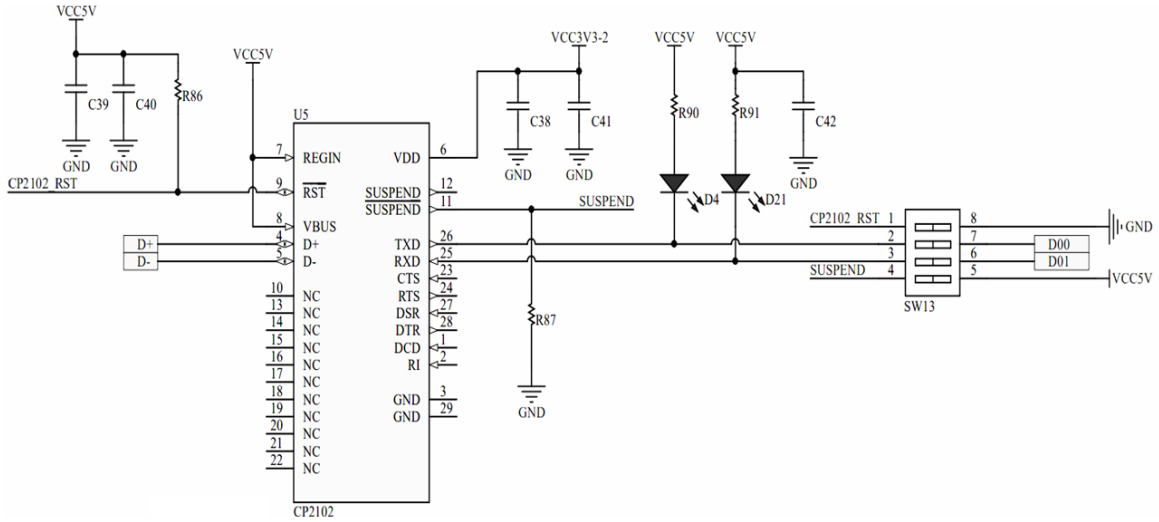
Master ve çevresel cihazlara bağlanan MISO (Master In Slave Out), MOSI (Master Out Slave In) ve SCK (Serial Clock) olmak üzere üç adet SPI hattı bulunur.

- MISO: Çevresel cihazlardan (slave) yollanan verilerin master cihaza aktarıldığı hattır.

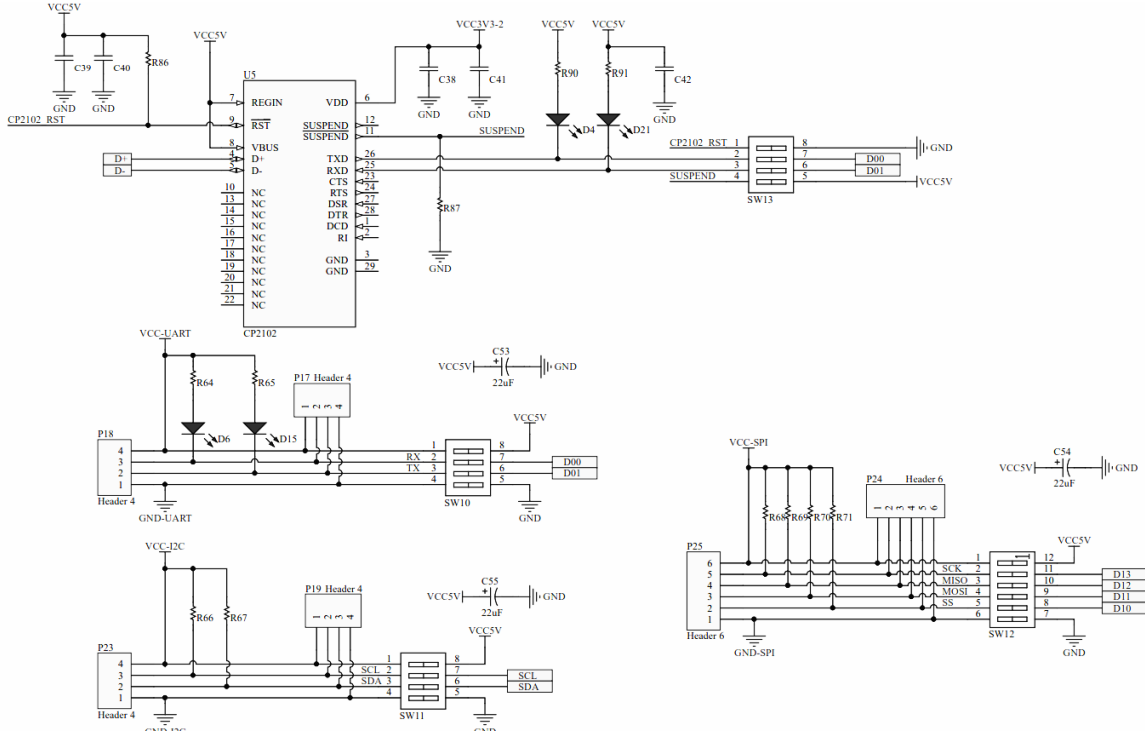
- MOSI: Master cihazdan yollanan verilerin çevresel cihazlara aktarıldığı hattır.
- SCK: SPI haberleşmesinde senkronu sağlayan saat sinyalinin bulunduğu hattır. Saat sinyali master cihaz tarafından üretilir (Turkcell 2020).

SPI haberleşmede aygıtlar birbirleriyle master – slave ilişkisi içerisinde haberleşirler. MISO ve MOSI hatlarından da anlaşıldığı gibi SPI protokolünde I2C'den farklı olarak veri hatları tek yönlüdür. Ayrıca çevresel cihazların (slave) adreslerinin olmasına gerek yoktur. Her çevresel cihazın seçim ayağı bulunur. Bu ayağa, SS (Slave Select) denir. Bu hattın sayısı kullanılan çevresel cihazların sayısı kadardır. Her cihaz için master cihazından ayrı SS hattı çıkar. SS hattı LOW (0 Volt) düzeyinde olan çevresel cihaz, master cihaz ile iletişime başlar. Haberleşme master'ın kontrolünde gerçekleşir. Master aygıt haberleşme yapacağı aygıtı seçer ve ikisi arasındaki haberleşmeyi başlatır (Turkcell 2020).

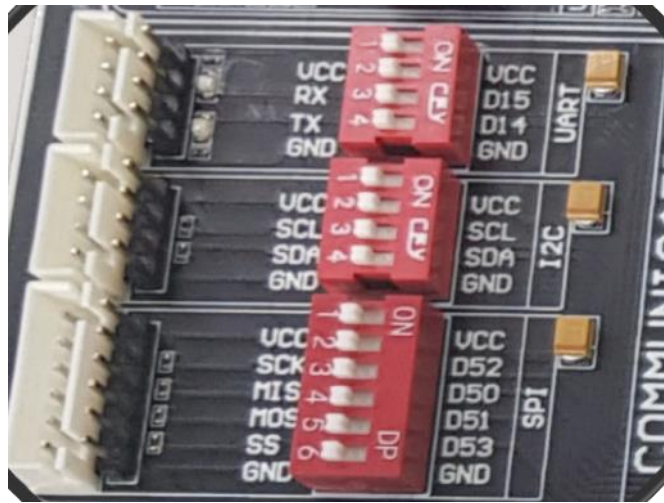
Şekil 6.1'de CP2102 entegresi şematik çizimi verilmiştir. Şekil 6.2'de Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki haberleşme modülü şematik çizimi, Şekil 6.3'te Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki haberleşme modülü verilmiştir.



Şekil 6.1: CP2102 entegresi şematik çizimi.



Şekil 6.2: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki haberleşme modülü şematik çizimi.



Şekil 6.3: Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerindeki haberleşme modülü.

7. HARİCİ - PnP UYGULAMA MODÜLLERİ

Arduino-Arm Uyumlu Esnek Yapılı Mikrodenetleyici Eğitim Seti üzerinde yer alan harici modül alanına takılıp çıkarılabilen ve bu işlem sırasında herhangi bir kablolama gerektirmeyen Nem Sensörü Modül, RGB (Red-Green-Blue) Modül, Servo Motor Modül, OLED Modül, DC Motor Modül olarak adlandırılmış harici uygulama modül tasarımları gerçekleştirilmiştir. Şematik çizimlerde “NC (Not Connected)” ile belirtilen pin bacakları herhangi bir bağlantıya sahip olmayan boş pin bacaklarıdır.

7.1 Nem Sensör Modülü

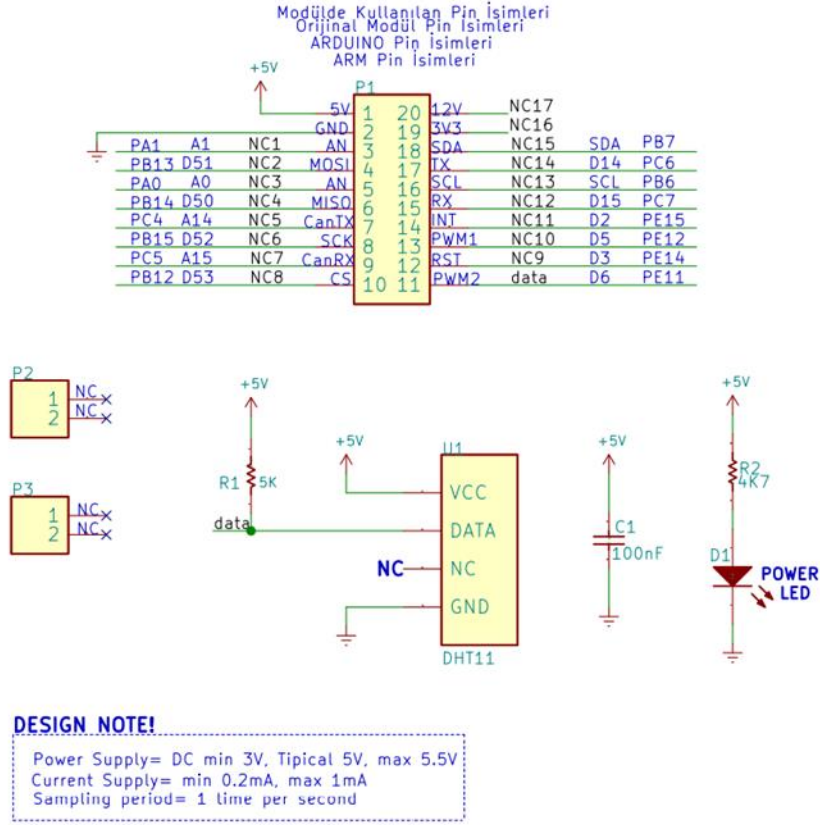
Üzerinde DHT11 sıcaklık-nem sensörü bulunan modül, dijital olarak ortamın nem ve sıcaklığını ölçmek amaçlı kullanılır. DHT11, üzerinde 8 bitlik bir işlemci bulunan, sıcaklık ve nem algılayıcı kalibre edilmiş ve dijital sinyal çıkışı veren bir sensördür. Kısa tepki süresine sahiptir ve uzun dönem çalışmalarda dengelidir. Kalibrasyonu hassastır. Sensör algılama sırasında hafızaya saklanmış olan kalibrasyon katsayısına (OTP) başvurur. Sıcaklık ölçen birim -40 ile 80°C arasında +/-2°C hata payına sahiptir. Nem ölçen birim ise 20-90% RH arasında +/- %4 (maksimum %5) RH hata payına sahiptir. Sensörün data toplama periyoduna göre 2 saniyelik periyotlarla ölçüm sonucu alınır.

DHT11 sensörünün bazı özellikleri:

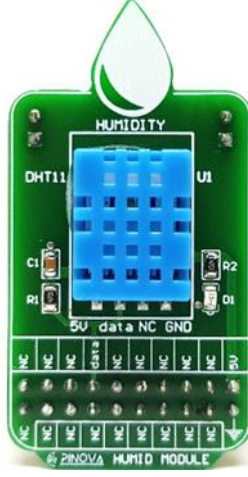
- Çalışma Gerilimi: 3 VDC - 5.5VDC
- Nem: 20-90% nispi nem
- Sıcaklık: 0 - 50 °C
- Algılama elemanı: Polimer kapasitör
- Hassasiyet Nem: +/- %4 (Maksimum %5) RH
- Hassasiyet Sıcaklık: < +/- 2°C
- Ölçüm Periyodu: 2s

Nem Sensör Modülü üzerinde bulunan power LED, modül sete takıldığında modüle enerjinin gidip gitmediğini gösterir. LED yanmıyorsa modüle enerji gitmiyor anlamına gelmektedir. Şekil 7.1’de Nem Sensörü Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları ve Şekil 7.2’de Nem Sensörü Modül verilmiştir. Programda ölçüm bilgileri Şekil 7.2’de gösterilen PWM2 Data

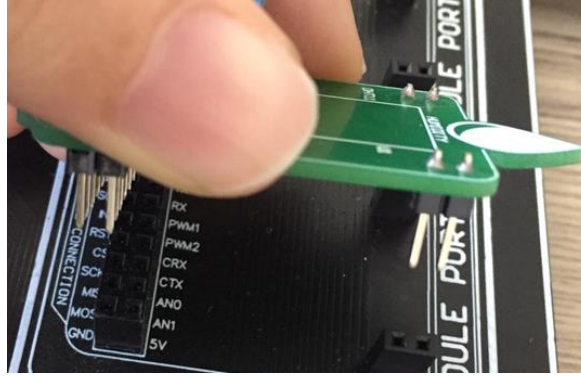
pini kullanılarak elde edilir. Nem Sensör Modülü Şekil 7.3'te gösterildiği üzere eğitim seti üzerine kolayca takılıp çıkarılabilir. Sıcaklık -nem seviyesine bağlı kontrol uygulamaları (sulama, alarm, gösterge) gibi pek çok tarımsal uygulamanın yanında ölçüme dayalı projeler de gerçekleştirilebilir.



Şekil 7.1: Nem Sensör Modülü şematik çizimi ve pin bağlantıları.



Şekil 7.2: Nem Sensörü Modül.



Şekil 7.3: Nem Sensör Modülünün eğitim seti üzerine takılması.

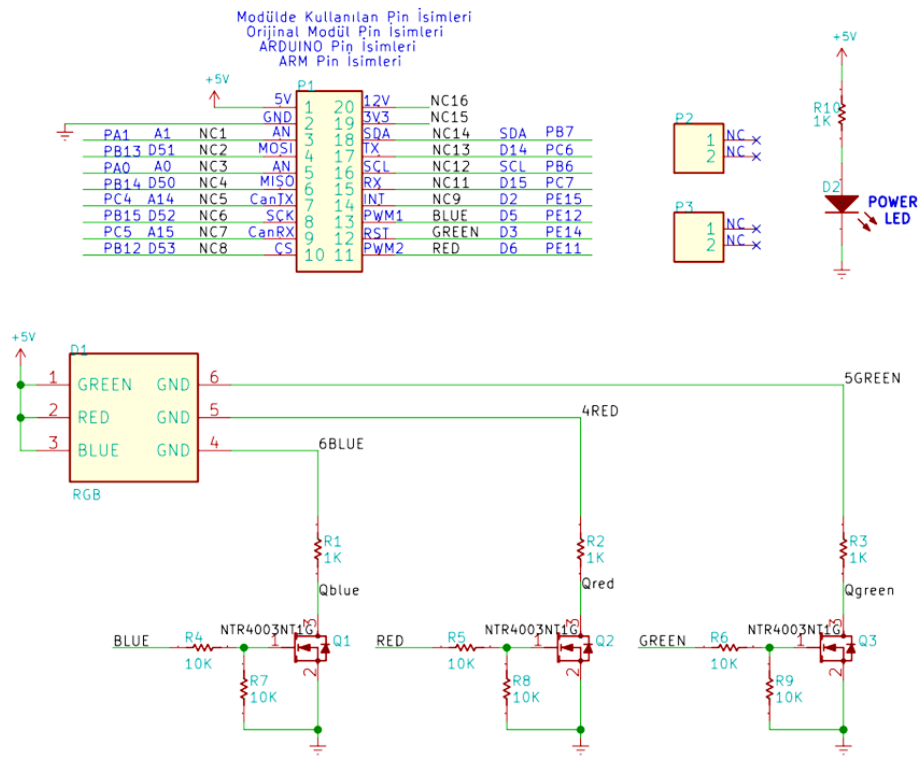
Nem Sensörü Modül ile ilgili Arduino örnek uygulama föyü EK 1’de verilmiştir.

7.2 RGB (Red-Green-Blue) Modülü

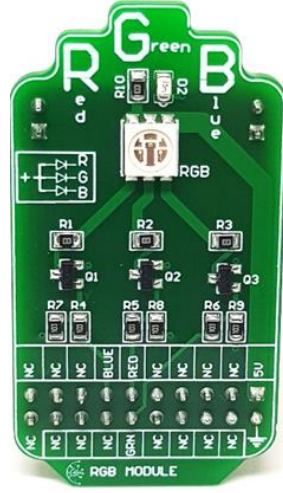
19. yüzyılda geliştirilen RGB renk modelinin temel olarak doğada bulunan tüm renklerin yalnızca üç rengin referansı ile oluşturulabilmesine dayanır. Bu üç renk kırmızı (Red), yeşil (Green) ve mavidir (Blue). Kırmızı, yeşil ve mavi renklerinin birbirleriyle kombinasyonu sonucu yüzlerce renk tonu elde edilebilir. Kırmızı, yeşil ve mavi tonlarının %100’ü kullanıldığında beyaz ışık elde edilir. Üç ana rengin her biri 8 bit ve en yaygın renk derinliği 24 bit renktir. 256 olası değer de göz önünde bulundurularak gerçek renk paletinde toplam 16.777.216 farklı renk elde edilebilir. RGB renkler ışık bazlı olduklarından dijital ekranlarda renkli görüntü elde etmeyi mümkün kılar. Bu nedenle dijital ekranlarda görüntülenecek bir uygulamada RGB renklerinin tercih edilmesi tasarımın kalitesini artırır. Tüm bunlar referans alınarak eğitim seti üzerine takılıp çıkarılabilen RGB Modül tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Modül üzerinde bir adet kırmızı-yeşil-mavi (red-green-blue) LED ve bir adet power LED bulunmaktadır. Power LED, modül beslemesinin doğru olup olmadığını göstermektedir.

RGB Modül uygulaması PWM uygulamalarına giriş modülü olarak kullanılmaktadır. Uygulamada analog modüldeki üç adet potansiyometreden alınan analog değerler dönüştürülerek PWM çıkışına yazdırılır. Potansiyometrelerden gelen değerler doğrultusunda renk kombinasyonları oluşturulur. Şekil 7.4'te RGB Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları Şekil 7.5'te RGB Modül verilmiştir. RGB ile ekran sunumu, web tasarımı, interaktif CD tasarımı gibi elektronik grafik ürünleri uygulamaları yapılabilir.



Şekil 7.4: RGB Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları.



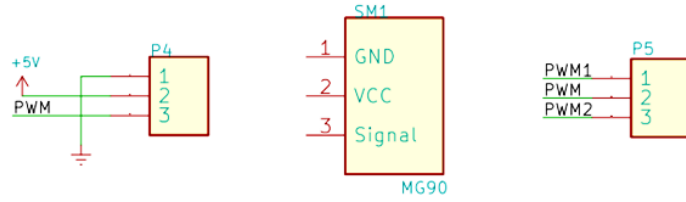
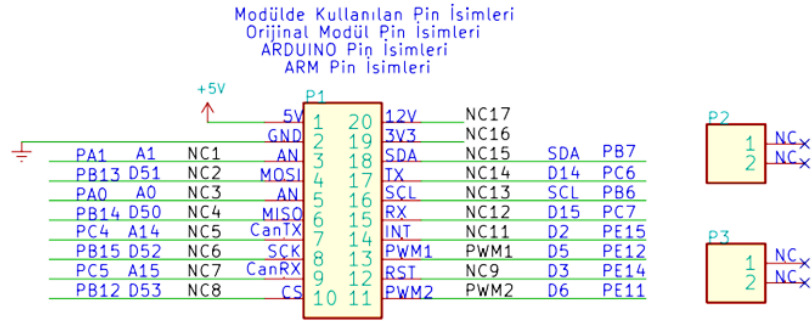
Şekil 7.5: RGB Modül.

RGB Modül ile ilgili Arduino örnek uygulama föyü EK 2’de verilmiştir.

7.3 Servo Motor Modülü

Servo motor hız, mekaniksel konum, ivme gibi değişkenlerin kontrolünün yapıldığı, içerisinde sürücü ve kontrol devresini barındıran, robot teknolojisinde en çok tercih edilen motor çeşitlerinden biridir. 1 derecelik hassasiyetle 0-180 derece arasında dönmektedir. Bu sebeple robot kolu gibi tam tur dönme mekanizmasına ihtiyaç duyulmayan uygulamalarda tercih edilir.

Servo Motor Modül ’de bir adet MG90S mikro servo motor kullanılmıştır. Mikro servo motor içerisinde bir adet DC motor bulunmaktadır. DC motorun ucuna bağlı dişli sisteminin yardımıyla servo mili daha fazla yük kaldırabilir ve servo motorun dönüş hızı da buna bağlı olarak yavaşlar. Dişli sistemlerine göre servo motorun kaldırabileceği yük değişir. Şekil 7.6’da Servo Motor Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları Şekil 7.7’de Servo Motor Modül verilmiştir. Servo motor, robot teknolojisi, elektronik, hidrolik, pnömatik gibi alanlarda ve hareket kontrollü düzenek; mekaniksel konum, hız veya ivme gibi parametrelerin kontrolünde kullanılır.



DESIGN NOTES! (MG90)

Wire number 1= Brown = GND
Wire number 2= Red= 5V
Wire number 3= Orange= PWM
Operating Voltage: 4.8V to 6V (Typically 5V)
Stall Torque: 1.8 kg/cm (4.8V)
Max Stall Torque: 2.2 kg/cm (6V)
Operating speed is 0.1s/60° (4.8V)
Gear Type: Metal
Rotation : 0°-180°
Weight of motor : 13.4gm

Şekil 7.6: Servo Motor Modülü şematik çizimi ve pin bağlantıları.



Şekil 7.7: Servo Motor Modül.

Servo Motor Modülü ile ilgili Arduino örnek uygulama föyü EK 3'te verilmiştir.

7.4 OLED Modülü

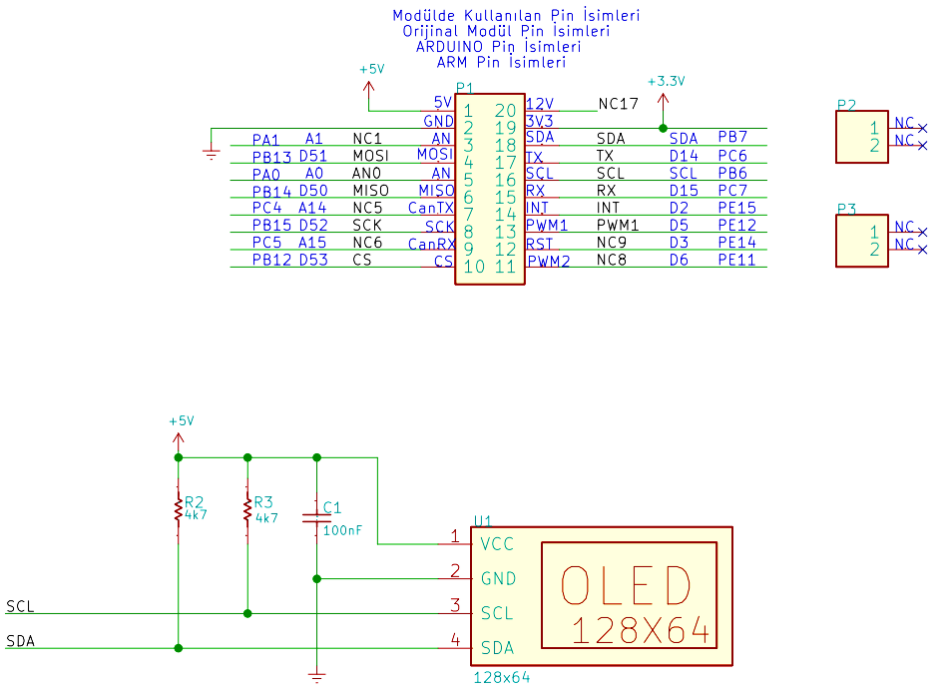
128x164, 128x64 piksel olmak üzere 2 boyut, tek renk ve iki renk olmak üzere pek çok OLED ekran bulunmaktadır. Bu modülde 128x64 piksel 0.96 inch OLED Display Ekran kullanılmıştır.

SSD1306 işlemcisini kullanan OLED ekran I2C protokolü veya SPI ile haberleşmektedir. 4 pine sahip bu ekranda VCC +5V, GND toprak, SDA ve SCL ise I2C için seri veri pinleridir. OLED ekranlar çalışırken kendi ışığını yadıklarından, herhangi bir arka ışığa ihtiyaç duymazlar. Bu sayede ekranlarında yüksek kontrast, geniş görüş açısı ve derin gerçek siyah görüntüye sahiptirler. Arka ışığa ihtiyaç duyulmaması OLED ekranın çalışması için gereken gücü ciddi miktarda azaltan bir etkidir. Bununla birlikte OLED ekranlar ortalama 20mA akım kullanmaktadırlar (Direnç 2020).

SSD1306 işlemcisi ise 1.65V ila 3.3V arasında bir gerilimle çalışmaktadır. Bu durum herhangi bir seviye dönüştürücüsü kullanılmadan bir Arduino veya 5V çıkış sağlayan herhangi bir mikrodenetleyiciye bağlanılabildiğini sağlamaktadır.

OLED ekran her türlü ekran ve görüntüleme, şekil çizdirme, bitmap yazdırma (resim yazdırma), resmi bitmap dönüştürme gibi pek çok uygulamada kullanılabilir.

Şekil 7.8’de OLED Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları ve Şekil 7.9’da OLED Modül verilmiştir.



Şekil 7.8: OLED Modül şematik çizimi ve pin bağlantıları.



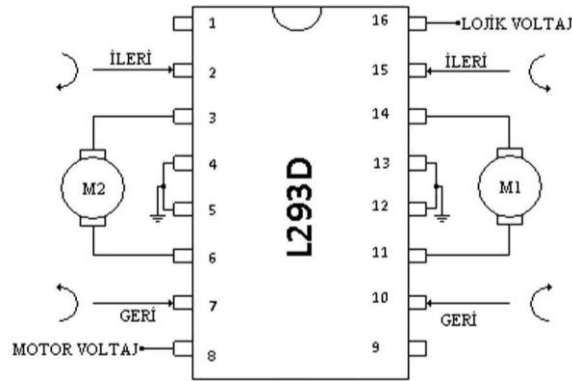
Şekil 7.9: OLED Modül.

OLED Modül ile ilgili Arduino örnek uygulama föyü EK 4'te verilmiştir.

7.5 DC Motor Modülü

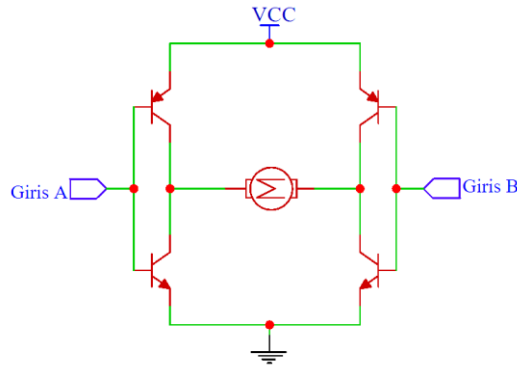
Motorların kontrolü için L293D entegresi kullanılan modüle aynı anda birbirinden bağımsız 2 adet 3 Volt fırçalı DC motor, çift yönlü olarak kontrol edilebilmektedir. L293D

içerisinde iki adet H köprüsü barındıran 16 bacaklı motor sürücü entegresidir. L293D entegresinde bulunan “enable” pinleri kullanılarak PWM kontrolü de yapılabilir. Şekil 7. 10’da L293D entegresi verilmiştir.

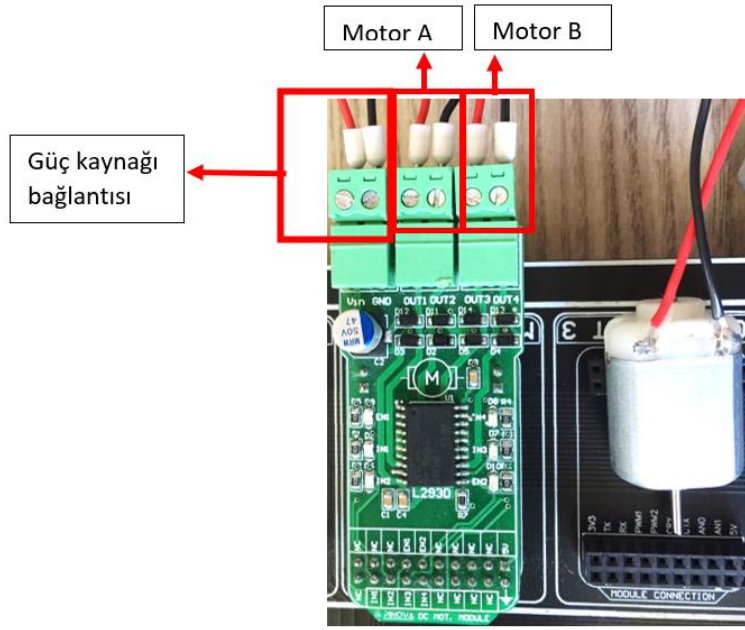


Şekil 7.10: L293D entegresi (Direnç 2019).

Oldukça basit bir çalışma prensibine sahip olan fırçalı DC motorların, basit bir şekilde iki terminali arasındaki gerilim değiştirilerek hız kontrolü sağlanabilir. Motorun çalışma yönünü değiştirilmek istenirse, uygulanan gerilim yönünün değiştirilmesi gerekir. Bu işlem için ise 4 adet transistörden oluşan H-köprüsü ismi verilen devre kullanılır. Şekil 7.10’da 4 adet transistörden oluşan H-köprüsü devresi verilmiştir. Şekil 7.11’de DC Motor Modül verilmiştir.



Şekil 7.11: 4 adet transistörden oluşan H-köprüsü devresi.



Şekil 7.12: DC Motor Modül.

DC Motor Modül ile ilgili Arduino örnek uygulama föyü EK 5'te verilmiştir.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde yüksek teknoloji içeren ürünlerin çoğunda mikrodenetleyiciler ve gömülü sistem yazılımları kullanılmaktadır. Gelişmiş olan ve gelişmekte olan ülkelerde de gömülü sistem yazılımlarının araştırılması, geliştirilmesi, uygulanması, öğrenilmesi ve öğretilmesi her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Çünkü araştırma ve geliştirmenin temelini öğrenme ve öğretme oluşturmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda bunun öneminin farkına varılmış ve kodlama eğitimleri ilkokullara kadar inmiştir. Kodlama eğitimlerinin yaygınlaşması kodlama alanında kullanılan eğitim setlerini de ön plana çıkarmıştır. Bununla birlikte ülkemizde kodlama alanında yerli tasarıma sahip eğitim seti ihtiyacı oluşmuştur.

Ülkemizde halihazırda kodlama eğitimlerinde kullanılan pek çok eğitim seti mevcuttur. Bu eğitim setleri genel anlamda ithal ürün olup dışa bağımlılığı artıran ürünlerdir. Aynı zamanda bu eğitim setleri tek bir mikrodenetleyici desteklemekte ve yeni uygulamalara geçilmek istendiğinde yeni bir set alma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Eğitim setleri genel anlamda modüler sistemden uzak kablolu ve soket ihtiyacı barındıran setlerdir. Bu sebeple kullanıcılar karmaşıklıklar ve arızalarla karşılaşmaktadırlar. Daha profesyonel ve ileri seviyeye hitap eden ARM tabanlı eğitim setleri ülkemizde yaygın olmamakla birlikte Türkçe eğitim içerikleri oldukça azdır. Bu sebeple kullanıcılar uzun süren araştırmalar yapmak durumunda kalmaktadır. Aynı zamanda bu eğitim setleri kur farkından etkilendiğinden kullanıcıların bu eğitim setlerine ulaşmaları her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Maliyetin katlanması öğrenciler ve eğitim kurumları açısından büyük bir dezavantajdır. Tüm bu sebepler prototipleme süresini uzatarak kullanıcıyı maddi açıdan ve zaman bakımından zarara uğratan unsurlardır.

Bu çalışmada, mevcut problemler baz alınarak, kullanım bakımından daha pratik, öğrenme bakımından daha kolay, zamandan kazandıran, prototipleme sürecini hızlandıran, verimli ve arıza yapma ihtimali az, yerli bir mikrodenetleyici deney seti tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu tasarım gerçekleştirilirken deney seti, özellikle Arduino kartları (UNO, Mega) ve PinARM-STM32F407 kartlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Ayrıca, farklı mikrodenetleyiciler aynı ana modüle takılabildiği ve gömülü modüllerle birlikte PnP harici uygulama modülleri ile de kablo bağlantısı yapmadan kullanılabildiği için “modüler, esnek yapılı” adını almıştır. Öğrencilerin temel düzeyde Arduino ile başlatılıp profesyonel düzeye ARM programlamaya çıkartılması hedeflenmiştir. Deney kartının özel tasarıma sahip olması daha önceden Arduino ile çalışan ve mevcutta kartı bulunan öğrencilere de imkân tanımaktadır.

Bu tezde uygulama modüllerinin hem dahili hem de harici olarak bulunduğu, harici uygulama modüllerinin ise eğitim seti üzerine takılıp çıkarılabildiği, kontrol yazılımlarının

bilgisayar üzerinden gerçekleştirildiği bir eğitim seti tasarımı yapılmıştır. Farklı firmalara ve mikrodenetleyiciye sahip birçok deney setinin halihazırda piyasada bulunmasına rağmen, bahsi geçen özelliklere sahip eğitim seti bulunmamaktadır.

Bahsedilen dezavantajlar göz önüne alınarak tasarlanan eğitim setinde bu olumsuzlukların giderilerek, bu amaçla mikrodenetleyici portları ve deney modülleri arasındaki bağlantıyı gerçekleştirebilecek elektronik ve mekanik bir anahtarlama sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Esnek yapılı eğitim seti gömülü sistem yazılımı uygulamalarının pratik olarak geliştirilmesine imkân sağlayacaktır. Esnek bir tasarıma sahip olarak gerçekleştirilecek eğitim seti birçok mikrodenetleyici ailesi ile kullanılabilir. Bu kapsamda, yeni kart ve uygulama modülleri ayrı ayrı parçalar halinde edinilebilen ve tek bir platform üzerinde birden çok mikrodenetleyici ve modülün kullanılabil-diği bir eğitim seti geliştirilerek ortaöğretimden niversiteye kadar geniş kapsamlı kullanıcı hedef kitlesine sunulacaktır.

9. KAYNAKLAR

Arduonik, “Arduino Türleri -4 Arduino Mega 2560”, (17 Haziran 2021). <https://arduonik.blogspot.com/2014/12/arduino-turleri-4-arduino-mega-2560.html> (2021).

Arslan, Ş., MEGEP Kapsamında Mikrodenetleyicilerle Dijital İşlemler Modülü Eğitim Programı ve Deney Setinin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2-3 (2006).

Bay, Ö.F., Görgünoğlu, S. 8051 Ailesi Mikrodenetleyici Eğitim Setinin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. Politeknik Dergisi, 5(3), 195-207 (2002).

Beti Elektronik, “Beti MCU Setini Tamamlayan Easy PIC7 Mikrodenetleyici Kartı”, (15 Haziran 2021) <https://beti.com.tr/en/%C3%9Cr%C3%BCnler/teknik-egitim-setleri/pic-mcu-egitim-seti/beti-mcu/> (2021).

Datasheetgo, “STM32F407”, (23 Haziran 2021). <https://datasheetgo.com/category/datasheet/page/106/> (2021).

Demirten, “I2C Protokolünün Tanıtılması”, (23 Haziran 2021). https://demirten.gitbooks.io/gomulu-linux/content/i2c_protokolunun_tanitilmasi.html (2021).

Dimanalata, Lenmor L. Dones, Agustin Ace, P. Legaspi, Jon Jon, R. Paderna, Romeo III, B. “PC Based Microcontroller Programmer and Training Kit”, (16 March 2017). <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Flenmorld.files.wordpress.com%2F2013%2F09%2Fpcbmqttk.pdf&date=2017-03-16>, (2017).

Direnç, “Ms V2 Mikrodenetleyici Eğitim Seti”, (15 Haziran 2021). <https://www.direnc.net/ms-v2-mikrodenetleyici-egitim-seti> (2021).

Direnç, “STM32F407VGT6”, (23 Haziran 2021). <https://www.direnc.net/stm32f407vgt6-smd-32bit-168mhz-mikrodenetleyici-lqfp100> (2021).

Direnç, “128x64 OLED”, (Haziran 2020). URL: <https://www.direnc.net/128x64-oled-4pin-is-spi-lcd-display> (2020).

Direnç, “L293D Motor Sürücü Entegresi Dip-16”, (Mayıs 2019). <https://www.direnc.net/l293d-motor-surucu-entegresi-dip16> (2019).

Diyot, “ATmega328”, (17 Haziran 2021). <https://diyot.net/atmega328/> (2021).

Diyot, “ATmega328”, (17 Haziran 2021). <https://diyot.net/atmega328/> (2021).

Durdu, G., WEB Tabanlı Uzaktan Kontrollü Mikrodenetleyici Laboratuvarının Gerçekleştirilmesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 6-7 (2008).

Engin, Mustafa, and Dilşad Engin., "Mikroişlemciler dersi laboratuvarı için yeni deney seti tasarımı." CB Ü Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi 2.8 (2007).

Gökozan, H., PIC Mikrodenetleyici Tabanlı Deney Modülleri Tasarımı ve Yapımı, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-2 (1999).

Gündüz, F., Mikrodenetleyici eğitim seti tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-2 (2004).

Kaya, A., Mikroişlemciler ve Mikrodenetleyiciler Dersinin Bilgisayar Destekli Eğitime Uyarlanması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-4 (2006).

Korol, B., PIC mikrodenetleyicileri ve uygulama geliştirme kartı, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-2 (2003).

Köse, E., 8086 Mikroişlemci Eğitim Deney Seti, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2-3 (2005).

Locman, "TPS22810", (23 Haziran 2021).

<https://www.radiolocman.com/datasheet/data.html?di=488761&/TPS22810DBVR> (2021).

Montanez, E. Microcontrollers in education: embedded control- everywhere and everyday. In Proc. of American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition (2005, June).

NXP, "Kinetis® KV4x MCU Family Block Diagram", (23 Haziran 2021). <https://www.nxp.com/products/processors-and-microcontrollers/arm-microcontrollers/general-purpose-mcus/kv-series-cortex-m4-m0-plus-m7/kinetis-kv4x-168-mhz-high-performance-motor-power-conversion-mcus-based-on-arm-cortex-m4:KV4x> (2021).

Özcerit, A. T., Çakıroğlu, M., Bayılmış, C., 8051 Mikrodenetleyici Uygulamaları (1.Baskı). İstanbul: Papatya Yayınevi, 14 (2005).

Özdemirci, E., Ersin Ç., and M. Rahmi CANAL., "Arduino Uno Uygulama Setinin Gerçekleştirilmesi." Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 8.Özel (Special) 1 :127-133 (2017).

ResearchGate, "ATmega328", (17 Haziran 2021)

https://www.researchgate.net/figure/Pin-diagrams-of-Atmega328-Microcontroller_fig5_333164344 (2021).

Robotistan, “Arduino UNO”, (17 Haziran 2021). <https://maker.robotistan.com/arduino-uno/> (2021).

Stoltz, T., Paulik, M., Al-Holou, N., “A Microcontroller Laboratory Hardware Platform for the Academic Environment: The UDM-EVB”, *Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference*, S2G (2005).

Striegel, A. ve Rover, D., “Enhancing Student Learning in an Introductory Embedded Systems Laboratory”, *32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 11(11), 69-76 (2002).

Şerbetçi, H., Endüstri Meslek Liseleri Elektrik Bölümü İçin PIC 16F84 Mikrodenetleyici Eğitim Programı ve Deneysel Setinin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2-3 (2005).

Temizsoylu, C., PIC Mikrokontrolörler İçin Deneysel Seti Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1-2 (2002).

Toker, K., MICROCHIP PIC16C84 Mikrodenetleyicisinin Eğitim ve Geliştirme Kitinin Hazırlanması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-2 (1999).

Topaloğlu, N., PC tabanlı fonksiyonel mikroişlemci simülatörü tasarımı ve gerçekleştirilmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-2 (2002).

Turkcell, “SPI Protokolü”, (23 Haziran 2020)

<https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/konu/egitim/arduino-401/spi-protokolu> (2020).

Yıldırım Elektronik, “STM32 ARM için MikroLAB Geliştirme Kartı”, (16 Haziran 2021). <https://www.yildirimelektronik.com/urun-detay/4172/stm32-arm-icin-mikrolab-gelistirme-karti> (2021).

Xuan, H. P., MC68000 Microprocessor Stand Alone Educational Board, Master's Thesis, Malaysia Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Pahang, 1-3 (2012).

EKLER

10. EKLER

EK 1

Nem Sensörü Modül ile ilgili Arduino Örnek Uygulama Föyü

1) DENEYİN ADI

Deney 8: SV1 Arduino Mega 2560 ile Humid Module (Dijital Sıcaklık ve Nem Sensörü) Uygulaması

Senaryo: Humid Module (DHT11 dijital sıcaklık ve nem sensörü) kullanılarak bulunulan ortamın sıcaklığı (Celcius, Fahrenheit ve Kelvin cinsinden), havadaki nem % nem oranı ve çiy oluşma noktası (Dew Point) Humid Module kullanılarak ölçülür. Ölçümler hem Seri Port Ekranına hem de LCD ekranına nizami bir biçimde yazdırılır.

NOT 1: Uygulamaya geçilmeden önce DHT11 sensörünün özellikleri ve ölçüm sırasında nasıl bir davranış sergilediği datasheet üzerinden incelenmelidir. Ayrıca bu uygulamada dht11 kütüphanesi kullanılacaktır. Kodların oluşturulabilmesi için kütüphane incelenmelidir.

NOT 2: Ekran yazdırılan değerlerin türüne göre veri tipi tanımlamaya dikkat edilmelidir. (int, float, uint vb.)

2) KAZANIMLAR

- ✓ Arduino harici kütüphane indirilmesi ve programa dahil edilmesi
- ✓ DHT11 kütüphanesinin kullanılması
- ✓ Humid Module (DHT11 sensörü) kullanımı

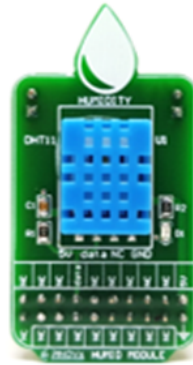
3) DENEYDE KULLANILACAK MALZEMELER

- PinoLab-CodeBoard.V1
- Arduino Mega 2560
- Humid Module (Nem Sensörü)
- Bağlantı kablosu

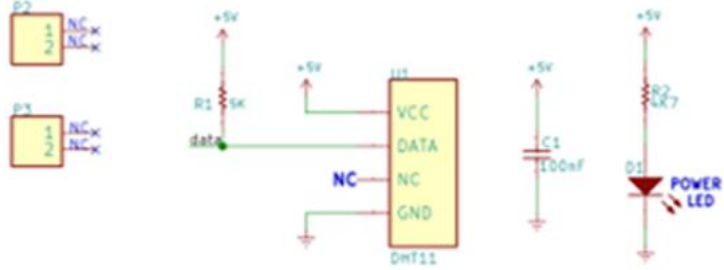
4) GENEL BİLGİ |

Humid Module

Dijital olarak ortamın nem ve sıcaklığını ölçmek amaçlı kullanılır. Üzerinde bulunan power LED, modül sete takıldığında modüle enerjinin gidip gitmediğini gösterir. LED yanmıyorsa modüle enerji gitmiyor demektir. Sensör olarak DHT11 dijital sıcaklık ve nem sensörü kullanılmıştır. Şekil 1'de Humid Modüle ve Şekil 2'de Humid Module açık devre şeması ve pin bağlantıları verilmiştir. Programda ölçüm bilgileri Şekil 2'de gösterilen PWM2 Data (D6) pini kullanılarak elde edilir.



Şekil 1. Humid Module



DESIGN NOTE!

Power Supply= DC min 3V, Tipical 5V, max 5.5V
Current Supply= min 0.2mA, max 1mA
Sampling period= 1 time per second

Şekil 2. Humid Module açık devre şeması ve pin bağlantıları

DHT11 Dijital Sıcaklık ve Nem Sensörü

Üzerinde 8 bitlik bir işlemci bulunan, sıcaklık ve nem algılayıcı kalibre edilmiş ve dijital sinyal çıkışı veren bir sensördür. Kısa tepki süresine sahiptir ve uzun dönem çalışmalarda dengelidir. Kalibrasyonu hassastır. Sensör algılama sırasında hafızaya saklanmış olan kalibrasyon katsayısına (OTP) başvurur.

Sıcaklık ölçen birim -40 ile 80°C arasında +/-2°C hata payına sahiptir. Nem ölçen birim ise 20-90% RH arasında +/- %4 (maksimum %5) RH hata payına sahiptir. Sensörün data toplama periyoduna göre 2 saniyelik periyotlarla ölçüm sonucu alınır.

DHT11 sensörünün bazı özellikleri:

- Çalışma Gerilimi: 3 VDC - 5.5VDC
- Nem: 20-90% nispi nem
- Sıcaklık: 0 - 50 °C
- Algılama elemanı: Polimer kapasitör
- Hassasiyet Nem: +/- %4 (Maksimum %5) RH
- Hassasiyet Sıcaklık: < +/- 2°C
- Ölçüm Periyodu: 2s
- Ürün Ölçüleri: 12mm x 23.5mm x 5.5 mm

DHT11 sensörü tek başına devreye bağlanmak istenirse VCC ile çıkış pini arasında Pull-up direnci (4.7K ile 10K arasında) koyulmalıdır. Şekil 3'te DHT11 dijital sıcaklık ve nem sensörü verilmiştir.



Şekil 3. DHT11 dijital sıcaklık ve nem sensörü

Kütüphane(Library) Nedir ?

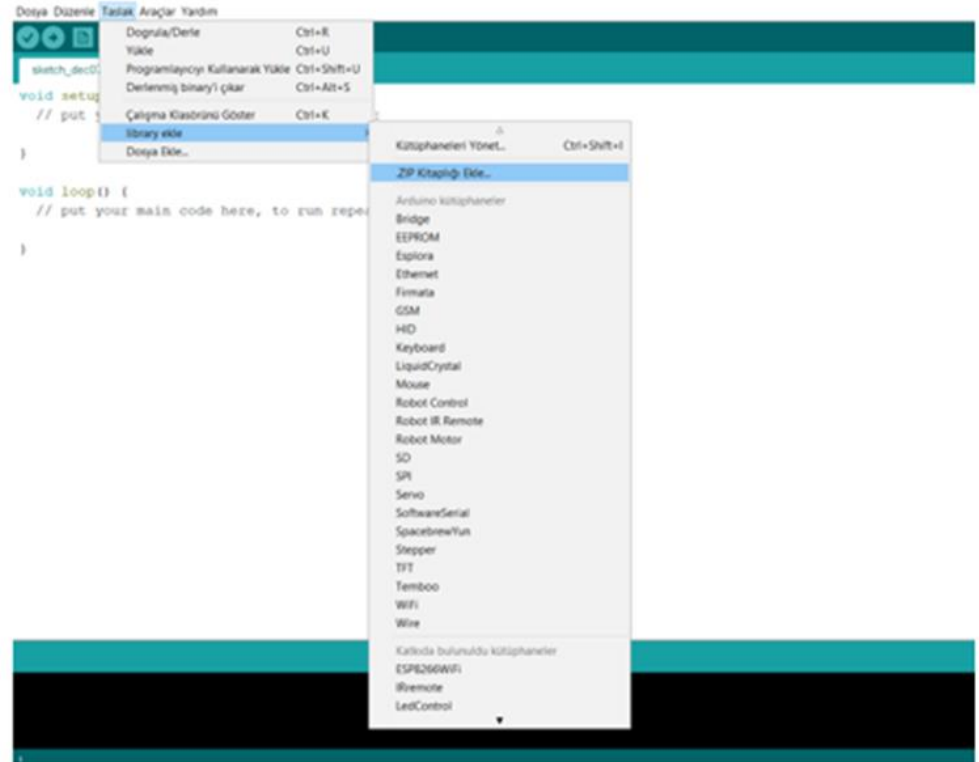
Bir sensöre, ekrana veya modül gibi donanımlara erişimi kolaylaştıran kod paketleridir. Örneğin LCD uygulamasında kullanılan yerleşik LiquidCrystal kütüphanesi, 16x2 LCD ekran ile iletişimi kolaylaştırır. Kütüphaneler internet üzerinden indirilebilir. Yerleşik kütüphaneler ve harici kütüphanelerin bazılarında Arduino resmî sitesi üzerinden ulaşılabilir. Humid Module uygulamasında dht11 kütüphanesi kullanılacaktır. Kütüphane Arduino resmî sitesinden zip dosyası şeklinde indirilebilir.

İndirilen kütüphanelerin programda kullanılabilmesi için programa eklenmesi gerekir. Bu işlem 2 şekilde gerçekleştirilebilir.

1. Zip Dosyası ile Arduino 'ya Kütüphane Ekleme

Dht11 kütüphanesi (dht11.rar) indirilir. Arduino IDE çalıştırılır. Arduino IDE'nin üst sekmesinden

- Taslak>library ekle>.ZIP Kitaplığı Ekle... seçeneğine gösterildiği şekilde tıklanır.



6) DENEYİN YAPILIŞI (anlatılacak) VE SONUÇLAR (öğrenci föyü için boş bırakılacak)

1. Arduino programı açılır.
2. Arduino Mega, PinoLab-CodeBoard.V1 üzerine takılır.
3. Humid Module Şekil 4'te gösterildiği gibi set üzerine takılır.
4. LCD modüle ait switch ON konumuna getirilir. LCD modüle ait switch haricindeki bütün switchler OFF konumuna olmalıdır.
5. Eğitim seti bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanır.
6. Arduino programı üzerine uygulamaya ait kodlar yazılır.
7. Uygulama isim verilerek, bilgisayara kaydedilir.
8. "Kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hata olup olmadığı kontrol edilir. Hata var ise, programın altındaki siyah kısımda bu hatanın uyarısı çıkacaktır. Hata yapılan kısım düzeltilir.
9. Hata yok ise "Yükle" butonuna tıklanarak kod Arduino karta yüklenir.
10. Seri Port Ekranı açılır.
11. Kod doğru ise LCD ekranında ve Seri Port Ekranında ölçümler sırasıyla görülecektir.

7) KOD KISMI (Öğrenci föyü için boş bırakılacak)

Humid Module uygulamasına ait kodun ekran görüntüsü verilmiştir.

Kod yazma işlemi tamamlandıktan sonra uygulamaya isim verilerek kaydedilir. Kayıt işleminin ardından "kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hatanın olup olmadığının kontrolü yapılır. Kodlamada herhangi bir hata var ise program penceresinin altında yer alan siyah bölümde uyarı çıkacaktır. Araçlar kısmından Seri Port Ekranı açılır. Kodlamada hata yok ise "yükle" butonuna tıklanarak kod yüklenir. Eğitim seti üzerinden yazılan kodun işleyişi gözlemlenir.

Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

```
3_SV1_ARD_NEM_SENSORU

//dht11 Kütüphanesi indirin
//Kuzmak için Arduino IDE'yi açın, Kitaplık Ekle> .ZIP Kitaplığı Ekle'ye gidin ve daha sonra indirdiğiniz DHT11b ZIP dosyasını seçin.

#include <dht11.h> // dht11 kütüphanesi eklenir.
#include <LiquidCrystal.h> // LCD kütüphanesi ekliyoruz.

#define DHT11PIN 6 //Nem sensörü (DHT11PIN) ve başlı olduğu pin tanımlanır

LiquidCrystal lcd(41, 40, 39, 38, 37, 36); //LCD pinler aktif

dht11 DHT11; //DHT11 nesnesi oluşturulur

void setup()
{
  pinMode(35, OUTPUT); //LCD LED aktif
  digitalWrite(35, HIGH);

  pinMode(1, OUTPUT);
  digitalWrite(1, HIGH);

  Serial.begin(9600); // Seri iletişimi başlatılır.
  Serial.println("DHT11 Nem Sensörü Uygulaması");

  lcd.begin(16, 2); //Ekran ayarlaması 2x16'lık LCD kullanıldığından, (16, 2) şeklinde yapılır.
  lcd.clear();
}
```


EK 2

RGB Modül ile ilgili Arduino Örnek Uygulama Föyü

1) DENEYİN ADI

Deney 9: SV1 Arduino Mega 2560 ile RGB Module (Red Green Blue) Uygulaması

Senaryo: RGB Module'e gerekli PWM verilir. PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki 3 adet potansiyometre uygulamaya dahil edilir ve bütün renkler potansiyometreler döndürülerek elde edilir. Potansiyometrelerden okunan analog değerler Seri Port Ekranına yazdırılır.

2) KAZANIMLAR

- ✓ PWM (Pulse Width Modulation-Darbe Genlik Modülasyonu) öğrenilmesi
- ✓ Arduino PWM ve sinyal dönüştürme işlemleri
- ✓ RGB Module kullanımı

3) DENEYDE KULLANILACAK MALZEMELER

- PinoLab-CodeBoard.V1
- Arduino Mega 2560
- RGB Module
- Bağlantı kablosu

4) GENEL BİLGİ

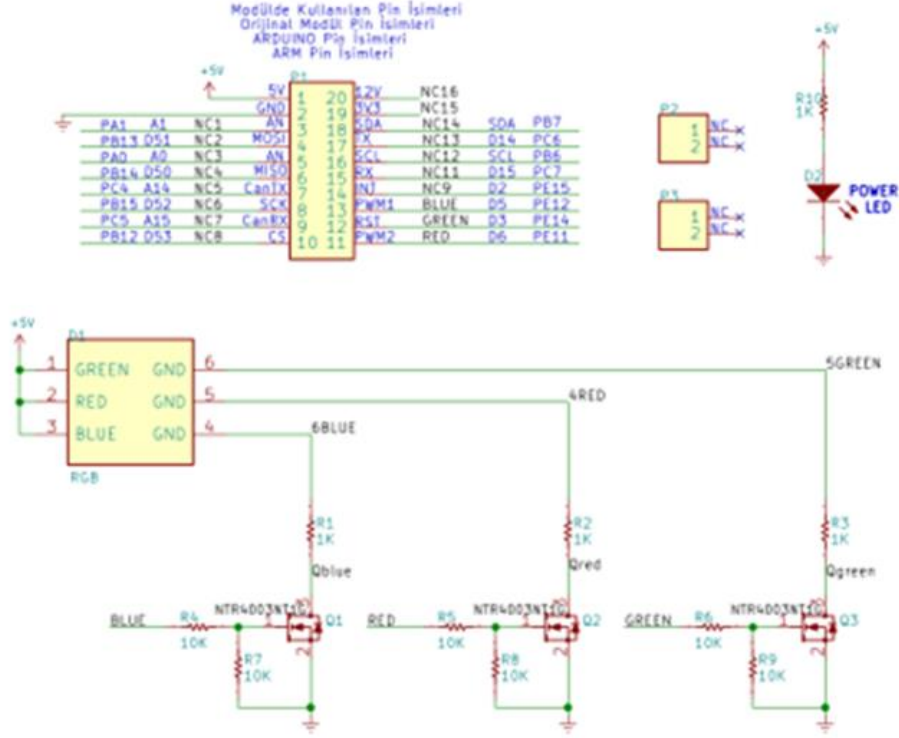
RGB (Red Green Blue) Module

RGB aslında bir renk uzayıdır. Televizyon, bilgisayar ekranı ve akıllı telefon ekranları gibi pek çok yerde kullanılır. 19. yüzyılda geliştirilen RGB renk modelinin temel olarak doğada bulunan tüm renklerin yalnızca üç rengin referansı ile oluşturulabilmesine dayanır. Bu üç renk kırmızı (Red), yeşil (Green) ve mavidir (Blue). Kırmızı, yeşil ve mavi renklerinin birbirleriyle kombinasyonu sonucu yüzlerce renk tonu elde edilebilir. Kırmızı, yeşil ve mavi tonlarının %100'ü kullanıldığında beyaz ışık elde edilir. Üç ana rengin her biri 8 bit ve en yaygın renk derinliği 24 bit renktir. 256 olası değer de göz önünde bulundurularak gerçek renk paletinde toplam 16.777.216 farklı renk elde edilebilir. RGB renkler ışık bazlı olduklarından dijital ekranlarda renkli görüntü elde etmeyi mümkün kılar. Bu nedenle dijital ekranlarda görüntülenecek bir uygulamada RGB renklerinin tercih edilmesi tasarımın kalitesini artırır.

Şekil 1'de RGB Module ve Şekil 2'de RGB Module açık devre şeması ve pin bağlantıları verilmiştir. Programda, Şekil 2'de gösterilen D5 (Blue), D6 (Red) ve D3 (Green) pinleri kullanılmalıdır.



Şekil 1. RGB Module



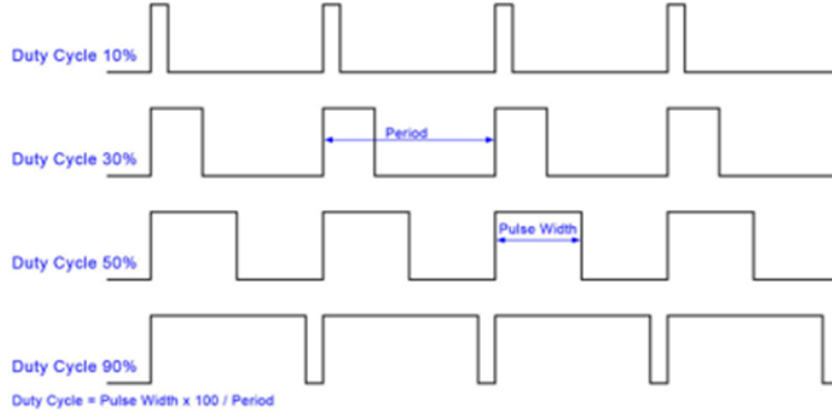
Şekil 2. RGB Module açık devre şeması ve pin bağlantıları

PWM (Pulse Width Modulation (Darbe genişlik modülasyonu))

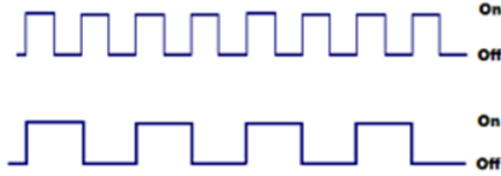
PWM tekniği, iki durumlu dijital sinyalleri kullanarak analog bir ortalama değer oluşturmaya yarar. Üretilen bir kare dalgada ON-OFF süreleri ayarlanarak sisteme verilen güç ayarlanabilir. En basit haliyle bir sinyal modülasyon tekniği olarak tanımlanabilir. PWM'in en önemli avantajlarından birisi sayısalardan analoğa dönüştürme işlemini oldukça basit bir yapı ile sağlamasıdır. Sinyal bilgisinin aktarım için uygun hale çevrilmesi amacının yanı sıra güç kontrolü sağlamak ve elektrik makineleri, güneş pili şarj üniteleri gibi özel devrelere destek olmak amacı da taşır.

PWM sinyali anahtarlama ile elde edilir. Burada önemli olan iki kavram vardır. Bunlar frekans ve duty cycle(görev döngüsü)'dür.

Duty Cycle: Sinyalin ON süresinin sabit T periyoduna oranıdır. Yüzde olarak ifade edilebilir ve her zaman 0-1 arası bir değer alır. Bir PWM sinyalinin ortalama değeri, duty cycle ile doğru orantılıdır ve $D \cdot V_{max} + (1-D) \cdot V_{min}$ olarak bulunur.



Frekans: PWM frekansı sürülecek elemana göre özenle seçilmelidir. Transformatör, DC motor gibi elemanlar anahtarlanırken frekansın insan kulağının duyma frekansları olan 20Hz-20kHz dışında seçilmesi gerekir. Aksi takdirde devre çalışırken rahatsız edici sesler çıkarabilir. DC motorlarda frekans arttıkça tork azalır. Bu durumda tork ile gürültü arasında uygun bir seçim yapmak gerekir. Anahtarlama güç kaynaklarında frekans bobin değerlerini küçültürken anahtarlama kayıplarını artırır bu yüzden yine burada da frekans konusunda uygun bir seçim yapmak gerekir. LED aydınlatmada ışığın parlaklığı PWM ile ayarlanabilir. Burada frekansın düşük olması durumunda ışık flicker (titreşim) yapabilir. Denetleyiciler üzerinden zaman bölücülerle bu frekans ayarlanabilir. Grafikte aynı Duty Cycle'a sahip frekansları farklı olan iki sinyal karşılaştırılmıştır.



Arduino PWM ve Sinyal Dönüştürme

Çoğu mikrodenetleyici analog sinyal üretmez bunun yerine PWM dalga tekniğini kullanır. Arduino bünyesinde kullanılan PWM tekniği dijital sinyallerden analog sinyal veya tam tersi sinyaller elde etmek amacıyla kullanılır. Bunun yanında kontrol uygulamalarında kare dalga üretmek amacıyla da kullanılabilir.

Arduino'da dijital giriş/çıkış pinlerinden PWM çıkışı alabilmek için analogWrite() fonksiyonu kullanılır. Bu fonksiyonda parantezler arasında integer cinsinden pin numarası ve yine integer cinsinden maksimum 8 bitlik (0 ile 255 arası) çıkış değeri yazılır. Bu çıkış değerinin büyüklüğüne göre dalga genişliği ayarlanır. İlgili pinin çıkış voltajı 0 – 255 PWM değeri arasında, 0 ile 5 volt arası değişir.

Örnek olarak 6 numaralı pin çıkışından PWM sinyal elde etmek için;

```
void setup() {  
  pinMode(6,OUTPUT);  
}  
void loop() {  
  analogWrite(6, 125);  
}
```

255 değerinin 5V'a denk geldiği düşünülürse, bu PWM çıkışı (6 numaralı pin) voltmetre ile ölçüldüğünde 2,5V civarı gerilim elde edilir.

Bir potansiyometre ile DC motor hız kontrolü yapan örnek kod ise;

```
int pot = A0;           // analog giriş pini A0 olarak ayarlanır ve pot değişkenine aktarılır  
int potDegeri = 0;     // analog girişten okunacak değer bu değişkende tutulacak  
int motor = 6;        // PWM çıkış pini 6 numaralı dijital pin olarak ayarlanır ve motor  
değişkenine atanır  
void setup() {  
  pinMode(6,OUTPUT);  // PWM sinyali alınacak 6 numaralı pin çıkış pini olarak ayarlanır  
}  
void loop() {  
  potDegeri = analogRead(pot);  
  // pot pini (A0) okunur ve potDegeri değişkenine aktarılır  
  analogWrite(motor, map(potDegeri, 0, 1023, 0, 255));  
  // potDegeri değişkeni değerini 0-1023 arası değerden 0-255 arası değere dönüştür ve PWM  
çıkışına yazar  
}
```

şeklindedir.

RGB kullanılarak hangi uygulamalar yapılabilir?

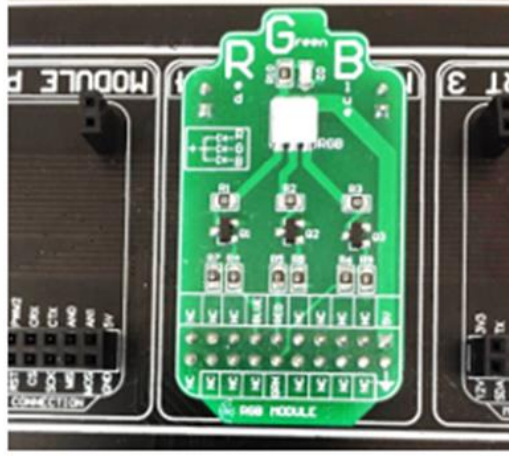
Ekran sunumu, web tasarımı, interaktif CD tasarımı gibi elektronik grafik ürünleri uygulamaları yapılabilir.

PWM tekniği hangi uygulamalarda kullanılır?

Haberleşme sistemleri, güç aktarımı ve elektrik makineleri, voltaj regülatör devreleri, ses efektleri ve yükselticiler, güneş enerji sistemlerinde ve rüzgâr enerjisi sistemleri gibi pek çok yerde kullanılır.

5) DENEY SETİ GÖRSELİ (AÇIK DEVRE)

Şekil 3'te PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki RGB Module gösterilmiştir.



Şekil 3. PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki RGB Module

6) DENEYİN YAPILIŞI (anlatılacak) VE SONUÇLAR (öğrenci föyü için boş bırakılacak)

1. Arduino programı açılır.
2. Arduino Mega, PinoLab-CodeBoard.V1 üzerine takılır.
3. RGB Module Şekil 3'te gösterildiği gibi set üzerine takılır.
4. **Potansiyometrelere ait switchler ON konumuna getirilir. Potansiyometrelere ait switchler hariç bütün switchler OFF konumunda olmalıdır.**
5. Eğitim seti bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanır.
6. Arduino programı üzerine uygulamaya ait kodlar yazılır.
7. Uygulama isim verilerek, bilgisayara kaydedilir.
8. "Kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hata olup olmadığı kontrol edilir. Hata var ise, programın altındaki siyah kısımda bu hatanın uyarısı çıkacaktır. Hata yapılan kısım düzeltilir.
9. Hata yok ise "Yükle" butonuna tıklanarak kod Arduino karta yüklenir.
10. Seri Port Ekranı açılır.
11. Kod doğru ise potansiyometreler çevrildikçe RGB Module üzerinde renk değişimleri ve potansiyometreden okunan değerler Seri Port Ekranında görülecektir.

7) KOD KISMI (Öğrenci föyü için boş bırakılacak)

RGB Module uygulamasına ait kodun ekran görüntüsü verilmiştir.

Kod yazma işlemi tamamlandıktan sonra uygulamaya isim verilerek kaydedilir. Kayıt işleminin ardından "kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hatanın olup olmadığını kontrolü yapılır. Kodlamada herhangi bir hata var ise program penceresinin altında yer alan siyah bölümde uyarı çıkacaktır. Kodlamada hata yok ise "yükle" butonuna tıklanarak kod yüklenir. Eğitim seti üzerinden yazılan kodun işleyişi gözlemlenir.

```
7_SVL_ARO_ROB_LED5
//RGB led pin bağlantıları tanımlanır
int bPin=5;
int rPin=6;
int gPin=3;

//Potansiyometre bağlantı pinleri tanımlanır
const byte redPot=A1;
const byte greenPot=A2;
const byte bluePot=A3;

//Potansiyometreden okunacak değerler için değişkenleri tanımlanır
int potDegerR;
int potDegerG;
int potDegerB;

void setup() {

//RGB led pin bağlantıları çıkış pini olarak tanımlanır
pinMode(rPin,OUTPUT);
pinMode(gPin,OUTPUT);
pinMode(bPin,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

//Potansiyometre değerleri okunup değişkenlere aktarılır
potDegerR=analogRead(redPot);
potDegerG=analogRead(greenPot);
potDegerB=analogRead(bluePot);

  Serial.print("potDegerB ");
  Serial.println(potDegerB);
  Serial.print("potDegerG ");
  Serial.println(potDegerG);
  Serial.print("potDegerR ");
  Serial.println(potDegerR);

  if(potDegerR<10) potDegerR=0;
  if(potDegerG<10) potDegerG=0;
  if(potDegerB<10) potDegerB=0;

//Potansiyometre değerleri pwm sinyallerine dönüştürülür
potDegerR=map(potDegerR, 0, 1023, 0, 255);
potDegerG=map(potDegerG, 0, 1023, 0, 255);
potDegerB=map(potDegerB, 0, 1023, 0, 255);
```

EK 3

Servo Motor Modül ile ilgili Arduino Örnek Uygulama Föyü

1) DENEYİN ADI

Deney 10: SV1 Arduino Mega 2560 ile Servo Module Uygulaması

Senaryo: Servo Module'e gerekli PWM verilir ve PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki 1 adet potansiyometre uygulamaya dahil edilir. Potansiyometre döndürüldükçe Servo Module üzerindeki servo motor da potansiyometre ile senkron şekilde hareket eder.

2) KAZANIMLAR

- ✓ Servo motor ve kullanımı
- ✓ Servo Module kullanımı

3) DENEYDE KULLANILACAK MALZEMELER

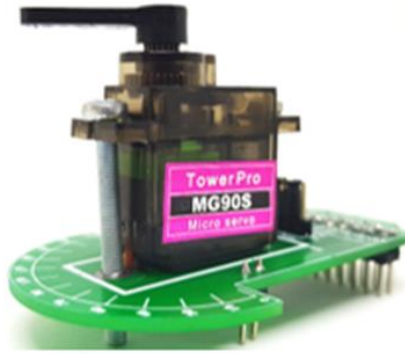
- PinoLab-CodeBoard.V1
- Arduino Mega 2560
- Servo Motor Module
- Bağlantı kablosu

4) GENEL BİLGİ

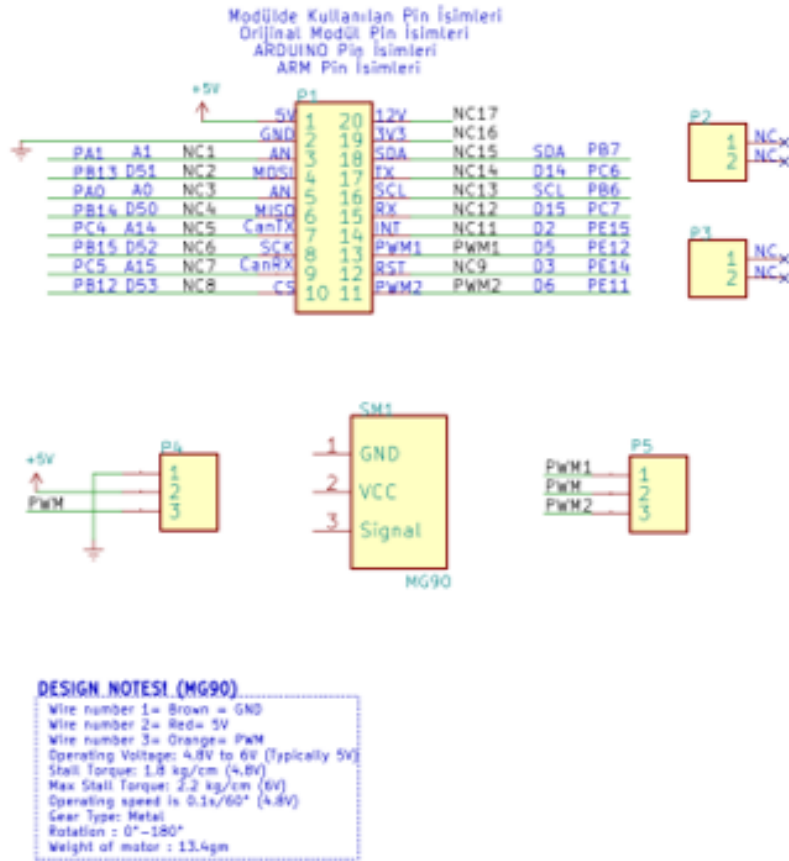
Servo Module

Modül üzerinde bir adet servo motor (MG90) mevcuttur. Üzerinde bulunan servo motor, 0 ila 180 derece arasında 1 derece hassasiyetle dönebilir. Tam tur atamaz.

Şekil 1'de Servo Module ve Şekil 2'de Servo Module açık devre şeması ve pin bağlantıları verilmiştir. Programda, Şekil 2'de gösterilen D6 (PWM2) pini kullanılmalıdır.



Şekil 1. Servo Module



Şekil 2. Servo Motor Module açık devre şeması ve pin bağlantıları

Servo Motor

Servo, herhangi bir mekanizmanın işleyişini hatayı algılayarak yan bir geri besleme düzeneğinin yardımıyla denetleyen ve hatayı gideren otomatik aygıttır. Robot teknolojisinde en çok kullanılan motor çeşididir. Bu sistemler mekanik olabileceği gibi elektronik, hidrolik, pnömatik veya başka alanlarda da kullanılabilir.

Servo motorlar; çıkış, mekaniksel konum, hız veya ivme gibi değişkenlerin kontrol edildiği, özetle hareket kontrolü yapılan bir düzendir. Servo motorlar batırlı motordurlar. Servo motor içerisinde herhangi bir motor AC, DC veya step motor bulunmaktadır. Ayrıca sürücü ve kontrol devresini de içerisinde barındırırlar.

Servo motorlar 0 ila 180 derece arasında 1 derece hassasiyetle dönebilir. Genellikle robot kolu gibi tam tur dönmesine ihtiyaç duyulmayan, açılı mekanizmalarda kullanılır. Bu uygulamada kullanılacak servo motor içerisinde bir adet DC motor bulunur. DC motorun ucuna bağlı dişli sisteminin yardımıyla servo mili daha fazla yük kaldırabilir ve servo motorun dönüş hızı da buna bağlı olarak yavaşlar. Dişli sistemlerine göre servo motorun kaldırabileceği yük değişir. Şekil 3'te MG90 Servo Motor verilmiştir.



Şekil 3. MG90 Servo Motor

Servonun kaldırabileceği yük, tork gücü ile ifade edilir. Motorun torku, motor miline bağlı 1 cm uzunluğundaki çubuğun kaldırabileceği maksimum yük olarak tarif edilir. Servolar çoğunlukla 1,4 kgf.cm torka sahiptir. Yani motor miline bağlı 1 cm uzunluğunda bir çubuk varsa ve bu çubuğun ucuna bağlı yük 1,4 kilogramdan fazlaysa, motor gücü mili döndürmek için yeterli değildir. Çubuğun uzunluğu 10 cm ise en fazla 140 gram kaldırılabilir.

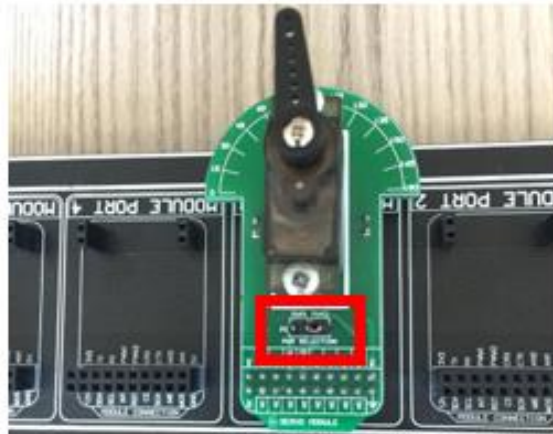
Servo motorun dönüş açısının belirlenmesinde PWM yani özel kare dalga sinyalleri kullanılır.

Servo motor hangi uygulamalarda kullanılabilir?

Robot teknolojisi, elektronik, hidrolik, pnömatik gibi alanlarda ve hareket kontrollü düzenek; mekaniksel konum, hız veya ivme gibi parametrelerin kontrolünde kullanılır.

5) DENEY SETİ GÖRSELİ (AÇIK DEVRE)

Şekil 4'te PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki Servo Module gösterilmiştir.



Şekil 4. PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki Servo Module

NOT: Şekil 4'te kırmızı kutu içine alınan bölge PWM SELECTION alanıdır. Jumper kullanılarak PWM1 veya PWM2 seçilir. Kodlamada seçilen PWM'in bağlı olduğu pin kullanılmalıdır. Bu uygulamada PWM2 tercih edilmiştir. Bu sebeple kodlamada D6 pini kullanılmıştır. PWMlerin bağlı olduğu pinler Şekil 2'de verilmiştir.

6) DENEYİN YAPILIŞI (anlatılacak) VE SONUÇLAR (öğrenci föyü için boş bırakılacak)

1. Arduino programı açılır.
2. Arduino Mega, PinoLab-CodeBoard.V1 üzerine takılır.
3. Servo Module Şekil 4'te gösterildiği gibi set üzerine takılır.
4. Potansiyometrelere ait switchler hariç bütün switchler OFF konumuna getirilir.
5. Eğitim seti bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanır.
6. Arduino programı üzerine uygulamaya ait kodlar yazılır.
7. Uygulama isim verilerek, bilgisayara kaydedilir.
8. "Kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hata olup olmadığı kontrol edilir. Hata var ise, programın altındaki siyah kısımda bu hatanın uyarısı çıkacaktır. Hata yapılan kısım düzeltilir.
9. Hata yok ise "Yükle" butonuna tıklanarak kod Arduino karta yüklenir.
10. Kod doğru ise potansiyometreler çevrildikçe Servo Module üzerindeki servo motorun hareket ettiği gözlenecektir.

7) KOD KISMI (Öğrenci föyü için boş bırakılacak)

Servo Module uygulamasına ait kodun ekran görüntüsü verilmiştir.

Kod yazma işlemi tamamlandıktan sonra uygulamaya isim verilerek kaydedilir. Kayıt işleminin ardından "kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hatanın olup olmadığını kontrolü yapılır. Kodlamada herhangi bir hata var ise program penceresinin altında yer alan siyah bölümde uyarı çıkacaktır. Kodlamada hata yok ise "yükle" butonuna tıklanarak kod yüklenir. Eğitim seti üzerinden yazılan kodun işleyişi gözlemlenir.

```
Doğa Düzeni Tutarak Araştırma Yoluyla
11_SVL_ARO_SERVO_MOTOR

#include <Servo.h> //Servo motor kontrolu için Servo.h kütüphanesi kullanılır
Servo servo; //Servo motoru kontrol etmek için servo nesnesi oluşturulur
int Pot = A0; //Servo motor potansiyometre ile kontrol edileceği için Pot değişkeni ve bağlı olduğu pin tanımlanır
int Değer; //Analog pinden gelen değeri okumak için Değer değişkeni tanımlanır

void setup() {
  servo.attach(6); //Servo Motorun analog bacağına bağlı olduğu pin (D6) parametre için yazılır
}

void loop() {
  Değer = analogRead(Pot); //Potansiyometreden gelen analog değer (0 ile 1023 arasında) okunur ve Değer değişkenine atanır
  Değer = map(Değer, 0, 1023, 0, 180); //0 ile 1023 arasında okunan değer 180 derecelik döşup sağlanacağı için, 0 ile 180 arasında ölçeklendirilir ve Değer değişkenine atanır
  servo.write(Değer); //Servo motor konumuna ölçeklenen değere göre ayarlar
  delay(100); // Potansiyometreden alınan değerlerin servo motora iletilmesinde araya bekleme süresi eklenir
}
```

EK 4

OLED Modül ile ilgili Arduino Örnek Uygulama Föyü

1) DENEYİN ADI

Deney 11: SV1 Arduino Mega 2560 ile OLED Module Uygulaması

Senaryo: Potansiyometreden okunan değer OLED ekranına yazdırılır. Potansiyometre döndürüldükçe OLED ekranına yazdırılan değer de senkron şekilde değişir.

2) KAZANIMLAR

- ✓ OLED Module kullanımı
- ✓ OLED ekran kontrolü
- ✓ I2C Haberleşme Protokolü ve fonksiyonları
- ✓ SPI Haberleşme Protokolü ve fonksiyonları

3) DENEYDE KULLANILACAK MALZEMELER

- PinoLab-CodeBoard.V1
- Arduino Mega 2560
- OLED Module
- Bağlantı kablosu

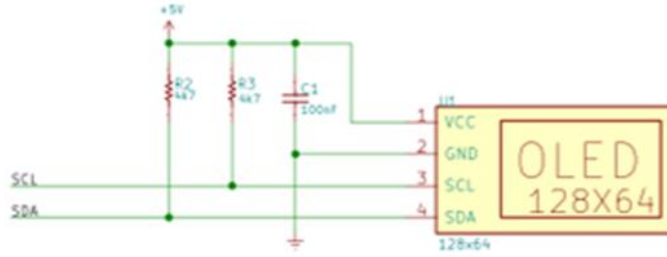
4) GENEL BİLGİ

OLED Module

Şekil 1’de OLED Module ve Şekil 2’de OLED Module açık devre şeması ve pin bağlantıları verilmiştir. Programda, Şekil 2’de gösterilen A0 pini kullanılmalıdır.



Şekil 1. OLED Module



Şekil 2. OLED Module açık devre şeması ve pin bağlantıları

OLED Ekran

Şekil 3'te 128x64 0.96 inch OLED Display Ekran verilmiştir.



Şekil 3. 128x64 0.96 inch OLED Display Ekran

OLEDler 128x164, 128x64 piksel olmak üzere 2 boyut, tek renk ve iki renk olacak şekilde seçenekleri vardır. Bu uygulamada 128x64 piksel 0.96 inch OLED Display Ekran kullanılmıştır.

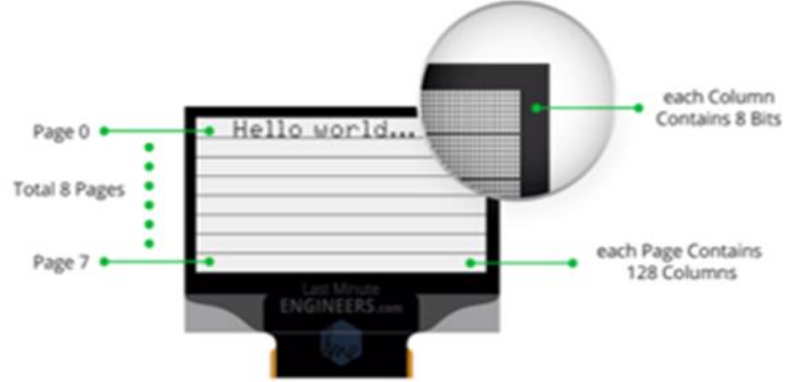
SSD1306 işlemcisini kullanan OLED ekran I2C protokolü veya SPI ile haberleşmektedir. 4 pine sahip bu ekranda VCC +5V, GND toprak, SDA ve SCL ise I2C için seri veri pinleridir. OLED ekranlar çalışırken kendi ışığını yaydıklarından, herhangi bir arka ışığa ihtiyaç duymazlar. Bu sayede ekranlarında yüksek kontrast, geniş görüş açısı ve derin gerçek siyah görüntüye sahiptirler. Arka ışığa ihtiyaç duyulmaması OLED ekranın çalışması için gereken gücü ciddi miktarda azaltan bir etkidir. Bununla birlikte OLED ekranlar ortalama 20mA akım kullanmaktadırlar.

SSD1306 işlemcisi ise 1.65V ila 3.3V arasında bir gerilimle çalışmaktadır. Bu durum herhangi bir seviye dönüştürücüsü kullanılmadan bir Arduino veya 5V çıkış sağlayan herhangi bir mikrodenetleyiciye bağlanabilmesini sağlamaktadır.

OLED Bellek Haritası

Görüntülenecek bit desenini tutan, ekran için yerleşik bir 1 KB grafik ekran belleği (GDDRAM) SSD1306 sürücüsünde OLED modülün boyutundan bağımsız şekilde bulunur. Bu 1K hafıza alanı 0'dan 7'ye kadar, 8 sayfada düzenlenir. Her sayfada 0 ila 127 arasında 128 sütun bulunur. Her bir sütun 0'dan 7'ye kadar 8 bit veri saklayabilir.

8 sayfa x 128 segment x 8 bit veri = 8192 bit = 1024 bayt = 1KB bellek

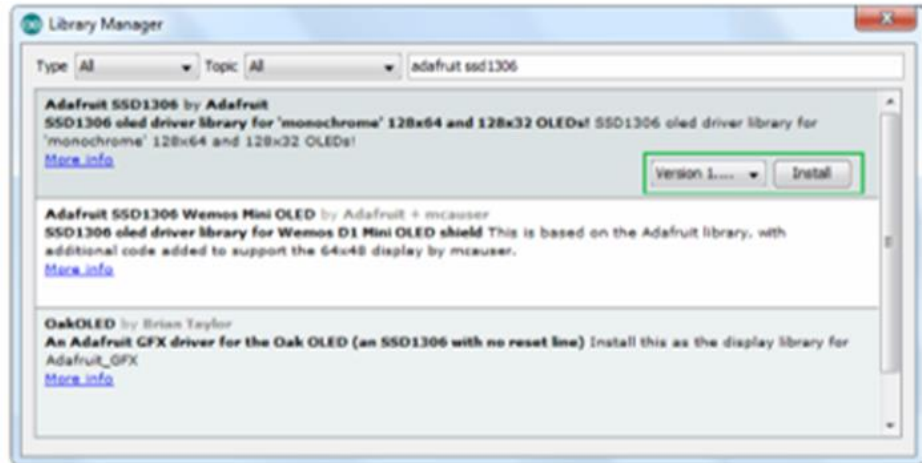


Her bit, ekrandaki programlı olarak AÇIK veya KAPALI hale getirilebilen belirli OLED pikselini temsil eder. 128 x 64 OLED ekran RAM 'in tüm içeriğini kullanırken 128 x 32 OLED ekran yalnızca 4 sayfa (yarım içerik) RAM kullanır.

OLED Ekran Modülü için Kütüphane Kurulumu

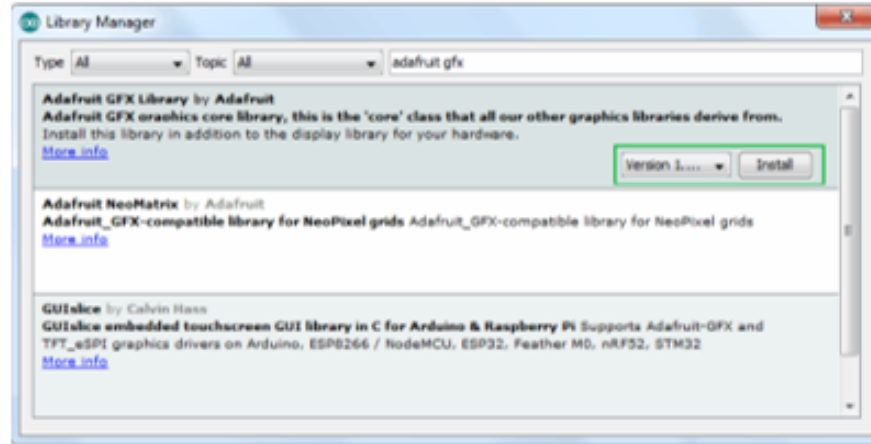
SSD1306 denetleyicisi karmaşık sürücülere sahip olduğundan ekranı kontrol etmek adına bu uygulama için, daha basit komutların kullanımına olanak sağlayan, [Adafruit SSD1306 kütüphanesi](#) kullanılacaktır.

Kitaplığı yüklemek için Taslak> Library Ekle> Kütüphaneleri Yönet tıklanmalıdır. Arama bölümüne 'adafruit ssd1306' yazılarak filtreleme yapıldıktan sonra "Adafruit SSD1306" kütüphanesi kullanılmak üzere tıklanıp yüklenmelidir.



Arduino OLED kütüphane Yükleme Ekranı

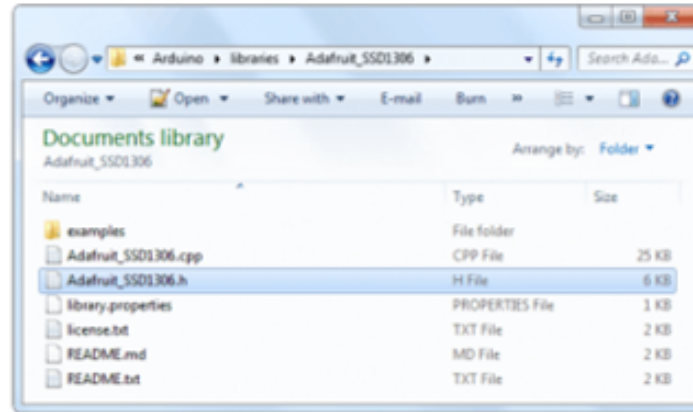
Adafruit SSD1306 Kütüphanesi, alt düzey işlevleri işleyen donanıma özgü bir kitaplıktır. Noktalar, çizgiler, daireler, dikdörtgenler gibi grafik ilkeleri görüntülemek için Adafruit GFX Kütüphanesi de yüklenmelidir.



Arduino OLED GFX Kütüphanesi Ekranı

NOT: Adafruit SSD1306 Kütüphanesi 128x64 OLED ekranlar için ayarlanmamıştır (şu anda kullanılan). Eğer 128x32 ekran kullanılacaksa Adafruit SSD1306.h başlık dosyasında ekran boyutu değiştirilmelidir. Değiştirilmezse, #error ("Yükseklik yanlış, lütfen Adafruit SSD1306.h!" Düzeltin) gibi bir hata mesajı görüntülenir.

Adafruit SSD1306.h başlık dosyası eskiz defteri konumundan değiştirilir. Genellikle Belgelerim> Arduino konumundadır. Kütüphaneler> Adafruit SSD1306;



Arduino OLED Adafruit Kütüphanesi

Bu aşamadan sonra dosya kaydedilmeli ve Arduino IDE yeniden başlatılmalıdır.

Arduino OLED Kodlama

- Renkleri Ters Çevirme
- Numara Yazdırma
- Float Numaraları Yazdırma (Onaltılı, Ara)
- ASCII sembollerini Yazdırma
- Metni Yatay ve Dikey Olarak Kaydırma

- Ekranın bir kısmını kaydırma

gibi komutlar kullanılarak ekran çizimleri değiştirilip geliştirilebilir. Çizim oluştururken, IDE düşük bellek uyarı mesajı görüntüler. Bunun nedeni kütüphanenin ekran arabellek olarak ATmega328P'den 1 KB bellek ayırmasıdır. Bu uyarı göz ardı edilebilir.

Kodlamaya başlarken öncelikle kod içerisinde kullanılacak kütüphaneler eklenmelidir. Bu kütüphaneler;

```
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_GrayOLED.h>
#include <Adafruit_SPITFT.h>
#include <Adafruit_SPITFT_Macros.h>
#include <gfxfont.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
```

şeklindedir.

Kütüphaneler eklendikten sonra pin tanımlamaları yapılır ve;

```
Adafruit_SSD1306 display(-1);           komutu mutlaka eklenmelidir.
display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);   OLED'in I2C adresi mutlaka tanımlanmalıdır.
display.clearDisplay();                   OLED'in tampon belleği temizlenmelidir.
```

Bu aşamadan sonra belirlenen algoritma doğrultusunda gerekli kodlar yazılır.

Ekrandaki pikseller yatay (X) ve dikey (Y) koordinatlarıyla adreslenir. Koordinat sistemi başlangıç noktasını (0,0) sol üst köşeye yerleştirir, pozitif X sağa ve pozitif Y aşağı doğru artar. OLED ekranında kursör konumlandırılması yapılmak istenirse `display.setCursor(x,y);` komutu kullanılır.

- OLED ekranına yazı yazdırılmak istenirse:

```
display.setTextSize(1);           //Ekrana yazdırılacak yazının boyutu girilir
display.setTextColor(WHITE);     //Ekrana yazdırılacak yazının rengi girilir
display.setCursor(0,28);         //Kursör (0,28) konumuna getirilir
display.println("OLED Uygulaması!"); //Ekrana OLED Uygulaması! yazdırılır
display.display();               //Belleğe gönderilen veriler ekrana aktarılır
delay(100);                      //Bekleme süresi eklenir
display.clearDisplay();          //Ekran temizlenir
```

- OLED ekranın renklerinde değişiklik yapılmak istenirse;

```
display.setTextColor(BLACK, WHITE); // Renkler ters çevrilir
```

- OLED ekranındaki yazının boyutu değiştirilmek istenirse;

```
display.setTextSize(2);
```

```
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(0,0);
display.println("Triangle");
display.drawTriangle(30, 15, 0, 60, 60, 60, WHITE);
display.display();
delay(2000);
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(0,0);
display.println("Filled Triangle");
display.fillTriangle(30, 15, 0, 60, 60, 60, WHITE);
display.display();
```

Gibi pek çok ekran uygulaması yapılabilir.

I2C Haberleşme Protokolü Nedir?

I2C (Inter-Integrated Circuit), 1980'li yılların başında, Philips Semiconductor tarafından geliştirilmiş bir seri iletişim protokolüdür.

İşlemci ve mikrodenetleyiciler, aynı veri yolu (bus) üzerinden, birden çok çevre birimiyle (peripheral) haberleşebilmelidir. Çevre birimlerine örnek olarak, EEPROM, Analog Sayısal Dönüştürücü (ADC), LCD sürücüsü ve zamanlayıcı (Real Timer) aygıtları gösterilebilir.

Aynı veri yolu birden çok birim tarafından kontrollü bir şekilde paylaşılmalı ve iletişim kurulacak çevre birimi, işlemci tarafından, herhangi bir yöntemle seçilebilmelidir. Bu seçim ayrı bir adres yolu üzerinden yapılabilir. Fakat bu durumda işlemcinin, normalde başka amaçlarla kullanılabileceği bazı uçların, sadece adresleme için tahsis edilmesi zorunluluğu ortaya çıkacaktır. Ayrıca bu adres yolları sebebiyle, PCB'nin karmaşıklığı da artacaktır.

Tüm bu dezavantajları gidermek için, yakın mesafelerde düşük band genişliği ile çalışan, 2 kablolu (2 Wired), I2C protokolü geliştirilmiştir. I2C protokolü, biri clock diğeri de veri olmak üzere 2 adet iletişim kanalına sahiptir. Bu kanallar, SCL (Serial Clock) ve SDA (Serial Data) olarak isimlendirilmektedir. SDA veri iletişimi için kullanılmakta, SCL ile ise gönderen ve alan taraflar veri senkronizasyonunu sağlamaktadır.

SDA ve SCL veri yolları üzerinde birçok aygıt bulunabilir. Bu aygıtlar, düğümleri (node) oluşturmaktadır. İletişimi başlatan taraf (CPU, mikrodenetleyici) master, karşı taraf ise slave olarak isimlendirilir. SCL master'in kontrolündedir ancak slave de ihtiyaç halinde, SCL'deki elektriksel seviyeyi değiştirebilmektedir.

Slave aygıtlar genel olarak, bir bölümü sabit diğeri ise programlanabilen 7 bitlik adreslere sahiptir. Örneğin, ilk 4 bit üretim aşamasında belirlenirken diğeri 3 bit ise elektriksel olarak programlanabilir. Master, bu adres üzerinden slave aygıta ulaşabilmektedir. Adresleme, veri transferinde olduğu gibi, SDA üzerinden seri biçimde olmaktadır. I2C, standart 100kHz, fast 400kHz ve high speed 3.4MHz olmak üzere 3 farklı hızı desteklemektedir.

- 2C birçok aygıt arasında, ayrı bir adres yoluna ihtiyaç duymaksızın, 2 kablolu bir iletişim kanalı oluşturur. Ayrıca referans olarak ortak bir toprak hattına (ground) ihtiyaç vardır.
- I2C, SDA ve SDC olmak üzere 1 adet veri ve 1 adet clock kanalına sahiptir.
- CPU ve mikrodenetleyici gibi, iletişimi başlatan birim master olarak isimlendirilir ve saat frekansını (clock) üretmekten sorumludur. Ayrıca iletişim yine master tarafından sonlandırılır.
- Slave çevre birimleri genellikle 7 bitlik adreslere sahiptir ve bu birimlere bu adresler üzerinden erişilir. Aynı veri yolu üzerine 112 tane aygıt bulunabilir. Bazı adresler rezerve edilmiş durumdadır bu sebeple 7 bitlik adres alanının tamamı aygıtlar için kullanılamamaktadır. (CBUS adres desteği,

- Master ve slave arasındaki iletişim çift yönlüdür (bidirectional). İletişimin yönünü master belirler.
- İletişim yolu üzerinde birden çok master bulunabilir.
- İletişim hızını yani verinin ne zaman gönderileceğini ve okunacağını, SCL üzerinden, master dikte etmektedir. Fakat slave, bu hızda veri gönderemediği veya işleyemediği durumda SCL'nin elektriksel seviyesini değiştirerek (lojik 0 yaparak) iletişimi belli bir süre bloklayabilmektedir. Bu işlem *clock stretching* olarak isimlendirilir.
- I2C ile aynı kart üzerinde olduğu gibi kartlar arasında da iletişim mümkündür, maksimum iletişim kanal uzunluğu yaklaşık 4m'dir.
- I2C veriyolu herhangi bir anda ya iletişim modundadır ya da *idle* konumdadır.

I2C Protokolü Arduino ile Nasıl Çalışır?

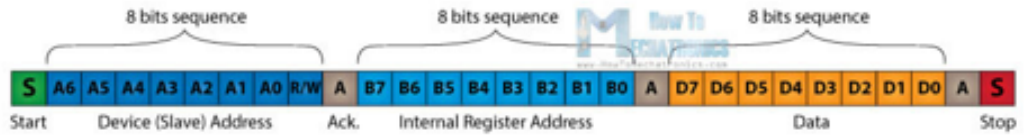
I2C iletişim veri yolu çok popülerdir ve birçok elektronik cihaz tarafından yaygın olarak kullanılır, çünkü bir ana ve çoklu bağımlı cihazlar veya hatta çoklu ana cihazlar arasında iletişim gerektiren birçok elektronik tasarımda kolayca uygulanabilir. Kolay uygulamalar, 7 bit adresleme 128 (112) cihaza kadar kullanılırken I²C ile 10 bit adresleme neredeyse 1024 (1008) cihaza kadar kullanılabilir ve iletişim için sadece iki tel kablo yeterlidir.

Her cihazın önceden ayarlanmış bir kimliği veya benzersiz bir cihaz adresi vardır, böylece master hangi cihazlarla iletişim kuracağını seçebilir.

Bu yöntemde Seri Saat (veya SCL) ve Seri Veri (veya SDA) denir. SCL hattı, I2C veri yolundaki cihazlar ile ana cihaz tarafından üretilen veri aktarımı arasında senkronize olan saat sinyalıdır. Diğer verileri taşıyan SDA hattıdır.

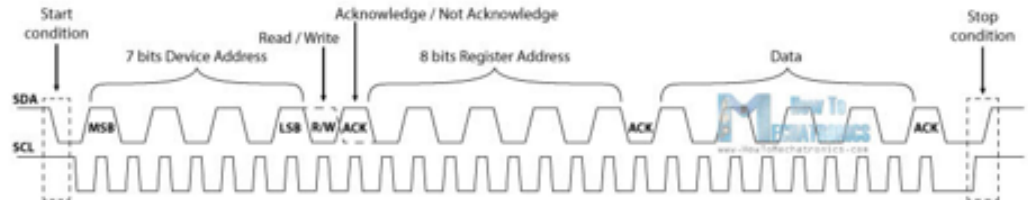
İki hat sürekli açıktır. Yani çekme dirençleri bağlı olduğu müddetçe hat sinyalleri yüksektir. Çünkü I2C veri yolundaki cihazlar aktif düşüktür. Dirençler için yaygın olarak kullanılan değerler daha yüksek hızlar için 2K ve 400 kbps'dir. Daha düşük hızlar için 10K ve 100 kbps'dir.

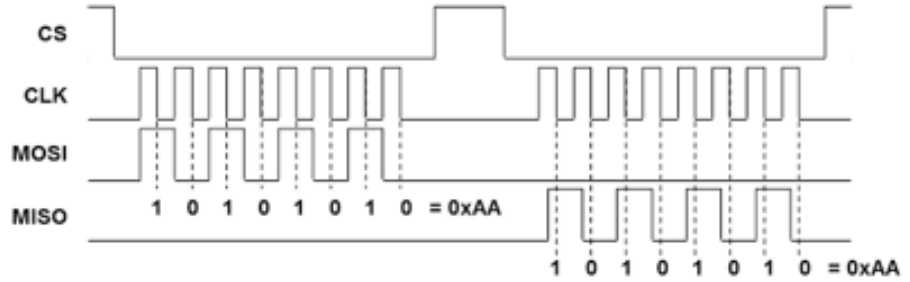
Veri sinyali 8 bitlik diziler halinde aktarılır. Böylece, özel bir başlatma koşulu meydana geldikten sonra, verinin gönderildiği slave'in adresini gösteren ilk 8 bitlik sıra gelir. Her 8 bitlik sekandan sonra **Acknowledge** adlı bir bit takip eder. İlk Onay bitinden sonra çoğu durumda başka bir adresleme sırası gelir. Adresleme sekanslarından hemen sonra, veri tamamen gönderilinceye ve özel bir durdurma koşulu ile bitinceye kadar veri sekanslarını takip eder.



Başlangıç çizgisi, saat çizgisi hala yüksekken veri hattı azaldığında ortaya çıkar. Bundan sonra saat başlar ve her saat darbesi sırasında veri biti aktarılır.

İlk ve en önemli biti ile sekans yıldız (MSB) adres aygıtı, en az önemli biti (LSB) ile biter. 7 bitten oluşur çünkü 8.bit master'ın slave'e (Logic Low) veya (Logic High) yazıp yazmayacağını belirtmek için kullanılır.





SPI fonksiyonları

Arduino 'da SPI fonksiyonlarının kullanılabilmesi için öncelikle "SPI.h" kütüphanesinin projeye eklenmesi gerekir. Kütüphane projeye eklendiğinde aşağıdaki fonksiyonlar kullanılabilir.

- **SPI.begin():** SPI haberleşmesini başlatır ve SPI pinlerini başlangıç konumlarına alır.
- **SPI.setClockDivider():** Bu fonksiyon ile SPI haberleşmesinin saati ayarlanabilir. Fonksiyon değeri olarak saat değişkenlerini almaktadır. Eğer hiçbir değişiklik yapılmazsa SPI saati "SPI_CLOCK_DIV4" olarak çalışır. Fonksiyonun alabileceği değişkenler; SPI_CLOCK_DIV4, SPI_CLOCK_DIV8, SPI_CLOCK_DIV16, SPI_CLOCK_DIV32, SPI_CLOCK_DIV64, SPI_CLOCK_DIV128'dir.
- **SPI.transfer():** SPI hattına veri yollamak veya veri almak için bu fonksiyon kullanılır.

OLED ekran hangi uygulamalarda kullanılabilir?

OLED ekran her türlü ekran ve görüntüleme, şekil çizdirme, bitmap yazdırma (resim yazdırma), resmi bitmap dönüştürme gibi pek çok uygulamada kullanılabilir.

5) DENEYİN YAPILIŞI (anlatılacak) VE SONUÇLAR (öğrenci föyü için boş bırakılacak)

1. Arduino programı açılır.
2. OLED Module PinoLab-CodeBoard.V1 üzerine takılır.
3. Kullanılacak Potansiyometreye ait switch hariç bütün switchler off konumuna getirilir.
4. Eğitim seti bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanır.
5. Arduino programı üzerine uygulamaya ait kodlar yazılır.
6. Uygulama isim verilerek, bilgisayara kaydedilir.
7. "Kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hata olup olmadığı kontrol edilir. Hata var ise, programın altındaki siyah kısımda bu hatanın uyarısı çıkacaktır. Hata yapılan kısım düzeltilir.
8. Hata yok ise "Yükle" butonuna tıklanarak kod Arduino karta yüklenir.
9. Kod doğru ise Potansiyometre çevrildikçe OLED ekranda potansiyometreden okunan değer görülecektir.

6) KOD KISMI (Öğrenci föyü için boş bırakılacak)

Kod yazma işlemi tamamlandıktan sonra uygulamaya isim verilerek kaydedilir. Kayıt işleminin ardından "kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hatanın olup olmadığını kontrolü yapılır. Kodlamada herhangi bir hata var ise program penceresinin altında yer alan siyah bölümde uyarı çıkacaktır. Kodlamada hata yok ise "yükle" butonuna tıklanarak kod yüklenir. Eğitim seti üzerinden yazılan kodun işleyişi gözlemlenir.

```
Dooya Düzeltme Taslak Araçlar Yardım
2I_SV1_ARD_OLED
#include <Adafruit_GFX.h> //Kütüphaneler eklenir.
#include <Adafruit_GrayOLED.h>
#include <Adafruit_SPITFT.h>
#include <Adafruit_SPITFT_Macros.h>
#include <gfxfont.h>

#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

Adafruit_SSD1306 display(-1):
int OledPin = A0; //OledPin değişkeni ve bağlı olduğu pin (A0) tanımlanır.
int Pot = 0; //Pot ve bağlı olduğu pin tanımlanır.
char buffer[50]; //buffer: Format parametresinde oluşturulan karakter dizisinin yazdırılacağı karakter dizisidir.
void setup()
{
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //Oled i2c Adresi girilir 0x3C
  display.clearDisplay(); //Arduino Oledin Tampon belleği temizlenir

  display.setTextSize(1); //Ekran yazdırılacak yazının boyutu girilir
  display.setTextColor(WHITE); //Ekran yazdırılacak yazının rengi girilir
  display.display(); //Belleğe gönderilen veriler ekrana aktarılır
  delay(100); //Bekleme süresi eklenir
  display.clearDisplay(); //Ekran temizlenir
}

void loop() {
  Pot = analogRead(OledPin); //OledPin'in bağlı olduğu analog pin okunur ve Pot değişkenine atanır
  sprintf(buffer, "ADC = %d", Pot);

  display.setCursor(45, 0); //OLED ekranındaki kursor (45,0) konumuna getirilir
  display.println("Pisova"); //Ekran Pisova yazdırılır
  display.setCursor(30, 10); //OLED ekranındaki kursor (30,10) konumuna getirilir
  display.println("OLED Modulu"); //Ekran OLED Modulu yazdırılır
  display.setCursor(35, 20); //OLED ekranındaki kursor (35,20) konumuna getirilir
  display.println(buffer); //Oluşturulan karakter dizisi yazdırılır
  display.display(); //Belleğe gönderilen veriler ekrana aktarılır
  delay(100); //Bekleme süresi eklenir
  display.clearDisplay(); //OLED ekranı temizlenir
}

Kaydedile
14
```

EK 5

DC Motor Modül ile ilgili Arduino Örnek Uygulama Föyü

1) DENEYİN ADI

Deneysel 12: SV1 Arduino Mega 2560 ile DC Motor Module Kontrol Uygulaması

Senaryo: DC Motor Module'e güç kaynağı ve 2 adet 3V fırçalı DC motor bağlanır. Motor A OUT1-OUT2, motor B OUT3-OUT4'e bağlanır. Yazılacak kodda;

1. Başlangıç durumunda tüm motorlar kapatılır
2. Motorların hız kontrolünü yapacak fonksiyon yazılır
3. Hız kontrolü sağlayacak olan fonksiyonda
 - Motor hızları sıfırdan PWM 100'e çıkarılır
 - Ardından motor hızları PWM 100'den sıfıra düşürülür
 - Motorlar kapatılır
4. Motor B açılır ve ardından motor B'ye hız kontrolü fonksiyonu uygulanır
5. Motor A açılır ve ardından motor A'ya hız kontrolü fonksiyonu uygulanır

2) KAZANIMLAR

- ✓ Basitçe DC Motor ve Fırçalı DC Motor
- ✓ DC Motor Module kullanımı
- ✓ Güç kaynağı kullanımı

3) DENEYDE KULLANILACAK MALZEMELER

- PinoLab-CodeBoard.V1
- Arduino Mega 2560
- DC Motor Module
- 3V Fırçalı DC Motor (2 adet)
- Male to male jumper kablo (6 adet)
- Güç Kaynağı
- Bağlantı kablosu

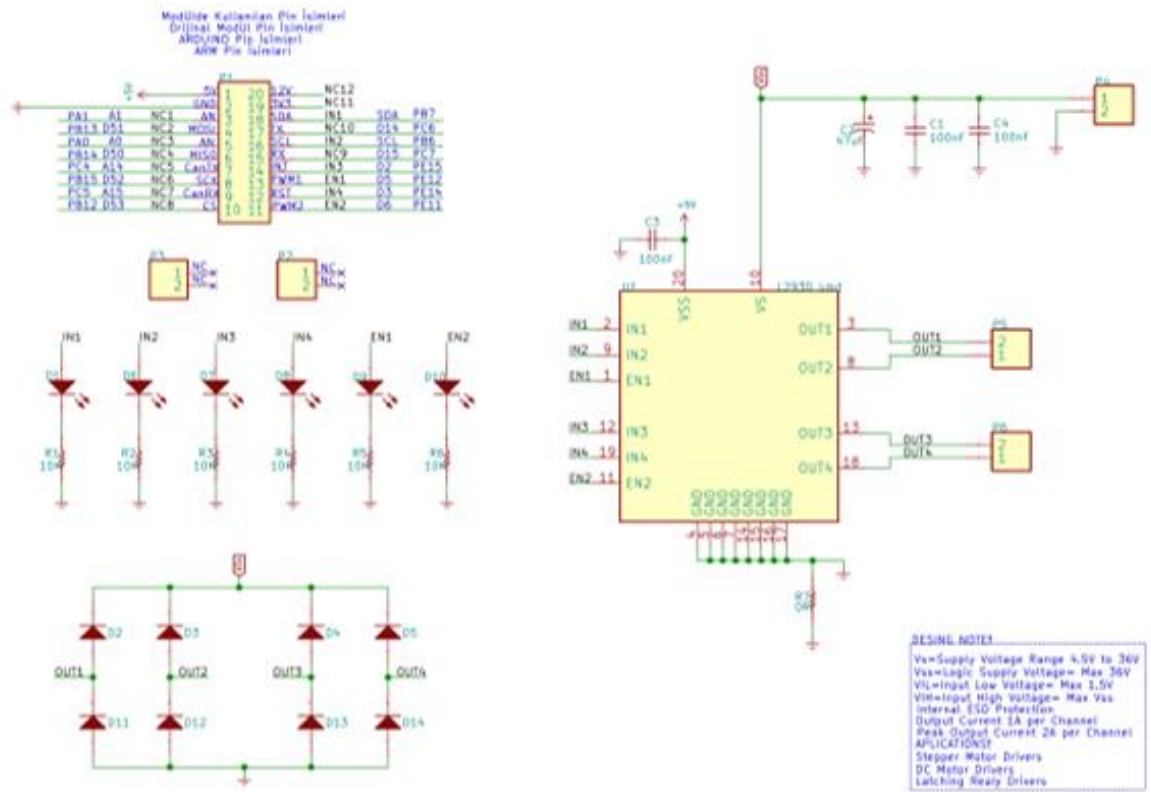
4) GENEL BİLGİ

DC Motor Module

Şekil 1'de DC Motor Module ve Şekil 2'de DC Motor Module açık devre şeması ve pin bağlantıları verilmiştir. Modülde, DC motorları sürmek için **L293D entegresi** kullanılmıştır. Programda Motor A için Şekil 2'de gösterilen enA=D5, in1=D20 (SDA), in2=D21(SCL); motor B için enB=D6, in3=D2, in4=D3 pinleri kullanılmalıdır. Şekil 1'de gösterilen DC Motor Module üzerindeki Vin pini güç kaynağının pozitif ucuna, GND pini güç kaynağının negatif ucuna bağlanmalıdır. OUT1-OUT2'ye motor A, OUT3-OUT4 pinlerine motor B bağlanabilir. Modüle bağlanacak motorlar 3V fırçalı DC motor tercih edilebilir. Güç kaynağının motora direk bağlanacağı durumlarda, beslemenin artı ucu ile eksi ucunun yer değiştirmesi motorun dönüş yönünü tersine çevirir. Bu uygulamada besleme bağlantısı modül ile olacağından güç kaynağı tarif edildiği gibi bağlanmalıdır.



Şekil 1. DC Motor Module



Şekil 2. DC Motor Module açık devre şeması ve pin bağlantıları

DC Motor

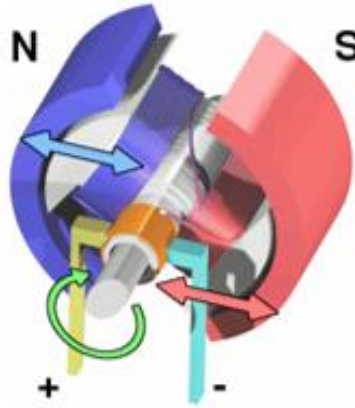
DC motor, düz akım elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinedir. Motorun içinde yer alan sargılara elektrik akımı uygulandığında, yine motorun içerisinde bulunan sabit mıknatıslara zıt yönde oluşan manyetik kuvvetin etkisi ile hareket etme prensibine dayanır. Bu akımın yönünün, sürekli olarak sabit mıknatısa ters manyetik alan oluşturacak şekilde değiştirilmesi gereklidir. Bu değişim, fırçalı motorlarda motorun sarımlarına temas eden fırçalar ile, fırçasız motorlarda ise elektronik hız kontrol devresi tarafından yapılır.

Fırçalı DC Motorlar



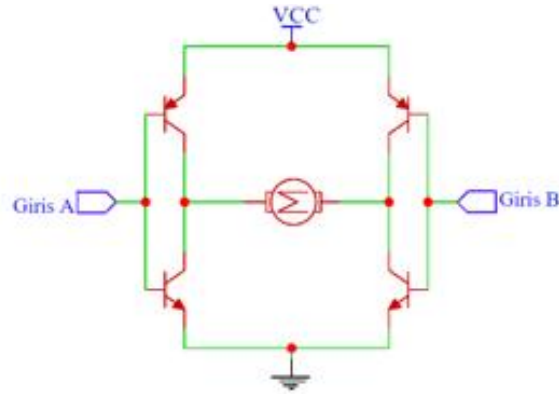
Şekil 3. 3V fırçalı DC motor

Motorun ana milinin üzerinde bobinler bulunur. Motorun ana gövdesinin iç kısmında ise güçlü mıknatıslar yer alır. Şaft üzerinde yer alan bobinlere fırçalar vasıtasıyla elektrik akımı uygulanır. Uygulanan elektrik akımıyla bobinlerde oluşan manyetik alan, mıknatısların manyetik alanıyla sürekli çakışacak şekilde bir etki gösterir ve bu sayede mil hareket etmiş olur. Şekil 3'te fırçalı DC motor ve Şekil 4'te fırçalı DC motor çalışma prensibine ait görsel verilmiştir.



Şekil 4. Fırçalı DC motor çalışma prensibi

Oldukça basit bir çalışma prensibine sahip olan fırçalı DC motorların, basit bir şekilde iki terminali arasındaki gerilim değiştirilerek hız kontrolü sağlanabilir. Motorun çalışma yönünü değiştirilmek istenirse, uygulanan gerilim yönünün değiştirilmesi gerekir. Bu işlem için ise 4 adet transistörden oluşan H-köprüsü ismi verilen devre kullanılır. Şekil 5'te 4 adet transistörden oluşan H-köprüsü devresi verilmiştir.



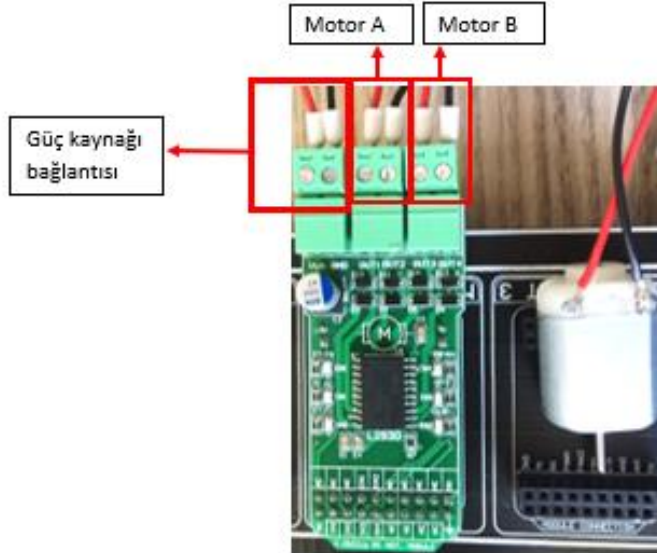
Şekil 5. 4 transistörlü H-köprüsü devresi

Fırçalı DC motor nerelerde kullanılabilir?

Kalkınma momenti yüksek ve sabit devir sayılı uygulamalarda kullanılır. Vantilatör, aspiratör, tulumbar, dokuma tezgâhları, gemi pervaneleri, matbaa makineleri ve asansörler kullanım alanları içerisinde.

5) DENEY SETİ GÖRSELİ (AÇIK DEVRE)

Şekil 6'te PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki DC Motor Module gösterilmiştir.



Şekil 6. PinoLab-CodeBoard.V1 üzerindeki DC Motor Module

DİKKAT! Güç kaynağı ile çalışırken dikkatli olunmalıdır. Modülün maksimum gerilim ve akım seviyesi aşılmamalıdır. Modüle ait gerilim ve akım seviyeleri Şekil 2'deki DESIGN NOTE kısmında verilmiştir. Güç kaynağı kullanırken yardıma ihtiyacınız olursa, ders görevlisinden yardım isteyiniz.

6) DENEYİN YAPILIŞI (anlatılacak) VE SONUÇLAR (öğrenci föyü için boş bırakılacak)

1. Arduino programı açılır.
2. Arduino Mega, PinoLab-CodeBoard.V1 üzerine takılır.
3. DC Motor Module Şekil 6'da gösterildiği gibi set üzerine takılır.
4. Güç kaynağı ve DC motorların modül bağlantıları yapılır.
5. **Bütün switchler OFF konumuna getirilir.**
6. Eğitim seti bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanır.
7. Arduino programı üzerine uygulamaya ait kodlar yazılır.
8. Uygulama isim verilerek, bilgisayara kaydedilir.
9. "Kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hata olup olmadığı kontrol edilir. Hata var ise, programın altındaki siyah kısımda bu hatanın uyarısı çıkacaktır. Hata yapılan kısım düzeltilir.
10. Hata yok ise "Yükle" butonuna tıklanarak kod Arduino karta yüklenir.
11. Kod doğru ise algoritma doğrultusunda DC motorlar hareket edecektir.

7) KOD KISMI (Öğrenci föyü için boş bırakılacak)

Kod yazma işlemi tamamlandıktan sonra uygulamaya isim verilerek kaydedilir. Kayıt işleminin ardından "kontrol et" butonuna tıklanarak kodlamada herhangi bir hatanın olup olmadığının kontrolü yapılır. Kodlamada herhangi bir hata var ise program penceresinin altında yer alan siyah bölümde uyarı çıkacaktır. Kodlamada hata yok ise "yükle" butonuna tıklanarak kod yüklenir. Eğitim seti üzerinden yazılan kodun işleyişi gözlemlenir.

Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

```
2_ARD_DC_MOTOR§  
// Motor A pin bağlantıları  
int enA = 5;  
int in1 = 20;  
int in2 = 21;  
// Motor B pin bağlantıları  
int enB = 6;  
int in3 = 2;  
int in4 = 3;  
  
void setup()  
{  
  //Tüm motor kontrol pinleri çıkış olarak ayarlanır  
  pinMode(enA, OUTPUT);  
  pinMode(enB, OUTPUT);  
  pinMode(in1, OUTPUT);  
  pinMode(in2, OUTPUT);  
  pinMode(in3, OUTPUT);  
  pinMode(in4, OUTPUT);  
  
  //Başlangıç durumu olarak tüm motorlar kapatılır  
  digitalWrite(in1, LOW);  
  digitalWrite(in2, LOW);  
  digitalWrite(in3, LOW);  
  digitalWrite(in4, LOW);  
}
```