



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ORTA VE İLERİ DÜZEY ROBOTİK KODLAMA EĞİTİMLERİ
İÇİN İNTERNET ODAKLI SENSÖR KARTI TASARIM VE
İMALATI**

SAMED KAYA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KOMPOZİT MALZEME TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. GÜRCAN SAMTAŞ**

DÜZCE, 2022

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORTA VE İLERİ DÜZEY ROBOTİK KODLAMA EĞİTİMLERİ
İÇİN İNTERNET ODAKLI SENSÖR KARTI TASARIM VE
İMALATI

Samed Kaya tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Kompozit Malzeme Teknolojileri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Gürcan SAMTAŞ
Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Gürcan SAMTAŞ
Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Mert YILDIRIM
Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Salih KORUCU
Gazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 24/05/2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

24 Mayıs 2022

Samed KAYA



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği destek ve yardımından dolayı değerli hocam Doç. Dr. Gürcan SAMTAŞ'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Beni hiçbir fedakârlıktan kaçınmayarak yetiştiren, maddi ve manevi olarak desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili babam Mustafa KAYA'ya, annem Aynur KAYA'ya ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca üretim konusunda desteklerinden dolayı Serhat TOPALOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi 2021.06.06.1206 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir

24 Mayıs 2022

Samed KAYA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
3. ELEKTRİK VE ELEKTRONİK.....	6
3.1. DEVRE ELEMANLARI	7
3.1.1. Pasif Devre Elemanları.....	8
3.1.1.1. <i>Kapasitör</i>	8
3.1.1.2. <i>Direnç</i>	8
3.1.1.3. <i>İndüktör</i>	9
3.1.2. Aktif Devre Elemanları.....	9
3.1.2.1. <i>Diyot</i>	9
3.1.2.2. <i>Transistör</i>	9
3.1.2.3. <i>Triyak</i>	10
3.1.2.4. <i>MOSFET</i>	10
3.2. MİKROİŞLEMCİ VE MİKRODENETLEYİCİ	11
3.3. DİJİTAL VE ANALOG DEVRELER	11
4. ROBOTİK KODLAMA.....	13
4.1. ROBOTİK'İN TARİHÇESİ VE TANIMI.....	13
4.1.1. Algoritma ve Kodlama.....	13
4.1.2. Robotikte Kodlama	15
4.1.3. Robotikte Kullanılan Malzemeler	16
4.1.3.1. <i>Kontrol Kartları</i>	17
4.1.3.2. <i>Sensörler</i>	17
4.1.3.3. <i>Motorlar</i>	18
4.1.3.4. <i>Motor Sürücüler</i>	18
4.1.3.5. <i>Piller</i>	18
4.1.3.6. <i>Kablosuz Haberleşme Modülleri</i>	19
4.1.3.7. <i>Robot Gövdesi</i>	19
5. SENSÖR KARTI TASARIMI VE İMALATI.....	20
5.1. SENSÖR KARTI TASARIMI	20
5.1.1. Elektronik Kart Tasarımı.....	20
5.1.2. Sensör Kartı Dış Kabuk Tasarımı.....	31
5.2. SENSÖR KARTI İMALATI.....	32
5.2.1. Elektronik Kartın İmalatı	32
5.2.2. Sensör Kartı Dış Kabuk İmalatı	34
5.3. SENSÖR KARTI TEST YAZILIMI OLUŞTURULMASI.....	36

6. ÖRNEK UYGULAMALAR.....	40
6.1. BUTON İLE RÖLE KONTROLÜ	40
6.2. LDR SENSÖRÜNDEN OKUNAN DEĞERİ LCD EKRANA YAZIRMA	42
6.3. EK SOKETLER İLE SERVO MOTOR KONTROLÜ	44
6.4. EK SOKETLER İLE TRAFİK IŞIĞI KONTROLÜ	46
6.5. UYGULAMA YAPILABİLECEK ALANLAR	47
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	48
8. KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ	56



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Elektronik kart görüntüsü	7
Şekil 3.2. Elektronik devre görüntüsü	7
Şekil 3.3. Kondansatör'ün sembolü	8
Şekil 3.4. Kondansatör'ün temel yapısı	8
Şekil 3.5. Direnç'in sembolü	8
Şekil 3.6. İndüktör'ün devre sembolü	9
Şekil 3.7. Diyot'un simgesi	9
Şekil 3.8. Transistör'ün simgesi	10
Şekil 3.9. Triyak'ın simgesi	10
Şekil 3.10. MOSFET'in yapısı	10
Şekil 3.11. Analog sinyal örneği	12
Şekil 3.12. Dijital sinyal örneği	12
Şekil 4.1. Örnek bir algoritma şeması	14
Şekil 4.2. Blok tabanlı kodlama görüntüsü	14
Şekil 4.3. Metin tabanlı kodlama görüntüsü	15
Şekil 4.4. Örnek bir robotik kodlama görüntüsü	16
Şekil 4.5. Bir robotta bulunan malzemeler	16
Şekil 4.6. Kontrol kartı örnekleri	17
Şekil 4.7. Sensörlerin temel çalışma prensibi	17
Şekil 4.8. Robotik kodlamada kullanılan motor örnekleri	18
Şekil 4.9. L298N isimli motor sürücü devresi	18
Şekil 4.10. Örnek batarya görseli	19
Şekil 4.11. Örnek bir kablosuz haberleşme çeşidi	19
Şekil 4.12. Tekerlekli bir robot ve gövdesi	19
Şekil 5.1. ESP32 mikroişlemcisinin pin çıkışları	20
Şekil 5.2. Analog butonların şematik bağlantı görüntüsü	21
Şekil 5.3. Dijital butonların şematik bağlantı görüntüsü	21
Şekil 5.4. Encoder'in çalışma prensibi	22
Şekil 5.5. LDR'nin çalışma prensibi	22
Şekil 5.6. Rölenin içyapısı	23
Şekil 5.7. Buzzer'in çalışma mantığı	23
Şekil 5.8. I2C Protokolünün çalışma mantığı	24
Şekil 5.9. PCF8574T entegre şematik görüntüsü	24
Şekil 5.10. RJ45 Soketlerin pin çıkışlarının şematik görüntüsü	25
Şekil 5.11. Kart'ın enerji hattının şematik görüntüsü	26
Şekil 5.12. Tasarlanan karttaki mikroişlemci pinlerinin çıkışları	26
Şekil 5.13. Tasarlanan karttaki sensörlerin şematik görüntüsü	27
Şekil 5.14. Tasarlanan karttaki çıkış soketlerinin şematik görüntüsü	28
Şekil 5.15. Tasarlanan karttaki kontrol elemanlarının şematik görüntüsü	29
Şekil 5.16. Tasarlanan kartın ve üst bakır katmanının görüntüsü	30
Şekil 5.17. Komponentler eklenmiş kartın üç boyutlu görüntüsü	31
Şekil 5.18. Tasarlanan dış kabuğun görüntüsü	32
Şekil 5.19. Yüzeyden montajlı elemanların dizgi işleminden örnek bir görüntü	33
Şekil 5.20. Dizgi işlemi tamamlanmış elektronik kart ve soketleri	34
Şekil 5.21. STL dosya formatının görsel bir örneği	34
Şekil 5.22. Üç boyutlu yazıcıdan imal edilmiş dış kabuğun görüntüsü	35

Şekil 5.23. Test yazılımının algoritma görüntüsü.....	38
Şekil 5.24. Sensör kartının son görüntüsü	39
Şekil 6.1. Röle yazılımı yüklenmiş kart a) Boşta b) Röle tetiklenmiş hali	42
Şekil 6.2. LDR yazılımı yüklenmiş kart a) Oda ortamı b) Harici ışık	44
Şekil 6.3. Ek sokete takılan servo motor ve kartın görüntüsü	45
Şekil 6.4. Ek sokete takılan trafik ışığı modülü ve kartın görüntüsü.....	47



KISALTMALAR

ALU	Aritmetik mantık birimi
CAD	Bilgisayar destekli tasarım
CPU	Merkezi işlem birimi
GSM	Mobil iletişim için küresel sistem
gcode	Geometrik kod
IoT	Nesnelerin interneti
IDE	Entegre geliştirme ortamı
I2C	Devreler arası entegre
LCD	Sıvı kristal ekran
LDR	Foto direnç
LORA	Düşük güçlü geniş alan ağı
MHZ	Frekans birimidir.
MM	Milimetre
MOSFET	Metal oksit yarı iletkenli alan etki transistör
Oz	Ölçü birimi
PLA	Doğal bir polyeester
RCAS	Robotik kodlama tutum ölçeği
RAM	Rasgele erişim belleği
ROM	Salt okunur bellek
STEM	Bilim, teknoloji, mühendislik, matematik
STL	Stereolithography
SPI	Seri çevresel arabirim veri yolu
USB	Evrensel seri veri yolu
UART	Evrensel bir asenkron alıcı
YME	Yüzey montajlı elemanlar
5E	Eğitim modeli

SİMGELER

C	Kondansatör
D	Diyot
F	Farad
R	Direnç
Ω	Ohm



ÖZET

ORTA VE İLERİ DÜZEY ROBOTİK KODLAMA EĞİTİMLERİ İÇİN İNTERNET ODAKLI SENSÖR KARTI TASARIM VE İMALATI

Samed KAYA

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Kompozit Malzeme Teknolojileri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Gürcan SAMTAŞ

Haziran 2022, 55 sayfa

Günümüzde teknolojiye dijital dönüşüm çalışmaları başlatılmaktadır. Bu çalışmalar endüstriden eğitime kadar her alanda yapılmış olmasının yanı sıra, yapılırken yararlanılan en temel bileşen ise ‘Nesnelerin İnterneti’ konusu olmaktadır. Ancak bu konunun literatür incelendiğinde daha çok endüstriyel alanlarda kullanıldığı görülmektedir. İnternet ile yetişen yeni neslin interneti tam olarak öğrenmeden büyümesi, iş hayatlarında daha çok zorlanmalarına sebep olacaktır. Öğrenciler genç yaşlarda yazılım ve elektronik konusunda eğitim aldığı zaman, başta geleceğin teknolojisi robotik olmak üzere havacılık, savunma sanayi ve uzay teknolojileri gibi çeşitli alanda projeler geliştirebileceklerdir. Bu çalışmada, robotik kodlama konusunu, bir diğer üst seviye olan “Nesnelerin İnterneti” konusu ile birleştiren bir eğitim kiti tasarlanmış ve kasasıyla beraber imalatı yapılmıştır. Kullanılacak sensörler ve devre elemanları, piyasadaki ihtiyaçlar göz önüne alınarak tespit edilmiş ve muadillerinden farklı olarak; modüler, kullanıcı dostu ve çocukların gelişimine katkı sağlayabilecek şekilde seçilmiştir. Bu sayede, otomasyon, haberleştirme, elektronik ve robotik konularının temel olarak öğrenilmesi hedeflenmektedir. Tasarlanan kart, dahili kablosuz bağlantıları bulunan ve çift çekirdekli işlem gücüne sahip mikroişlemci ile kullanılacak sensörleri üzerinde barındıran elektronik bir karttır. Hem kendi aralarında hem de internet bağlantısı olan herhangi bir cihazla iletişim kurarak içerisine yüklenen algoritmayı çalıştırabilmektedir. Çalışmada ilk olarak elektronik kart tasarımı ve imalatı, ardından dış kabuk imalatı yapılmıştır. Donanımsal olarak tamamlanan kartın son olarak test yazılımı yapılarak cihaz içerisine yüklenmiş ve üretimi tamamlanmıştır.

Anahtar sözcükler: IoT, Nesnelerin interneti, Robotik, Robotik kodlama, Sensör modülü.

ABSTRACT

INTERNET ORIENTED SENSOR CARD DESIGN AND MANUFACTURING FOR INTERMEDIATE AND ADVANCED ROBOTIC CODING TRAININGS

Samed KAYA

Düzce University

Institute of Graduate Studies, Department of Composite Material Technologies

Master's Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gurcan SAMTAS

June 2022, 55 pages

Nowadays, digital transformation studies are being initiated in technology. In addition to the fact that these studies have been carried out in all areas from industry to education, an essential component used in their construction is the “Internet of Things” subject. However, when the literature is examined, it is seen that this topic is primarily used in industrial fields. The growth of the new generation that grows up with the Internet without thoroughly learning the Internet will cause them to have more difficulty in their business lives. When students receive training in software and electronics at a young age, they will be able to develop projects in various fields such as aerospace, defense industry and space technologies, especially robotics, the future technology. In this study, a training kit combining the topic of robotic coding with its high level version; i.e. the Internet of Things, was designed and manufactured together with its case. The sensors and circuit elements to be used were determined taking into account the needs in the market and are different from their counterparts; it has been selected to be modular, user-friendly and able to contribute to the development of children. In this way, it is aimed that the users learn automation, communication, electronics and robotics topics as a basis. The designed card is an electronic card that has built-in wireless connections and houses sensors to be used with a dual-core microprocessor with processing power. It can decode the algorithm installed inside, communicating both among themselves and with any device that has an internet connection. Firstly, the electronic card was designed and manufactured and then its outer shell was manufactured. Finally, the test software of the hardware-completed card was installed into the device, and its production was completed.

Keywords: Internet of Things, IoT, Robotic, Robotic coding, Sensor module.

1. GİRİŞ

“Internet of Things” teriminin Türkçedeki karşılığı olan nesnelerin interneti, günlük hayatta kullanılan nesnelerin ortak sanal ağlar kullanarak birbirleri ile veri alışverişi yapabilmesini ve tam olarak senkronizasyon halinde olmalarını sağlayan bir teknolojidir. Ortamlardan veri toplayan, işleyen ve gönderen cihazlardan oluşmaktadır. Bu cihazlar, toplanan verileri ortak bir ağ geçidi ile aktarır. Toplanan veriler analiz edilebilecek bir bulut bilgisayarına veya farklı bir cihaza bağlanarak paylaşılır. Gerekli bilgileri bir arada toplayan ve işleyen bilgisayar, çalışma amacına göre çıktılar oluşturarak sistemin kontrolünü gerçekleştirir. Nesnelerin interneti cihazları ile çalışan sistemler, işlerini insan müdahalesi olmadan, diğer cihazlar ile iletişim kurarak birbirlerinden aldıkları bilgiler ile görevini gerçekleştirir. Günümüzde “Nesnelerin İnterneti” (IoT) terimine öyle ya da böyle rastlamamak neredeyse imkânsız hale gelmiştir. IoT altyapısında standartları tanımlamak için konsorsiyumlar oluşturulmuştur. Bu konsorsiyumlar sonucunda şirketler çok sayıda IoT tabanlı ürün ve hizmeti sunmaya başlamıştır. Nesnelerin İnterneti, fiziksel nesnelerin internete bağlanmasını, uzaktaki sensör verilerine ulaşmayı ve dünyayı uzaktan kontrol edebilmeyi mümkün kılar. Toplanan verilerin diğer kaynaklardan alınan verilerle birleştirilmesi ve gömülü bir sistem tarafından sağlanabilecek hizmetlerin ötesine geçen yeni nesil hizmetlere yol açan bir teknolojidir. Nesnelerin internetini özet olarak; belirli iletişim protokolleri kullanıp birbiriyle haberleşen ve birbirlerine bağlanıp, veri paylaşarak akıllı ve otonom bir ağ oluşturmuş cihazlar sistemi olarak tanımlanmaktadır [1]. Ülkemizde nesnelerin interneti konusunu son zamanlarda çok daha popüler hale gelmiştir. Ülkemizde nesnelerin interneti konusu kentlerin enerji yönetim sistemlerinin, lojistiğinin, alışveriş imkanlarının ve kontrolünün akıllı hale getirilmesi gibi alanlarda ilerlemiştir. Ancak yapılan birçok araştırmanın sonuçlarına göre, robot programlama sistemlerinin gereksinimleri ve gelişmelerinin insanlığın refaha ulaşması için kilit bir noktada olduğu gözlemlenmiştir.

“Robotik” terimi; robot tasarımı üretimi ve kullanımıyla ilgilenen çok disiplinli bir bilim dalıdır. Robotlar bir algoritma ile yönlendirilen ve yararlı amaçlar için iş ve değer üreten teknolojik makinelerdir. İlk çağlarda yapılan birkaç basit mekanik insansı sistemden sonra robotiğin baş ustasının El Cezeri olduğu söylenmektedir [2]. El Cezeri zamanın

ilerisinde yapmış olduğu otomat makinaları ile mekatronik sistemlerin temelini atmıştır. Teknoloji gelişimiyle birlikte robotik sektörü insan gücünü azaltmak için endüstriyel alanlarda gelişmelerini sürdürmüştür. Biçim olarak insansa benzemese de endüstri için çeşitli davranışlara ve basit insani özelliklere sahip robotlar geliştirilmiştir [3]. Robotlar temel olarak sensörler ile fiziksel dünyayla bağlanan, işlemciler ile hesaplama yapan ve motorlar ile hareket eden sistemlerdir. Eğlence, tıp ve sağlık, eğitim ve araştırma, tarım ve hayvancılık gibi birçok alanda robotlar ve robotik bilimi kullanılmaktadır [4]. Günümüzde çok sayıda şirket, otonom olarak ve akıllı işlemler gerçekleştirebilen tüketici robotların üzerinde çalışmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda gelecekte robotik sektörü hayatın vazgeçilemez bir noktasında yer alacağı şüphesizdir [5].

Yapılan literatür araştırmalarında, robotik kodlamayı ve nesnelerin interneti konusunu birlikte alan herhangi bir çalışmanın bulunmadığı görülmüştür. Yalnızca robotik kodlama branşı için yapılmış olan ticari ürünler ve bu ürünlerin kursiyerler üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır [6, 7, 8]. Dolayısıyla literatüre bakıldığında, şimdiye kadar yapılan çalışmalarda nesnelerin internetini ve robotik kodlamayı birleştiren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu konuları tanıtmak ve teknoloji ile öğrencileri yakınlaştırmayı hedefleyen birçok yarışma yapılmaya başlanmıştır [9, 10]. Yapılan çalışmalara bakarak, internet bağlantısı destekleyen ESP32 mikroişlemcisiyle bir elektronik kart tasarlanmış ve imalatı yapılmıştır. Çalışmaların sonuçlarından, sensör kartı ve eğitim kiti gibi cihazların kursiyerler üzerinde öğrenme ve öğretme konusunda faydalı bir şekilde etkisinin olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, robotik kodlama konusunu, diğer bir üst seviye olan “Nesnelerin İnterneti” konusu ile birleştiren bir eğitim kiti tasarlanmış ve kasasıyla beraber imalatı yapılmıştır. Kullanılacak sensörler ve devre elemanları, piyasadaki ihtiyaçlar göz önüne alınarak tespit edilmiş ve muadillerinden farklılaşarak; modüler, kullanıcı dostu ve kursiyerlerin gelişimine katkı sağlayabilecek şekilde seçilmiştir. Bu sayede, otomasyon, haberleşme, elektronik ve robotik konularının temel olarak öğrenilmesi hedeflenmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taranmış ve benzer çalışmaların bulunmadığı gözlemlenmiştir. Çakır vd. [11] yaptıkları çalışmada robotik kodlama eğitiminin okul öncesi çocuklar üzerine etkisini araştırmışlardır ve elde ettikleri sonuçlarda robotik kodlama etkinliklerinin problem çözme becerilerine ve yaratıcı düşünceye katkıda bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Balcı vd. [12] yaptıkları çalışma ile ortaokul öğrencilerinin robotik kodlamaya yönelik tutumlarını ölçmek için güvenilir ve geçerli bir araç geliştirilmeyi amaçlamış ve bu amaçla geliştirilen Robotik Kodlama Tutum Ölçeğinin (RCAS) ortaokul öğrencilerinin robotik kodlamaya yönelik tutumunu ölçmek için güvenilir ve geçerli bir araç olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Nikolay vd. [13] Kıbrıs'ta bulunan bir Rus Üniversitesinin son sınıf öğrencilerinin Robotik Kodlama Dersi ile İlgili yorumlarını ve etkilerini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda; bilgi teknolojileri bölümlerinin ders içeriklerinin ve öğretmenlerinin, robotik alanına uygun hazırlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Avcı vd. [14] STEM (fen, mühendislik, matematik ve teknoloji) destekli robotik kodlama etkinliklerinin üstün yetenekli öğrenciler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar ile STEM (fen, mühendislik, matematik ve teknoloji) eğitimi ile desteklenmiş robotik kodlama uygulamalarının öğrencilerin kodlamaya yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çakır ve Güven [15] fen bilgisi dersi için 5E öğrenme modeline uygun olacak şekilde robotik kodlama ve elektronik elemanlar kullanarak nabız ölçer etkinliği düzenlemişlerdir. Arduino kartı ve basit bir nabız ölçer sensör ile entegre çalışan bir yazılım hazırlanarak sisteme yüklenmiştir ve yapılan çalışma doğrultusunda; öğrencilerin dersin tüm aşamalarına aktif olarak katılmalarını sağlayabileceğini, teknolojiye karşı tutumlarını artırabileceğini, kodlama ve bilgi işleme becerilerini geliştirebileceğini göstermiştir. Bu sayede sorgulamaya dayalı bir öğrenme, dolayısıyla üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır. Özyer ve Samarraei [16] nesnelerin interneti konusunu kullanarak yeni nesil bir akıllı ev projesi yapmışlardır. Bu proje ile internet bağlantısı kullanılarak evdeki tüm elektronik cihazlar bir mobil uygulama ile kontrol edilebilmiştir. Bu çalışma akıllı ev uygulamalarının bir örneği sayılabilir. Kutay ve Ercan [17] nesnelerin interneti konusunun endüstriyel ortamlarda kullanımını araştırmıştır.

Çalışmanın sonucunda internet bağlantısı bulunan ve bunu aktif olarak kullanan makinalarda insan kaynaklı hata oranını düşürerek gerçek zamanlı ve doğru bilgi aktarımı yaptığı gözlemlenmiştir. Ishiguro vd. [18] bir robotun duyguya sahip olmasının ne anlama geldiğini analiz etmek için benzersiz mekanizmalara sahip “Robovie” adlı bir robot geliştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmalar sonucunda, insanlarla etkileşimde bölüm zincirleri oluşturan ve temel yapısı yerleşik modüllerden oluşan, yeni bir mimari geliştirilmiştir. Lee vd. [19] yumuşak robotların geleneksel robotlara göre; güvenli insan-makine etkileşimi, giyilebilir cihazlara uyum, basit kavrama sistemi gibi özellikleri ve avantajları nedeniyle, yumuşak robotların önemli bir uygulama alanı olması nedeniyle bu konuda bir çalışma yapmışlardır. Tuong vd. [20] yaptıkları çalışmada, robotik için model öğreniminin geçmiş ve güncel araştırma faaliyetlerine ilişkin bir anket düzenlemiş ve anket sonucu çıkan model öğrenme senaryolarının nerede başarıyla kullanıldığını göstermişlerdir. Guatam ve Mohan [21] çoklu robot sistemleri üzerine yapılan araştırmalarının sonucunda; bu konunun son on yılda dünya çapında büyük ilgi görmesine rağmen, bu alandaki araştırmaların henüz yeni olduğunu gözlemlemişlerdir. De Santis vd. [22] dünya çapındaki araştırmacıların robotlar alanında daha çok, robotların insan ortamlarına girmesiyle ilgili sosyal faktörleri incelemek ve dikkatleri genellikle makinelerle bilişsel etkileşime odaklanmak olduğunu gözlemlemişlerdir. Decker [23] yapmış olduğu çalışmada robot sistemlerinin insan gücünün yerini alıp alamayacağı, farklı seneryolarda ne çeşit sonuçlar verebileceğini araştırmıştır. Roth vd. [24] Robot kalibrasyonunda modelleme, ölçüm, tanımlama ve düzeltme konuları gibi konuları tartışmış ve çözülmemiş bazı sorular belirleyerek sektörün açıklarından bahsetmişleridir. Krajinovic ve Kim [25] cerrahide robotik biliminin durumunu inlemek için bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışma robotik biliminin tıp biliminde önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Federpilsin vd. [26] yapmış olduğu çalışmada manipülatörlerin ve robotların operatif tıpta mevcut kullanımını ve bunların kulak burun boğazdaki potansiyel uygulamalarını gözden geçirmişlerdir. Sağlık alanında yapılan çalışmalar tıp biliminin her bölümünde olmuştur. Schuler vd. [27] baş ve boyun cerrahisinde robotik biliminin kullanımına ilişkin bir araştırma yapmışlardır. Ancak şu anda piyasada bulunan teknik uygulamaların, baş ve boyun cerrahisinde rutin kullanım için hala bazı spesifik iyileştirmeler gerektirdiğini gözlemlemişlerdir. Günümüzde yeni yeni gelişmekte olan sanal gerçeklik ile sağlık sektörünü birleştirmeyi hedefleyen Feussner vd. [28] yaptıkları çalışma sonucunda sanal gerçeklik yöntemlerinin, sağlık sektöründe bulguların sezgisel olarak kaydedilmesi için umut verici olduğunu, ancak

henüz pratik kullanıma hazır olmadığını gözlemlemişlerdir. Sanal gerçeklik teknolojisi bir süre daha gelişene kadar eğitim ve simülasyon ile yardımcı personele destek olmakta kullanılmaktadır. Bier [29] yapmış olduğu çalışmada cerrahi alanındaki robotik sanatının mevcut durumu ve Charité'deki ağız ve çene cerrahisi kliniğinde bu alandaki güncel çalışmalardan bahsetmiştir.

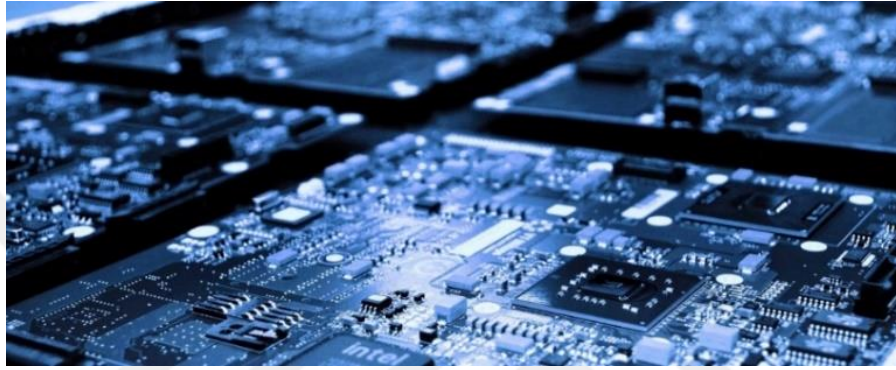
Literatür incelendiğinde benzer çalışmaların ticari ürün olarak üretildiği ve piyasaya sunulduğu, ayrıca ESP32 mikroişlemcisi ile birlikte dahili uygulama kütüphaneleri bulunduran bir kart olmadığı gözlemlenmiştir. Piyasada bulunan HaloCode isimli robotik kodlama kartı ile kullanılan işlemci, mevcut ek giriş çıkış pinleri ve interaktif uygulama kitapçığı olması gibi temel benzerlikleri olduğu tespit edilmiştir [30, 31, 32]. Ancak çalışma sonucunda üretilen kartın ilgi çekici ve koruyucu dış kabuğunun olması, daha fazla haberleşme pinlerinin ve uyumlu sensörlerinin olması, üzerinde encoder, potansiyometre, butonlar, motor sürücü entegresi, tetiklemeli röle, LDR, joystick ve LCD ekran gibi sensörlerin dahili olarak bulunması sebebiyle başka bir malzemeye ihtiyaç duymadan kullanılması, mevcut çalışmayı ön plana çıkartmıştır. Başka bir muadil ise; temel bir robotik kodlama ürünü olacak şekilde tasarlanan ancak daha sonradan ek bir Wi-Fi işlemcisi eklenerek IoT eğitim kiti haline getirilen Tynlab IoT Kit ürünüdür [32]. Tasarlanan kart 32 bitlik işlem kapasitesine ve 160 MHz hızına sahip olurken, Tynlab IoT Kit'in üzerinde bulunan işlemci 8 bit işlem gücünde ve 20MHz hızında çalışan bir işlemcidir. İşlem gücünün düşük olması, büyük kapasite gerektiren IoT uygulamalar için yetersiz kalmaktadır. Ayrıca harici sensör bulundurmayan ve dahili olarakta yalnızca birkaç adet sensör bulunduran bu ürün ile yapılabilecek uygulama çeşitleri sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada tasarlanıp üretilen kart literatürdeki benzer çalışmalardan, Wi-Fi, bluetooth, SPI, UART, I2C protokolleri ile neredeyse bütün elektronik cihazlarla haberleşebilmesinin yanı sıra, mikroişlemcinin boş pinlerine paralel bağlı soketler ile piyasada bulunan çoğu sensörün kullanılabilmesi gibi farklardan dolayı bu çalışmada üretilen cihaz özgün bir üründür.

3. ELEKTRİK VE ELEKTRONİK

Elektriklenme; iki cismin birbirine sürtünmesi ile ya da ısıнын bazı kristallerle tepkisi sonucu oluşur. Etkisini mekanik, kimyasal, çekme, ısı veya itme şeklinde ortaya çıkaran enerji çeşidine elektrik enerjisi denir. Elektrik, gözle görülemez ve elle tutulamaz, yaptığı işler ile meydana gelir [33]. Bu nedenle herhangi bir ağırlığı, kokusu ya da rengi olmayan bir enerji çeşididir. Elektrik, gündelik yaşamı kolaylaştıran, günümüzde insanlığın olmazsa olmazları arasında yer alan; sağlıktan teknolojiye, ekonomiden ulaşım alanına kadar dünyada en çok kullanılan zorunlu bir ihtiyaçtır [34]. Elektrikğin etkilerini ilk gözlemleyen kişinin Yunan bir filozof olan Miletli Thales (M.Ö. 640-546) olduğu söylenmektedir. Thales, doğa ile ilgili çalışmalar yaparken kehribarın yünle ovulduktan sonra tüy ve saman gibi hafif nesneleri kendine çektiğini, daha uzun süre ovulduğundaysa küçük kıvılcımlar ortaya çıkarttığını gözlemlemiştir. Bu sayede insanlar elektriği ilk zamanlarda kehribarın kumaşa sürtünmesi sonucu hafif maddeleri kendisine çekmesi olarak tanımlamışlardır. Eski Yunan dilinde elektron kelimesi kehribar anlamına gelmekteydi ve bu nedenle Latince'ye electrica olarak geçmiştir. İngiliz fizikçi ve filozof William Gilbert, 1600 yılında çıkarttığı 'De Magnete' adlı eseriyle 'electricus' kelimesini, 'kehribar gibi cisimleri kendine çeken' anlamında kullanmıştır. 'Elektrik' (electric) kelimesi ise ilk olarak İngiliz Sir Thomas Browne tarafından 1634 yılında kullanılmıştır. İtalyan bilgin A. Volta, yaptığı deneylerde sürtünme ile oluşan durgun elektrikten farklı olarak ilerleyen elektriği ve elektrik pilini bulan ve bundan da elektrik akımını elde etmeyi başaran ilk kişidir [35].

Elektronik; elektrik ile bilgi işleyebilen, taşıyabilen veya depolayabilen elemanları ve bu elemanların oluşturduğu sistemleri inceleyen bilim dalıdır. Elektronik kelimesi Türkçeye Fransızcadan gelmiştir [36]. Elektronik cihazların temel yapı taşlarında yarıiletken malzemeler (germanyum, galyum, silisyum vb.) kullanılır. Bu malzemeler arasında nano veya mikro boşluklar bırakılarak elektronların bu malzemeler arasında küçük çaplı kuantum sıçramaları yapması sağlanarak mantıksal işlemler yaptırılır. Elektronik cihazların ve bilgisayarların temel çalışma prensibi budur [37]. Elektronik teknolojisi 20. yüzyılda yükselişe geçmiştir. Hayatımızın her yerinde bulunur hale gelmeside 21. yüzyılda mümkün olmuştur. Lee de Forest, 1906'da diyottan yapılmış bir lambaya ek bir elektrot daha ilave etmiş ve 'triyotu' geliştirmiştir. Lambalar 1920'li yıllarda

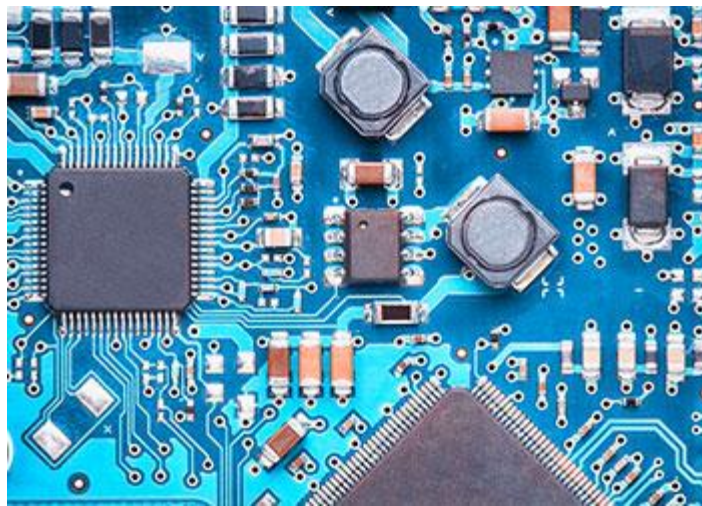
kullanılmaya başlanmıştır ve ilk elektronik devrelerdir. 1950 yılına kadar elektronik alanı radyo teknolojisi olarak adlandırılmıştı. Zaman içerisinde silisyum maddesi üzerinde gerekli tüm elektronik malzemeleri ve devre bağlantılarını barındıran tümleşik devreler (yonga, çip veya mikroçip), daha da küçülmeye başlamıştır [38]. Bu elemanlar, devrelerin yapısını basitleştirerek, doğru çalışmayı sağlayan ve çalışma hızını arttıran elemanlardır [39]. Günümüzde elektronik devrelerin hemen hemen hepsi tümleşik devreler temelinde tasarlanarak yapılmaktadır. Bu alandaki gelişmeler ise mikro elektronik dalı ile ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.1. Elektronik kart görüntüsü [40].

3.1. DEVRE ELEMANLARI

Elektronğin temelini olan ve günümüzde bulunan karmaşık devreleri oluşturan elektronik parçalara, devre elemanları (komponent) denilmektedir. Devre elemanları türlerine göre ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 3.2. Elektronik devre görüntüsü [41].

3.1.1. Pasif Devre Elemanları

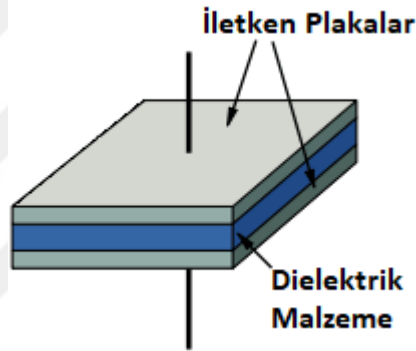
3.1.1.1. *Kapasitör*

Kapasitörler ya da diğer ismiyle kondansatörler, elektrik enerjisini depolayan iki uçlu devre elemanlarıdır.



Şekil 3.3. Kondansatör'ün sembolü.

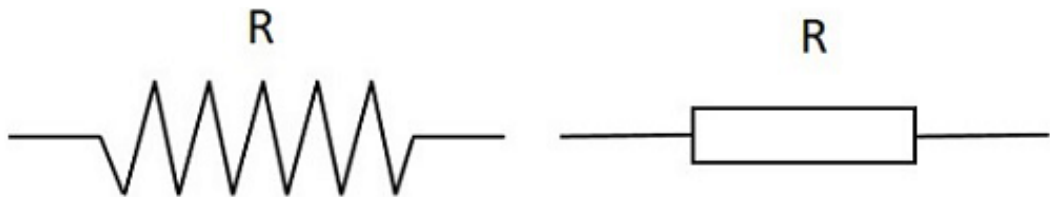
Temelde olarak, iki iletken plakanın arasına yalıtkan (iletken olmayan) bir madde (boşluk, kağıt, cam, plastik, seramik vb.) koyulması ile üretilmektedir. S.I. birim sistemine göre Farad (F) olarak ölçülmektedir ve 'C' harfi ile gösterilir [42].



Şekil 3.4. Kondansatör'ün temel yapısı [43].

3.1.1.2. *Direnç*

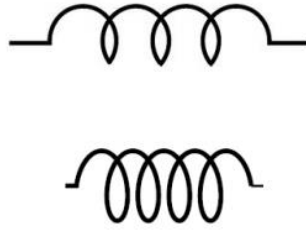
Direnç, iletken bir malzeme üzerinden geçen elektrik akımının, karşılaştığı zorlanmadır. Mekanik sistemlerde bulunan sürtünme kuvveti ile benzer özellikler gösterir. Denklemlerde 'R' harfi ile gösterilir. Birimi ise Ohm (Ω)'dur. Dirençler, birçok değerde üretilir ve kullanılacak olan sistemde ihtiyaç duyulan değerde kullanılır.



Şekil 3.5. Direnç'in sembolü [44].

3.1.1.3. İndüktör

İletken bir telin, yuvarlak şekilde sarılıp bobin halini alması ile oluşturulan elemanlara indüktör denilmektedir. Elektrik akımı geçiren bütün iletken teller manyetik alan oluşturur. Bu sayede indüktörler elektrik enerjisini manyetik alan olarak depolayabilmektedir. İndüktörde oluşan manyetik alan sayesinde akım ani olarak değişmez, seviyeli olarak artar ya da azalır. Bu özellik indüktörlerin en önemli özelliğidir [45].



Şekil 3.6. İndüktör'ün devre sembolü.

3.1.2. Aktif Devre Elemanları

3.1.2.1. Diyot

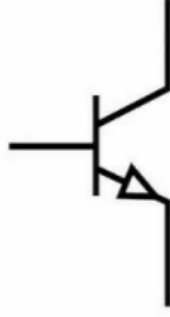
Anot ve katot kutupları sayesinde elektrik akımını tek yönlü olarak ileten devre elemana diyot denilmektedir. N tipi ve P tipi yarı iletken maddelerinin birleşiminden oluşur. Devre koruma sistemlerinde, voltaj değiştirme devrelerinde ya da bazı özel durumlar için sensör olarak kullanılmaktadır [46].



Şekil 3.7. Diyot'un simgesi.

3.1.2.2. Transistör

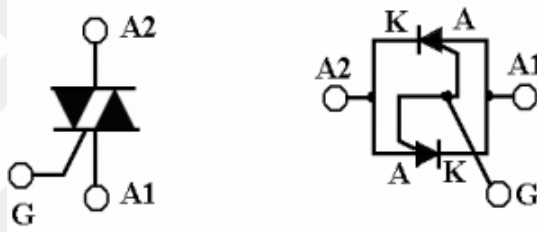
Transistör düşük seviyeli elektrik sinyallerini yüksek hale getirmek veya anahtarlama (açmak ve kapatmak) amacıyla kullanılan yarı iletken devre elemanıdır. Üç ya da daha fazla bacağı bulunabilir. Örnek vermek gerekirse; suyun akışını kontrol eden bir vana gibi düşünülebilir [47].



Şekil 3.8. Transistör'ün simgesi.

3.1.2.3. Triyak

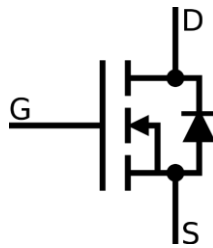
Triyak, tristörden daha gelişmiş bir yapıya sahip olan ve özellikle güç elektrik ve elektroniğinde kullanılan temel anahtarlama elemanlarından birisidir. İç yapısında ters bağlı kristaller bulunan ve her iki yönde akım iletebilen yarı iletken devre elemanıdır [48].



Şekil 3.9. Triyak'ın simgesi.

3.1.2.4. MOSFET

MOSFET kelimesi, Metal Oxide Semi Conductor Field Effect Transistor (metal oksit yarı iletkenli alan etki transistörü) anlamına gelmektedir ve alan etkili transistörlerin geliştirilmiş türleridir. Elektronik devrelerde güç dengeleme ve anahtarlama amacıyla kullanılabilirler. MOSFET'ler, giriş (gate), tahliye (drain) ve kaynak (source) isimli üç adet çıkıştan oluşmaktadır [49].



Şekil 3.10. MOSFET'in yapısı.

3.2. MİKROİŞLEMCİ VE MİKRODENETLEYİCİ

Günlük hayatımızda mikroişlemciler oldukça yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Bilgisayarların temel parçası olduğundan bir çoğumuz bu terimlere aşınayız. İşlemci, bilgisayarımızda yapmak istediğimiz tüm işlemleri denetleyen ve gerçekleştiren merkez birimdir [50]. Bu nedenle CPU (merkezi işlem birimi) olarakta bilinmektedir. Özetle bilgisayarları yöneten elektronik beyin görevindedir. İşlemler çoğunlukla CPU'nun içerisinde bulunan ALU (aritmetik mantık birimi)'da lojik ve sayısal işlemler olarak gerçekleşir. CPU'ların içerisinde, bilgilerin geçici sürede depolanmasını sağlayan 8-16-32-64 bitlik kayıtlar bulunmaktadır. İşlemciye atılan veriler öncelikle hafızaya gelir ve burada depolanır. Bellekte, RAM ve ROM olmak üzere iki adet birincil hafıza birimi bulunmaktadır. RAM (random access memory) bölümü geçici hafızadır. Mikroişlemciye gelen güç kesildiğinde buradaki veriler kalıcı olarak silinir. ROM (ready only memory) bölümünde ise sistem kapansa, güç kesilse dahi veriler silinmemektedir [51]. Mikroişlemcinin geçmişine bakıldığında tarihteki ilk mikroişlemci, 1970 yılında TI şirketi tarafından tasarlanıp kullanılmaya başlanan 'TMS1802NC' isimli mikroişlemci olmuştur [52].

Mikrodenetleyiciler ise içerisinde küçük bir bilgisayar bulunduran programlanabilir entegrelere denilmektedir. Ayrıca dahili olarak bulunan giriş/çıkış portları, sayıcılar, zamanlayıcılar ve hafıza birimleri sayesinde küçük bir bilgisayar olduklarından dolayı gömülü sistemlerin kontrolünde sıklıkla bu denetleyiciler kullanılmaktadır. Günümüzde mikrodenetleyiciler; 'microcontroller' ya da 'mikrokontrolcü' gibi isimlerle de ifade edilmektedir. Piyasada birçok çeşit mikrodenetleyici bulunmasına rağmen, tasarım mimarisine göre sınıflandırıldığında, 'Hafıza Organizasyonu' ve 'Komut İşleme Tekniği' olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [53].

3.3. DİJİTAL VE ANALOG DEVRELER

Elektronik, günümüzde sınıflandırılmak istenildiğinde çok farklı şekillerde sınıflandırılabilir hale gelmiştir. Sinyal türüne göre sınıflandırıldığında analog ve dijital devreler olarak iki sınıfa ayrılır. Analog devreler sürekli sinyal kullanan devrelerdir ve önceden belirlenmiş bir seviyeleri mevcut değildir. Üzerindeki sinyaller osiloskop ve benzeri ölçüm cihazları ile incelendiğinde daha çok sinüs dalgası şeklinde kendini gösteren sinyal çeşididir [54].

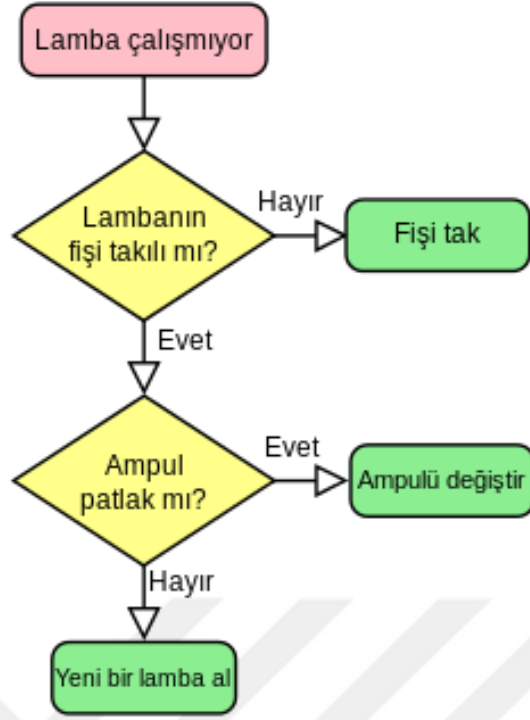
4. ROBOTİK KODLAMA

4.1. ROBOTİK'İN TARİHÇESİ VE TANIMI

Robotlar, üzerinde bulunan sensörler ile alınan girdilere dayanarak belirli görevleri yerine getirebilen otonom makinelerdir. Ayrıca bir robot görevleri programlanana kadar yalnızca mekanik bir parçadır. Robotiğin temel unsurları yapay zeka ve makine öğrenmesidir. Robotiğin yaygınlaşması ile günümüzde birçok insan görevinin artık otomatikleştirildiği bir çağda yaşıyoruz. Bu konulardaki gelişmeler sayesinde tasarlanan akıllı robotlar birçok konuda insanlardan daha hızlı ve hatasız şekilde çalışabilmektedir. Robot kelimesi ilk kez Çekoslovak bir yazar olan Karel Copek tarafından 1921 tarihinde yazılan 'Rossum's Universal Robots' tiyatro eserinde kullanılmıştır. Bu eserde robot kelimesi 'zorla çalıştırılan işçi' anlamında kullanılmıştır [57].

4.1.1. Algoritma ve Kodlama

Kodlama, bir robot ya da bilgisayar programının okuyabileceği ve çalıştırabileceği yazılı talimatların oluşturulmasıdır. Robotik kodlamada, bir robot aracılığıyla tamamlamak istenilen görev belirlenir ve bunu gerçekleştirmek için gerekli kod tasarlanır. Ardından sonucu görmek için tasarlanan kod robota gönderilir. Robota gönderilen bu komut satırlarının tümüne 'algoritma' denir. Algoritma, bir sorunu çözmek veya bir görevi tamamlamak için bir dizi talimattır. Algoritmanın en yaygın örneklerinden biri, yemek hazırlamak için özel talimatlardan oluşan bir tariftir. Her bilgisayarlı aygıt, işlevlerini donanım veya yazılım tabanlı rutinler biçiminde gerçekleştirmek için algoritmalar kullanır. Şekil 4.1'de bir lambanın çalışması için gereken basit bir algoritma şeması gösterilmiştir [58].



Şekil 4.1. Örnek bir algoritma şeması [59].

Robotik kodlama eğitimini alan kişiler, deneme yanılma yoluyla oluşturdukları yazılımlar sayesinde hem eleştirel hem de yaratıcı şekilde düşünmektedir [60]. Günümüzde kullanılabilir çok sayıda programlama dili vardır. C/C++, Python, Java, Fortran, bunlardan sadece birkaçını oluşturmaktadır. Robotik kodlama için blok tabanlı kodlama ve metin tabanlı kodlama kullanılır. Blok tabanlı kodlama, öğrencilerin kodlamaya olan ilgilerini harekete geçirmek için mükemmel bir yaklaşımdır. Blok tabanlı kodlama, birbirine kolayca bağlanabilen farklı şekillerdeki bloklardan oluşan bir yığın kullanır. Blok tabanlı kodlamada hata ayıklamak çok daha kolaydır [61].



Şekil 4.2. Blok tabanlı kodlama görüntüsü [62].

Metin tabanlı kodlama ise, önceden tanımlanmış belirli bir dil tarafından okunabilen kod satırlarına dayanır. Her bir kod satırını yazmanız gerektiğinden hata olasılığı daha yüksektir. Bu aynı zamanda blok tabanlı kodlamadan çok daha fazla zaman aldığı anlamına gelir.

```
int buzzer= 3; //Ledi 3.pine bağıladığımızı tanımladık.

void setup() {
  pinMode (buzzer, OUTPUT); //Led modülü çıkış pinidir.
}

void loop() {
  digitalWrite (buzzer, HIGH); //Ledi yakıyoruz.
  delay (1000); //1 saniye boyunca
  digitalWrite (buzzer, LOW); //Ledi söndürüyoruz.
  delay (1000); //1 saniye boyunca
}
```

Şekil 4.3. Metin tabanlı kodlama görüntüsü [62].

4.1.2. Robotikte Kodlama

İnternet ile birlikte yetişen yeni nesli geleceğe hazırlamak için, günümüzde yazılım ve kodlama her zamankinden önemli hale gelmiştir. Kodlama ve yazılımın temellerini öğrenen çocuklar heyecan verici fırsatlarla dolu yeni bir dünya ile tanışır. Robotik kodlamaya başlamak için en uygun yaş çocukların okumayı ve yazmayı öğrenmeye başladığı zamandır. Tabiki hiçbir zaman öğrenmenin yaşı yoktur, ancak genç beyinlerin yaşlı beyinlere göre daha aktif olduğu ve yeni şeyleri kolayca öğrenebildiği gerçeği düşünüldüğünde, en uygun zamanın bu zamanlar olduğu ortaya çıkmaktadır. Robotik kodlama ile çocuklar, güçlü eleştirel düşünme becerisi gibi birçok beceri kazanacaktır. Robotik kodlama ile, sıradan bir problemin birden fazla çözümü arasından en uygun çözümü nasıl seçeceklerini öğrenirler. Ayrıca, uygulamalı öğrenme içeriği ile öğrencilerin odağını ve dikkat düzeylerini artırır. Bunlar dışında; proje hazırlığı, ekip çalışması, programlama becerisi, analitik düşünme, yazılı ve sözlü iletişim becerilerini geliştirmektedir.



Şekil 4.4. Örnek bir robotik kodlama görüntüsü.

4.1.3. Robotikte Kullanılan Malzemeler

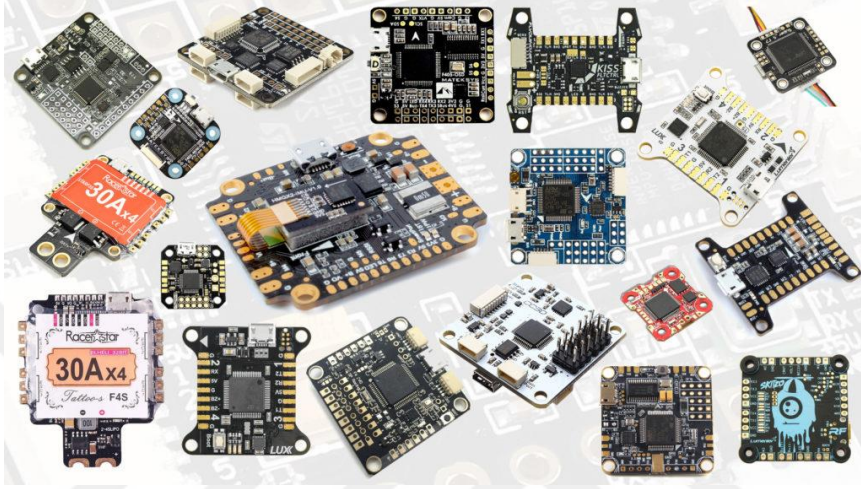
Robotik kodlamada kullanılacak olan malzemeleri belirlerken, öncelikle yapılacak robotun nasıl bir göreve hizmet edeceği belirlenir. Ardından, gereken malzemeler türlerine göre sınıflandırılarak, kullanım kolaylığı, uyumluluğu, kalitesi ve maliyeti gibi parametrelere uygun olacak şekilde seçilir. Bu malzemelerin her biri farklı bir görev yapacağından dolayı ne işe yaradığını bilerek seçim yapmak gerekir [63].



Şekil 4.5. Bir robotta bulunan malzemeler [64].

4.1.3.1. Kontrol Kartları

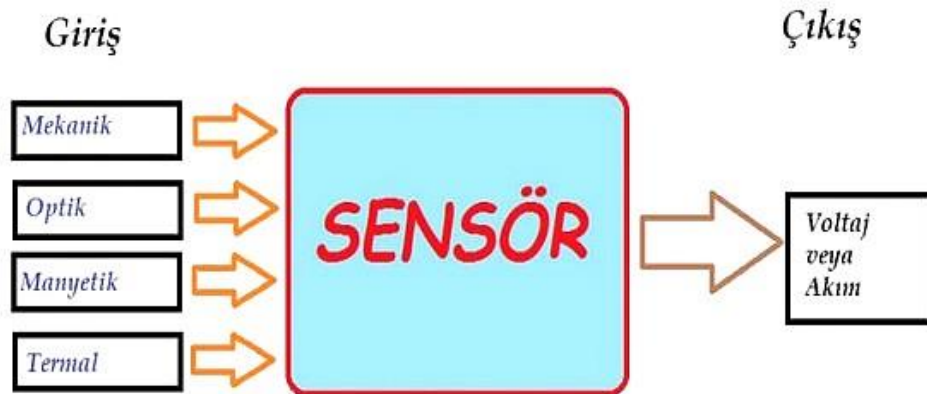
Kontrol kartları, robotların ana kısmıdır. İçerisine yüklenen yazılımlarla tüm işlemlerin yapıldığı işlemciyi üzerinde barındıran, robotun beyni diyebileceğimiz malzemelerdir. Yapılan robotun hizmet edeceği özelliklere göre seçilir. Sistemde kullanılacak olan bütün malzemeler ile uyumlu olması ve yeterli bağlantı pinlerinin bulunması gerekir. Kısacası, işlemcilerin modüler hale getirilmesiyle hazırlanan kartlar kontrol kartlarıdır [65].



Şekil 4.6. Kontrol kartı örnekleri.

4.1.3.2. Sensörler

Sensörler, insan vücudunda bulunan duyu organları gibi çalışan elemanlardır. Etrafında bulunan fiziksel değerleri algılayıp ölçebilen ve sayısal değer olarak sınıflandırabilen cihazlara sensör denir. Sıcaklık, nem, uzaklık, hareket gibi birçok farklı parametre ölçebilen çeşitleri vardır. Ölçümlediği bir veriyi, kontrol biriminde bulunan işlemciye elektrik sinyali olarak ileterek robotun fiziksel dünya ile olan bağlantısını oluşturur [66].



Şekil 4.7. Sensörlerin temel çalışma prensibi [67].

4.1.3.3. Motorlar

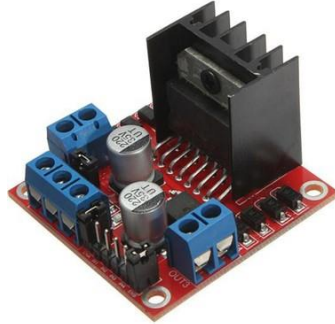
Motorlar, robotların içine yazılmış olan yazılıma göre elektrik enerjisini mekanik harekete çeviren elemanlardır. Gelen sinyallerin türüne ve değerine göre dönme hareketi yaparak robotun hareketlenmesini sağlar. Motorlar robotikte kullanım alanına göre servo motor, DC motor ve step motor olmak üzere üç çeşitten oluşur. Öncelikle robotun kullanım amacına göre motor çeşidi belirlenir. Ardından gerekli olan tork ve hız hesaplanarak yeterli gücü sağlayabilecek motor seçimi yapılır [68].



Şekil 4.8. Robotik kodlamada kullanılan motor örnekleri.

4.1.3.4. Motor Sürücüler

Motor sürücü, robotta bulunan motorları, ana işlem biriminden gelen komutlara göre yöneten elemanlardır. Robotta kullanılacak olan motor çeşidine göre seçilir. Motorların hız, ivme ve yönünü kontrol ederler [69].



Şekil 4.9. L298N İsimli motor sürücü devresi [70].

4.1.3.5. Piller

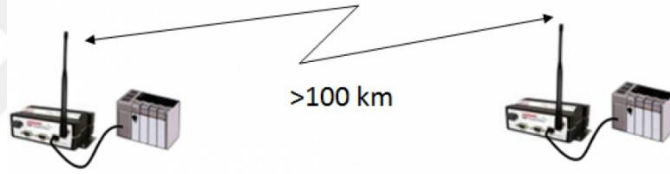
Piller, yapılan robotun herhangi bir güç bağlantısı olmaksızın sürekli çalışabilmesi için gerekli olan enerji ihtiyacını sağlayan elemanlardır. Piller, içerisinde bulunan kimyasalların birbiri ile tepkimeye girmesi sonucu ortaya elektrik enerjisi çıkartır. Sistemde kullanılan malzemelerin ihtiyacına göre pil seçimi yapılır [71].



Şekil 4.10. Örnek batarya görseli [72].

4.1.3.6. Kablosuz Haberleşme Modülleri

Kablosuz haberleşme modülleri, adından da anlaşılacağı üzere, sistemin kablosuz bir şekilde diğer elektronik cihazlarla haberleşmesini sağlayan malzemelerdir [73]. Sistemden iletilecek olan verinin türüne göre kablosuz haberleşme çeşidinin seçimi yapılır. Robotikte kullanılan en yaygın haberleşme türleri; Wi-Fi, Bluetooth, LORA ve GSM bağlantılarıdır [74].



Şekil 4.11. Örnek bir kablosuz haberleşme çeşidi.

4.1.3.7. Robot Gövdesi

Robot yapımında belirlenen bütün malzemelerin toparlanması ve birbiri ile uyumlu bir şekilde çalışabilmesi için bir araya toplandığı yere robot gövdesi denir. Tasarlanan robot çeşidine ve kullanılan malzemelere göre farklı şekillerde olabilir [75].



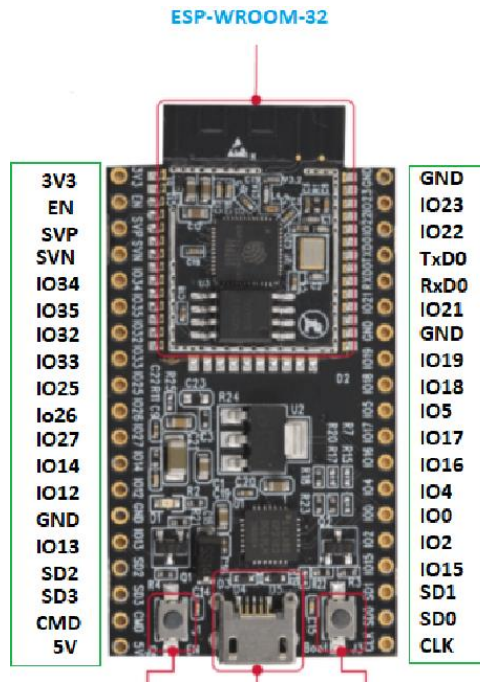
Şekil 4.12. Tekerlekli bir robot ve gövdesi.

5. SENSÖR KARTI TASARIMI VE İMALATI

5.1. SENSÖR KARTI TASARIMI

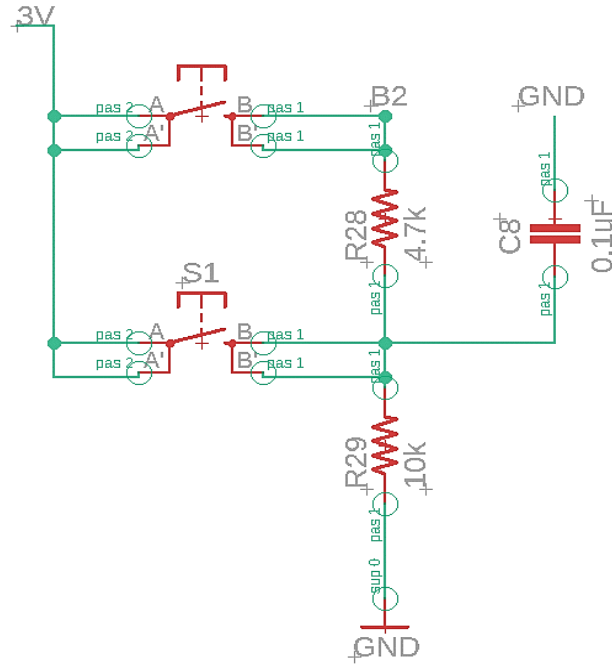
5.1.1. Elektronik Kart Tasarımı

Çalışmada kullanılan kart, diğer robotik kodlama ürünleri ile birlikte kullanılabilmesi için uyumlu olarak tasarlanmıştır. Ayrıca piyasada üretilen elektronik kartların çoğu 1,6 mm kalınlığa sahip iki katlı elektronik kartlar olduğu için maliyetlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Kart tasarımına başlamadan önce üretimin kolay olması için kartın yapılacağı malzeme çift tarafı bakır kaplı ve 1,6 mm kalınlığında epoksi levhadan seçilmiştir. Ayrıca her iki katta da bakır katman kalınlığı 1 Oz ve katmanlar arası sinyal geçişini sağlayan delikler (via) ise yurtiçindeki imalat imkanları göze alınarak en az 0,3 mm çapında seçilmiştir [76]. Elektronik tasarımında, öncelikle kartta kullanılacak olan malzemeler için araştırma yapılmıştır. Kartın beyni görevinde rol alacak olan mikroişlemci seçiminde ana kriter, dahili olarak 2.4 GHz bandında kablosuz internet bağlantısı ve yeni nesil bluetooth bağlantısı olmuştur. Yapılan araştırmalar sonucunda, Espressif markasının ESP32 model mikroişlemcisi kullanılmaya karar verilmiştir (Şekil 5.1).

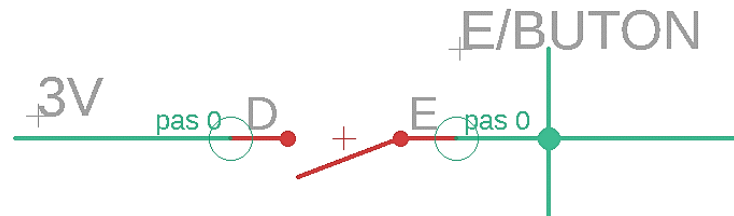


Şekil 5.1. ESP32 mikroişlemcisinin pin çıkışları [77].

İşlemci seçimine karar verildikten sonra mikroişlemci ile kullanıma uygun olan ve halihazırda robotik kodlama eğitimlerinde en sık kullanılan sensörler için araştırma yapılmış ve öncelikle benzer amaçlar için yapılmış ve piyasada bulunan devre kartları incelenmiştir. İncelenen kartların ders içeriklerine bakıldığında temel elektronik ve temel yazılım öğretmeyi hedefleyen sensörler olduğu gözlemlenmiştir. Algoritmaların çalışma mantığını belirleyen dijital ve analog sinyallerin uygulamalarının yapılabilmesi için, kart üzerine iki adet analog buton, bir adet dijital buton eklenmesine karar verilmiştir. Ayrıca ayarlanabilir direnç olan potansiyometre kart üzerine eklenerek daha hassas ölçümler yapılması hedeflenmiştir.



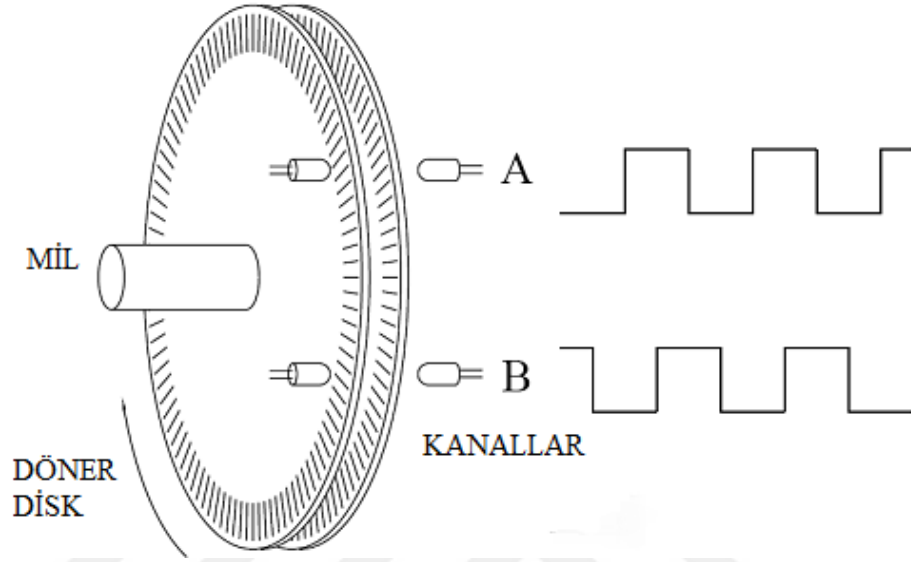
Şekil 5.2. Analog butonların şematik bağlantı görüntüsü.



Şekil 5.3. Dijital butonların şematik bağlantı görüntüsü.

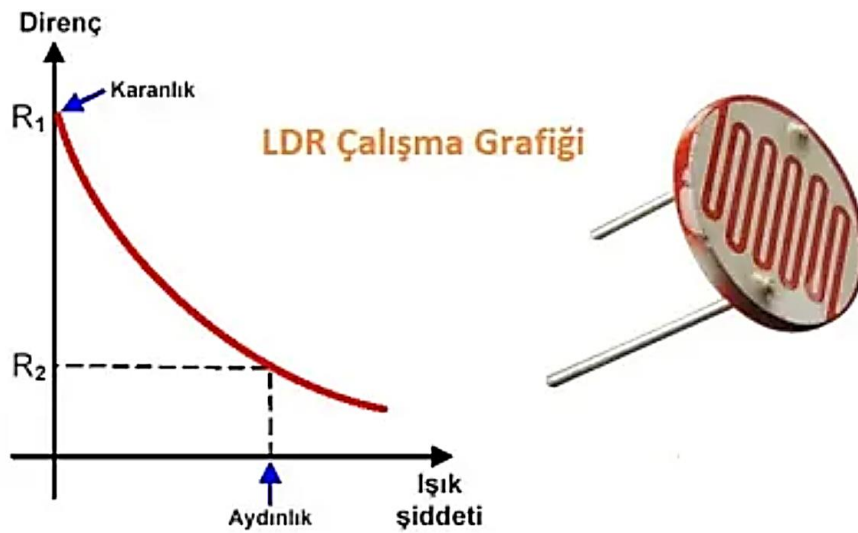
Tasarlanan kart çocukların elinde bir eğitim aracı olacağı için boyutlarının en fazla bir tablet bilgisayar boyutlarında olması gerektiğine karar verilmiştir. Bundan dolayı kart üzerinde sadece en önemli olan sensörler kullanılmıştır. Hassas motor kontrolleri ve

benzer uygulamalar yapılabilmesi için kart üzerine bir adet butonlu encoder (adım sayıcı) eklenmiştir. Encoder'ın en büyük özelliği potansiyometre gibi döndürülmesidir. Ancak potansiyometreden farklı olarak çıkış sinyalleri analog sinyal değil dijital sinyallerdir. İşlemci gelen sinyalleri kütüphanesinde yer olan kod çözücüler sayesinde birbirinden ayrıştırarak doğru veriyi okuyabilmektedir [78].



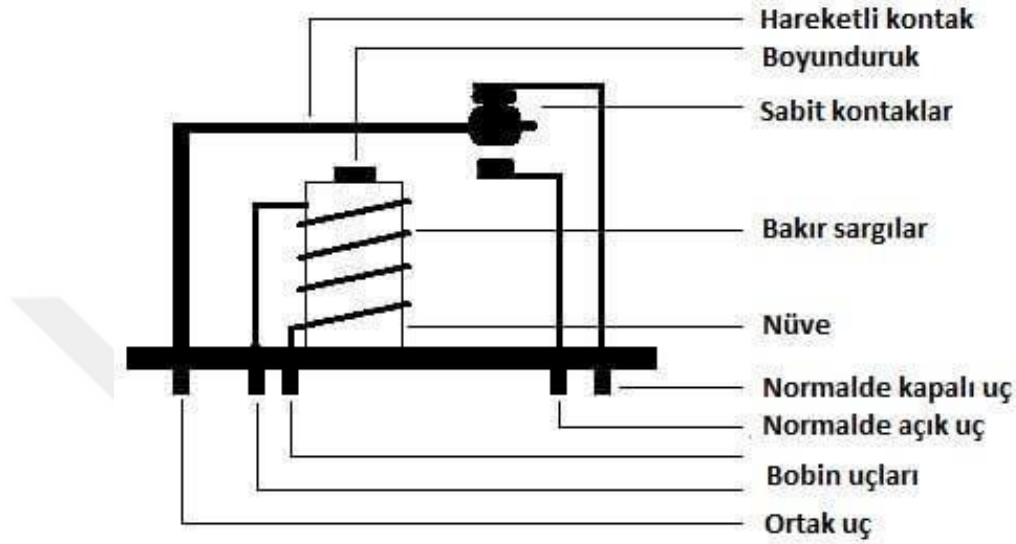
Şekil 5.4. Encoder'in çalışma prensibi.

Robotik kodlama ile ilgilenen kişilerin yaptıkları temel uygulamardan biriside LDR (ışık şiddeti sensörü) kullanarak cihaz kontrolü yapmaktır. Bu nedenle sisteme bir adet LDR eklenmiştir. Bu sensörün çalışma mantığı potansiyometre ile benzer olup tek farkı çıkış değerinin döndürerek değil, üzerine gelen ışık ile otomatik olarak ayarlanmasıdır [79].



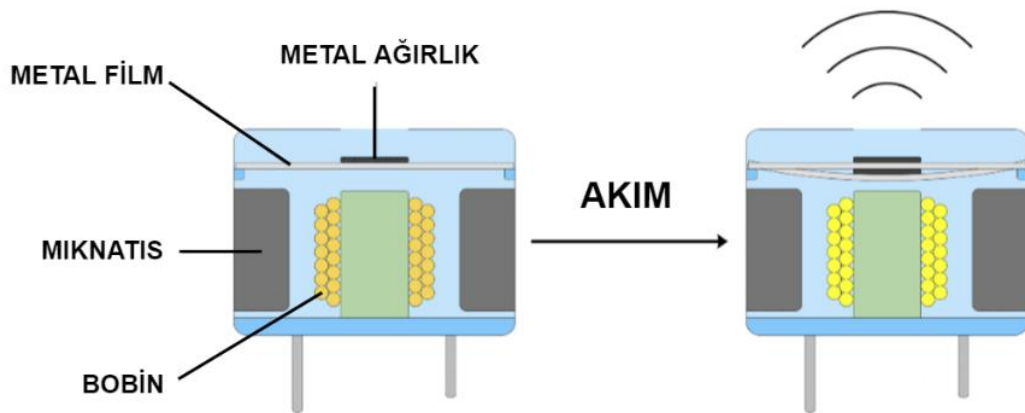
Şekil 5.5. LDR'nin çalışma prensibi.

Şimdiye kadar koyulan sensörle ile elektronikte temel olarak sinyal okuma ve işlemeyi öğrenen kişilerin gerçek hayatta interaktif uygulamalar yapabilmesi için, tasarlanan karta seçilen işlemci ile uyumlu bir adet röle eklenmiştir. Rölenin temel mantığı gelen sinyale göre anahtarlama görevi yapmak olduğun için, kullanıcılar evindeki ya da okuldaki bir ışığı, kapıyı yada motoru açıp kapatan uygulamalar yapabilecektir [80].



Şekil 5.6. Rölenin içyapısı.

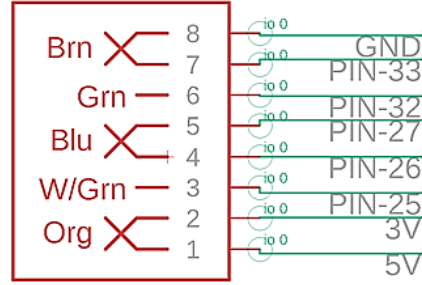
Eklenen sensörler ile tasarlanan kartta bir çok uygulama yapılabilme imkanı olmuştur. Bu uygulamaların kullanıcıya geri bildirim vermesi için elektronik sinyalleri fiziksel sese çeviren buzzer eklenmiştir [81].



Şekil 5.7. Buzzer'ın çalışma mantığı [82].

Ayrıca kullanıcıya görüntülü bir şekilde geri bildirim vermek için, 20x4 karakter yazma özelliğine sahip kristalize (LCD) ekran kullanılmıştır. Normal şartlarda bu ekranı

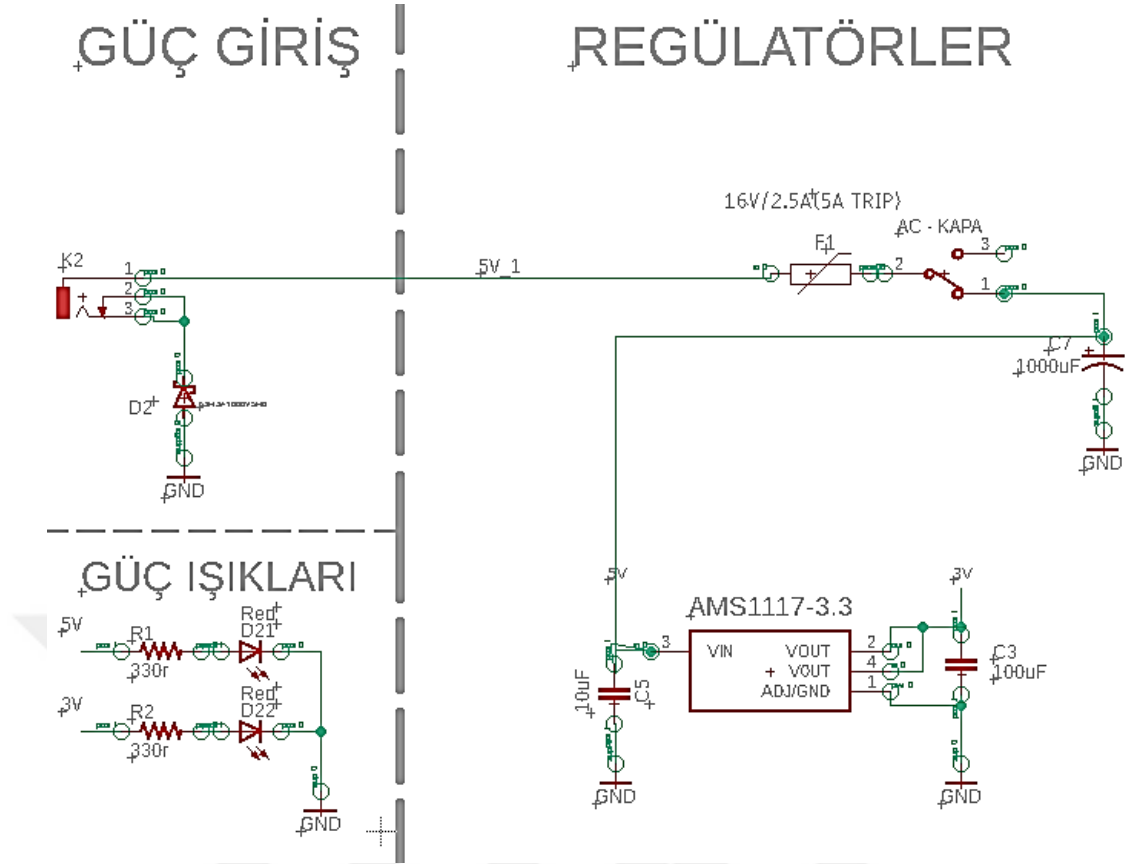
Harici sensörler ile bağlantı kurabilmek için mikroişlemcinin iletişim pinlere paralel bağlanan RJ45 internet soketleri kullanılmıştır. Sekiz adet pin barından RJ45 soketlerin beş tane pini boşta kullanılan sinyal hatları için boş bırakılmıştır. Kalan üç adet pin ise topraklama, üç volt ve beş volt pinleri olarak ayrılmıştır. Kullanılan bu soketler sayesinde üretilen kart, diğer benzer kart ve sensörler ile tam uyumlu bir şekilde kullanılabilmesi sağlanmıştır.



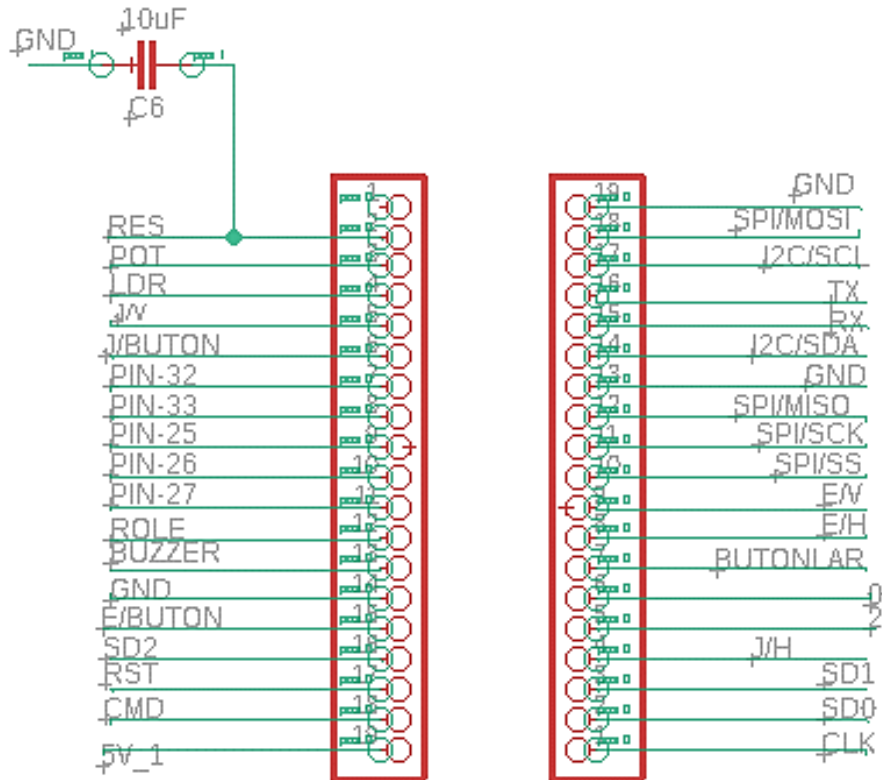
Şekil 5.10. RJ45 Soketlerin pin çıkışlarının şematik görüntüsü.

Şekil 5.10’da Brn (kahverengi), Blu (mavi), Grn (yeşil), Org (turuncu) ve W/Grn (beyaz/yeşil) renkleri temsil etmektedir. Ek olarak tasarlanan kartın piyasadaki kartlar ile uyumlu olması ve sorunsuz haberleşmesi için ‘pin header’ adındaki soketler ile paralel iletişim ve güç portları yapılmıştır. Ayrıca ESP32 işlemcisi SPI, I2C ve UART gibi iletişim protokollerini de desteklemektedir. Bu protokoller için gerekli olan pinler için paralel bağlı soketlere de kartın ortasında yer verilmiştir.

Kullanılacak olan sensörleri belirledikten ve kart tasarımları için yapılan araştırmalar ardından şematik çizimler oluşturma başlanmıştır. Şematik çizimler oluştururken, güç hatlarının ve sinyal hatlarının doğru bir şekilde tasarlanmasına özellikle dikkat edilmiştir. İlk önce tüm sistemi besleyen güç girişi ve koruyucu sigorta, diyot gibi komponentleri şematik görüntüye eklenmiştir. Ardından ESP32 mikroişlemcisinin şematik görüntüsü de şematik çizime eklenmiş ve sinyal çıkışları ile işlemci güç besleme pinlerinin bağlantıları yapılmıştır. Güç hatları birden fazla kez kontrol edildikten sonra öncesinde belirlenen ve karta eklenecek olan sensörlerin şematik çizimleri yapılmaya başlanmıştır. Çizimi tamamlanan her bir sensör, sinyal ve güç bağlantıları yapılarak ana şematik çizime eklenmiştir. Bu şekilde tüm bağlantılar tamamlanmış ve kontrolleri yapılmıştır.

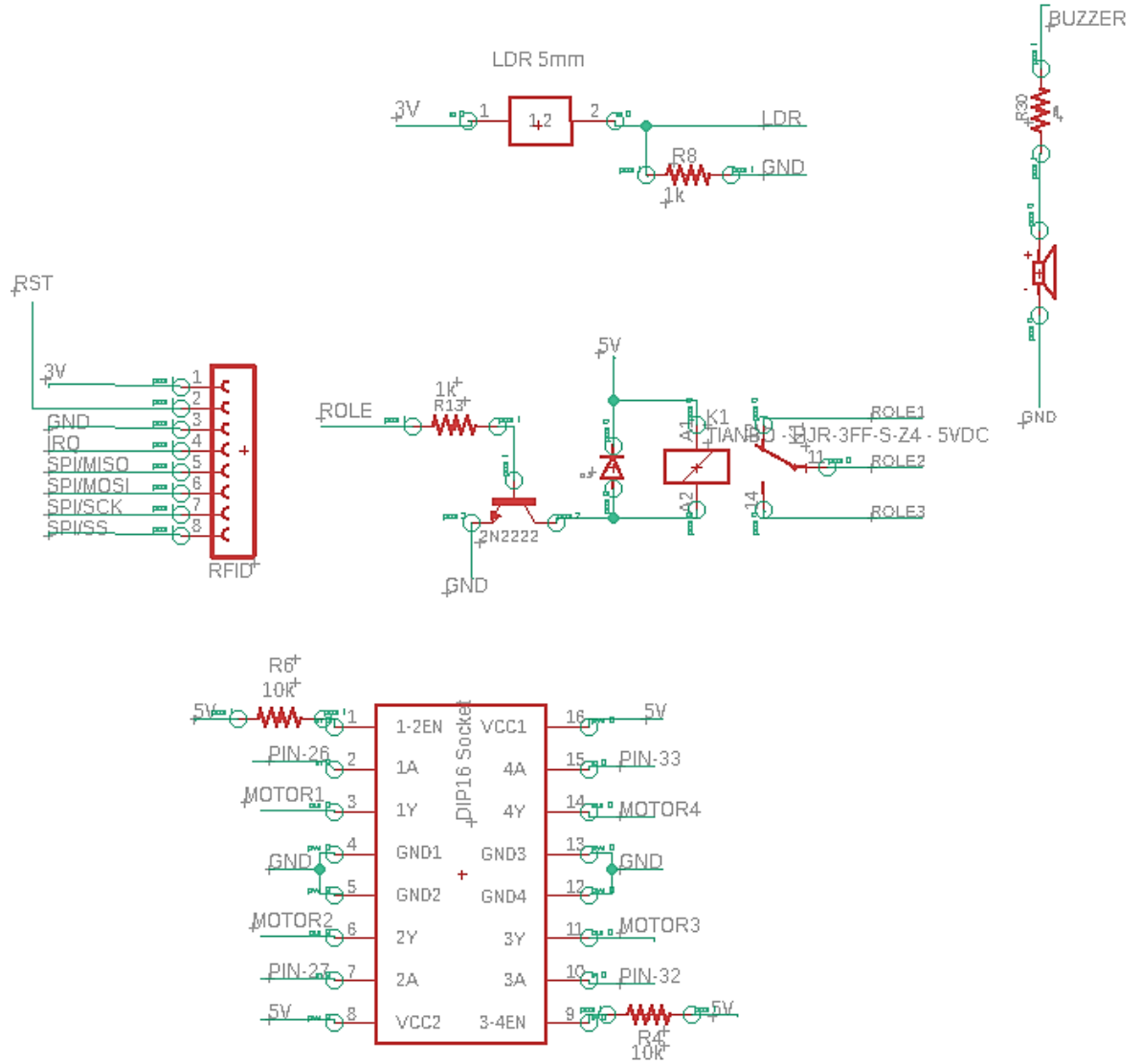


Şekil 5.11. Kart'ın enerji hattının şematik görüntüsü.



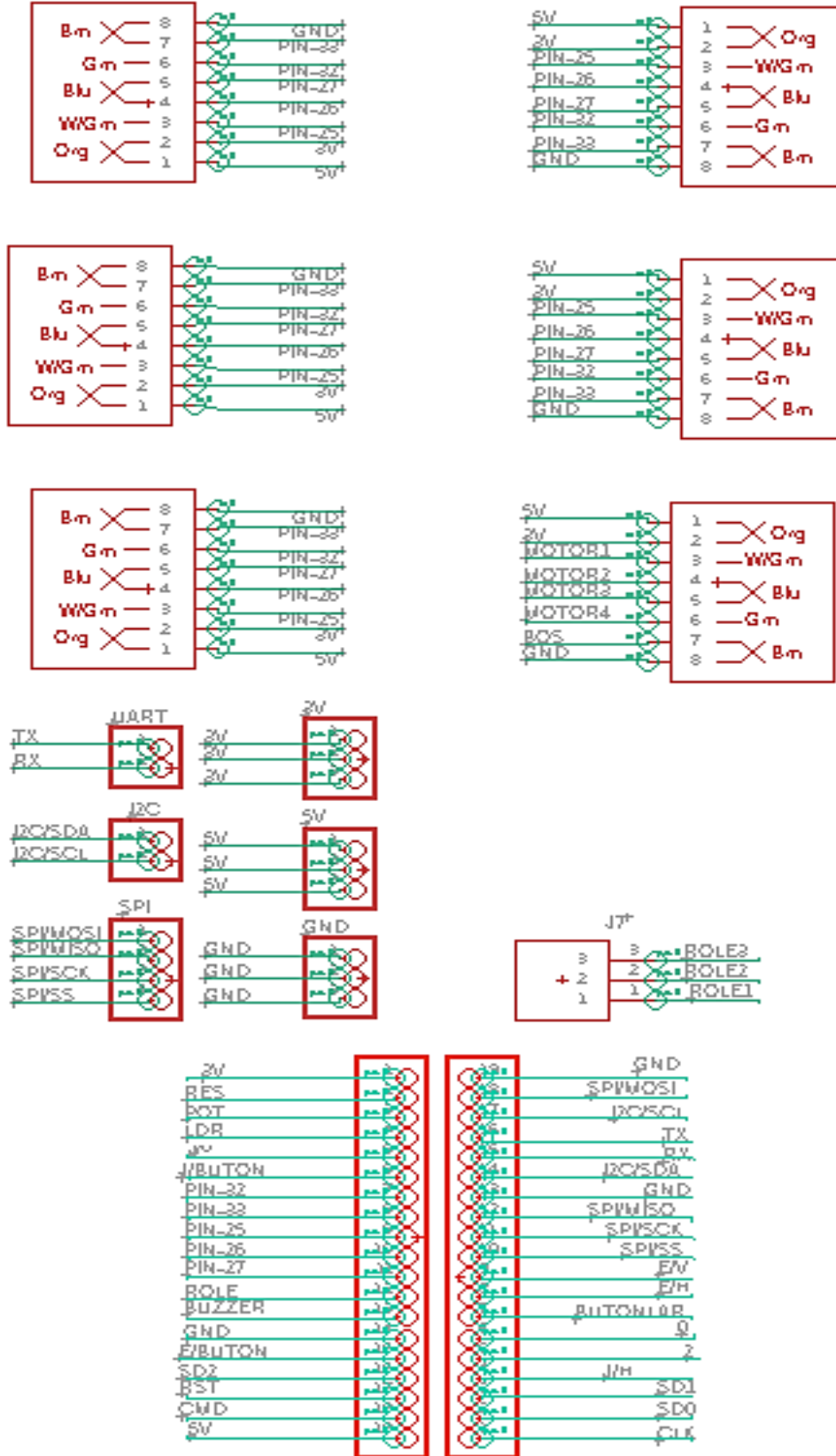
Şekil 5.12. Tasarlanan karttaki mikroişlemci pinlerinin çıkışları

SENSÖRLER



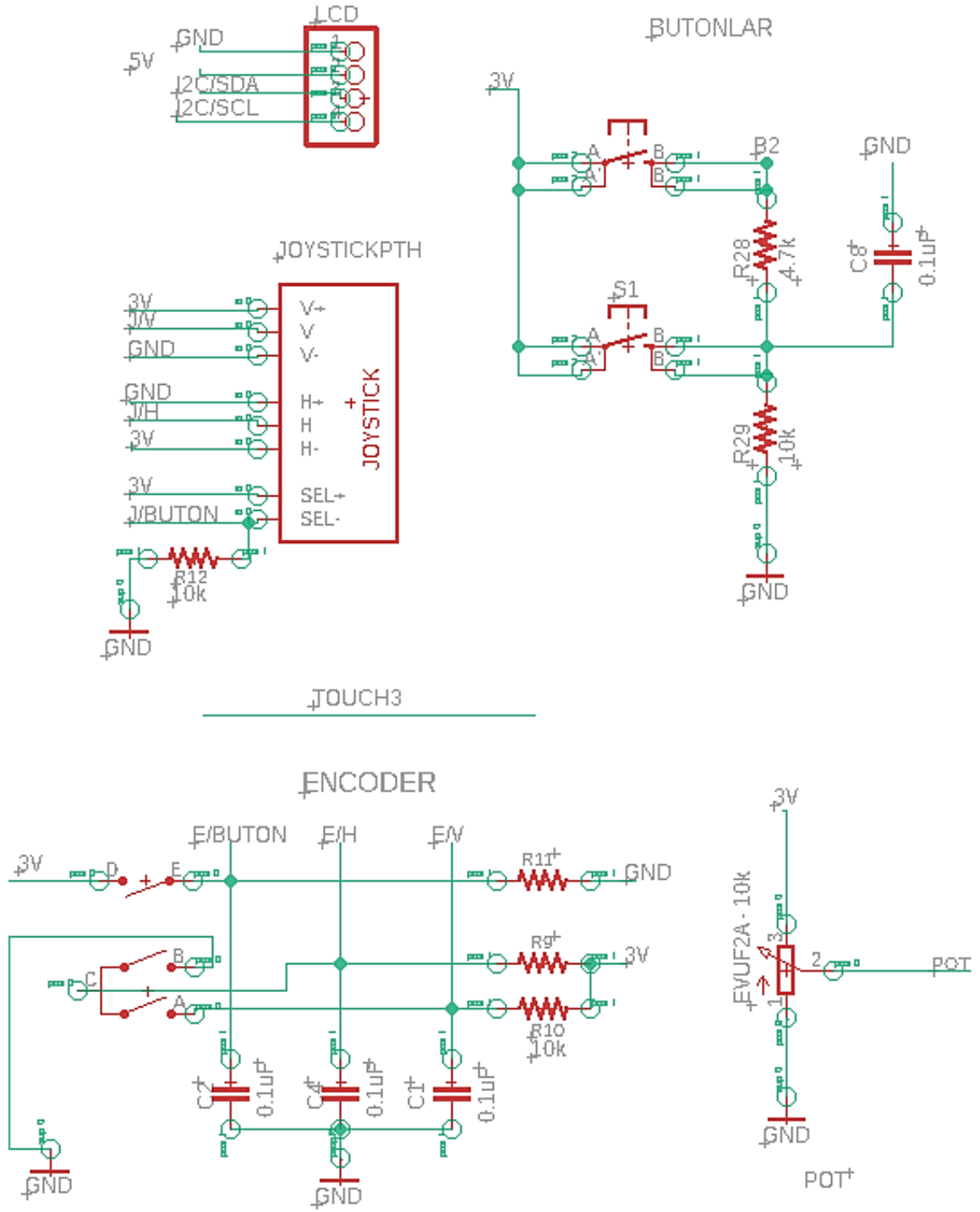
Şekil 5.13. Tasarlanan karttaki sensörlerin şematik görüntüsü.

ÇIKIŞLAR



Şekil 5.14. Tasarlanan karttaki çıkış soketlerinin şematik görüntüsü.

KONTROL PANELİ

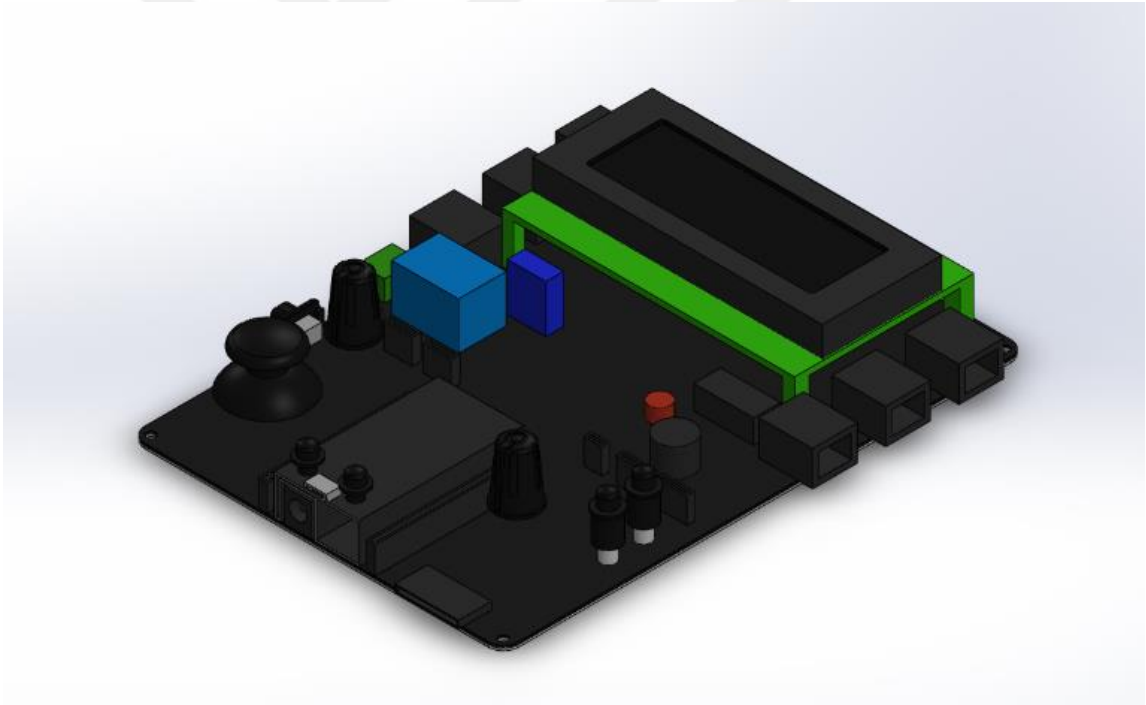


Şekil 5.15. Tasarlanan karttaki kontrol elemanlarının şematik görüntüsü.

Kartta en çok kullanılan hat topraklama hattı olduğu için üst bakırın sinyal hatları dışında kalan kısımlarının hepsinin topraklama hattı olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde sistemde oluşabilecek herhangi bir kısa devre için ek bir koruma yöntemi sağlanmıştır. Şematikte belirlenen elektronik malzemeler standart üretim kapasitelerine göre kart üzerinde konumlandırıldıktan sonra kartın tasarımı tamamlanmıştır. Tamamlanan kartın üç boyutlu modeli çıktı alındıktan sonra BDT (bilgisayar destekli tasarım), programında kartın dış kabuğu tasarlanmıştır.

5.1.2. Sensör Kartı Dış Kabuk Tasarımı

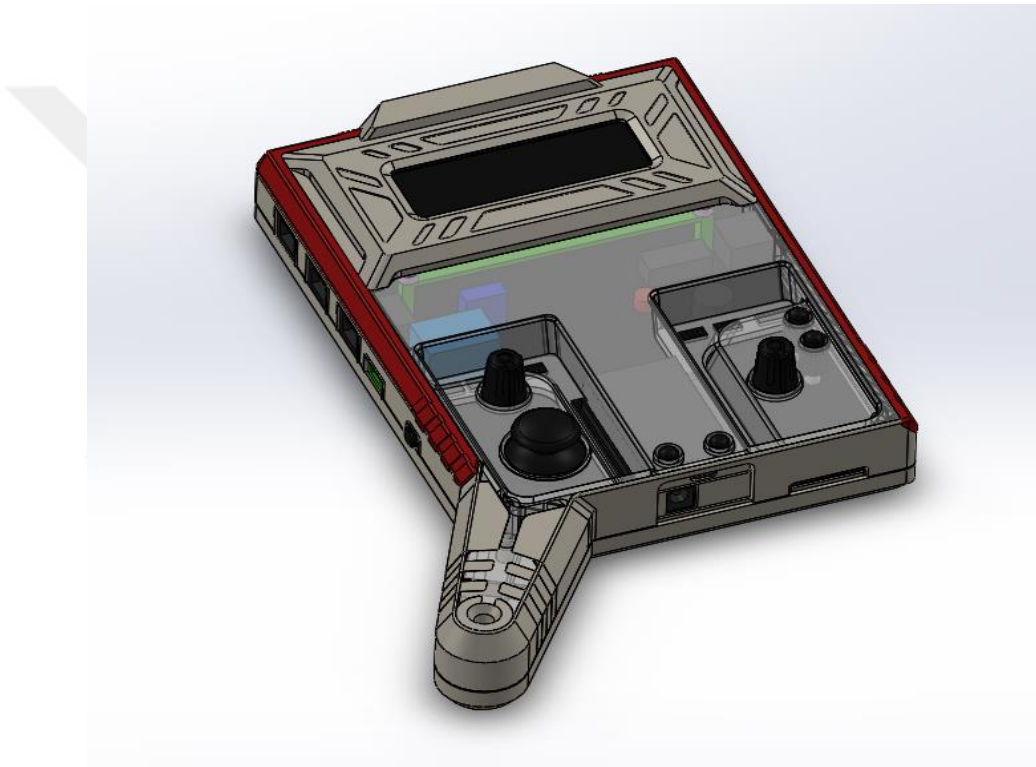
Elektronik tasarım programı ile üç boyutlu görüntüsü alınan kart, bilgisayar destekli tasarım programında yeniden bir montaj çalışması olarak tasarlanmıştır. Daha sonra üç boyutlu model üzerinden montaj çalışması içerisinde katı model oluşturulmaya başlanmıştır.



Şekil 5.17. Komponentler eklenmiş kartın üç boyutlu görüntüsü.

BDT (bilgisayar destekli tasarım) programında hazır olan kart montajı üzerinden ilerleyerek bir dış kabuk taslağı yapılmıştır. Kabuk tasarımı yapılırken dışarıdan fiziksel müdahale ile kontrol edilecek sensörlerin kullanımına engellemeyecek şekilde tasarım yapılmıştır. Yani joystick, butonlar, encoder ve giriş çıkış portlarının olduğu konumların boşluklu olması sağlanmıştır. Tasarımı biten model bir alt kapak, bir üst kapak ve son

olarak iki adet ıtadan oluşturulmuştur. ıtaların amacı cihaz üzerinde görsellik katmaktır. Ayrıca kabuk içinde kalan encoder, potansiyometre ve butonlar için kabuk dışından rahat bir şekilde kontrol edilebilmesi için ek aparatlar tasarlanmıştır. Bununla birlikte tasarlanan dış kabuk, elektronik kart ile birebir uyumlu hale getirilmiştir. Tasarımda dikkat edilen bir diğerkural ise; tasarımın eklemeli imalat yöntemlerinden olan üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile üretime uygun olmasıdır. Bundan dolayı kabuğın et kalınlığı en az 1.5 mm olması gerekmektedir. Üç boyutlu yazıcı teknolojisinde malzemenin dolgu oranı istenilen şekilde ayarlanabildiği için ürünün kütlesini arttırmadan hacmini arttırabilir şekilde üretim planlanmıştır.



şekil 5.18. Tasarlanan dış kabuğın görüntüsü.

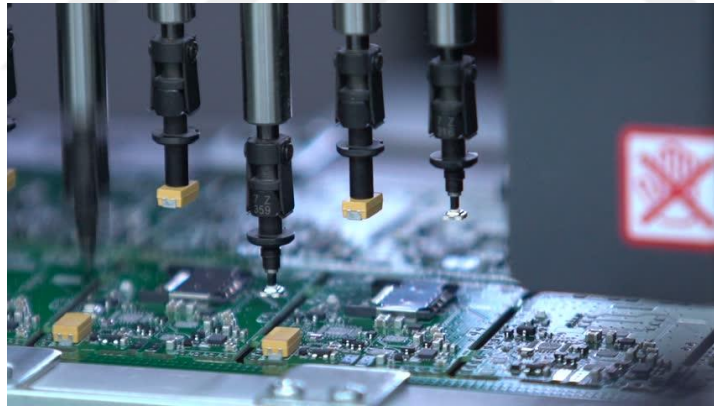
5.2. SENSÖR KARTI İMALATI

5.2.1. Elektronik Kartın İmalatı

Kart tasarımı bittikten sonra ilk olarak üretim dosyaları çıktı alınmıştır. ‘gerber’ isimli bu dosyalar, elektronik kartın tüm katmanlarında bulunan çizimlerin ayrı dosyalar şeklinde kaydedilmiş halidir. st bakır katmanı, alt bakır katmanı, st bakır kaplaması, alt bakır kaplaması, katmanlar arası geçiş noktalarının koordinatları ve elektronik komponentler için gerekli olan bilgilendirmeleri içeren kısımlardan oluşmaktadır. ıktı alınan üretim

dosyalarıyla, elektronik kart imalatı yapan bir firma ile iletişime geçerek kart imalatı yapılmıştır. Ardından iletkenliği engellemek için sinyal hatlarını barındıran üst bakır katmanın üzerine yalıtkan bir katman ile gerekli bilgilendirmeler işlenmiştir. Bu işlemler ile birlikte kartın imalatı tamamlanmıştır. İmalat süresi yaklaşık dört gün sürmüştür. Bu esnada zaman kazanmak için kart üzerinde kullanılacak olan elektronik malzemeler temin edilmiştir.

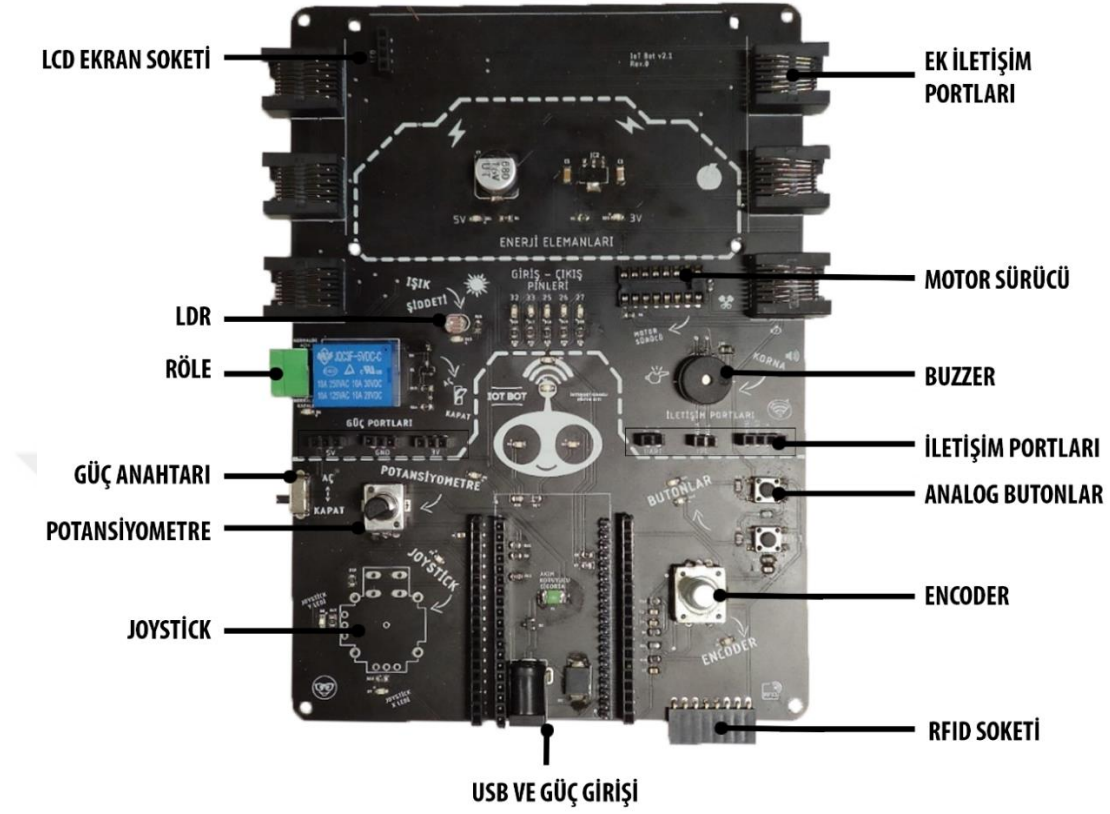
İmalatı tamamlanan kart üzerine elektronik malzemelerin montajını yapmak için dizgi işlemi yapılmıştır. Dizgi işlemi için gerekli olan; komponentlerin konumu ve açısı gibi bilgiler gerber dosyasından temin edilerek dizgi makinası yüklenmiştir. Dizgi makinası işlem sırasına göre dizgi işlemini gerçekleştirmiştir. Öncelikle, komponentlerin lehimleneceği noktalara elek yardımıyla sıvı bir lehim yerleştirilmiştir. Tüm montaj yerleri lehim ile kaplandıktan sonra kullanılan komponentleri konum bilgilerine göre yerleştirme işlemi yapılmıştır. Ardından ısıtılmış bir fırın aracılığıyla sıvı lehim eritip komponentlerin karta tutunmasını ve soğuduktan sonra karta montajlanması sağlanmıştır. Böylelikle tek yüzeyden montajlanan elektronik komponentlerin montaj işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 5.19. Yüzeyden montajlı elemanların dizgi işleminden örnek bir görüntü [85].

Ardından delik içerisinden montajlanan tipteki elektronik malzemeler el havyası kullanarak montajlanmış ve kartın dizgi işlemi tamamlanmıştır. Son aşama olarak montajı tamamlanan kart özel temizleme solüsyonu içerisinde kısa bir süre bekletilerek lehimleme işleminin ardından kalan kirlerden temizlenmiştir. Birbiri ile bağlantılı olan soketlerin sinyal testleri de yapılarak kart üzerinde herhangi bir iletişim hatasının olup olmadığı kontrol edilmiştir. Herhangi bir sorun olmadığına karar verildikten sonra güç soketlerinden enerji verilerek kartın çalıştırılması sağlanmıştır. Bu aşamada kartta bulunan işlemci içerisinde bir yazılım olmadığından yalnızca güç iletim hatlarının kısa

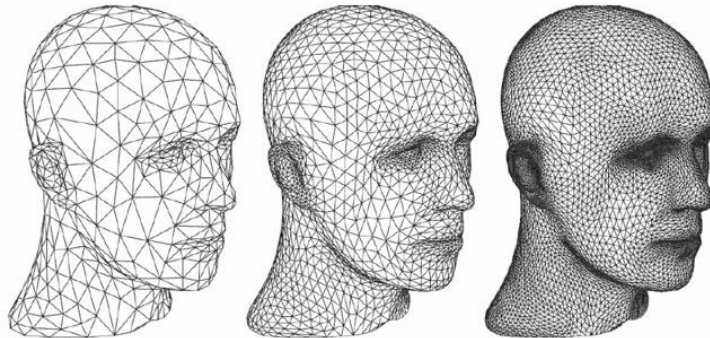
devre kontrolü yapılmıştır. Enerji verildiğinde herhangi bir sorun olmadığı gözlemlendikten sonra elektronik kart için tasarlanan dış kabuk imalatına geçilmiştir.



Şekil 5.20. Dizgi işlemi tamamlanmış elektronik kart ve soketleri.

5.2.2. Sensör Kartı Dış Kabuk İmalatı

Elektronik kart imalatının ardından dış kabuk üretimine başlanmıştır. Bilgisayar ortamında bir BDT (bilgisayar destekli tasarım) programında tasarlanmış olan dosyalar, üç boyutlu yazıcıda üretim için gerekli olan STL (stereolithography) formatında kaydedilmiştir [86].



Şekil 5.21. STL dosya formatının görsel bir örneği [87].

Alınan dosyalar üç boyutlu yazıcı için gerekli olan ‘.gcode’ uzantılı üretim yazılımını oluşturan bir dilimleyici programına eklenmiştir. Dilimleyici program ile, üretilecek olan modelin katman kalınlığı, iç dolgu oranı, destek açıları ve malzemesi ayarlanmış, ardından baskı ön izlemesi yapılarak yazıcı için gereken .gcode uzantılı üretim dosyası çıktısı alınmıştır [88]. Üretim dosyası alınırken basılacak olan modeller üç boyutlu yazıcının baskı alabileceği en fazla boyutları aştığı için dosyalar ikiye bölünerek baskıya alınmıştır. Baskı ayarlarında iç doluluk oranı %40 seçilerek içi çoğunlukla boş ve dolayısıyla ağırlığının daha az olması sağlanmıştır. Ayrıca çıktılarda temiz bir yüzey istenildiğinden dolayı 0.2 mm katman yüksekliği seçilmiştir. Alt kapak, üst kapak ve iki adet çitadan oluşan tasarım için birbirinden farklı beş adet üretim dosyası oluşturulmuştur. Tüm dosyalar toplamda 120 saat sürmüştür. Modeller üretildikten sonra kontrolleri gerçekleştirmiş ve tasarım dosyalarıyla ölçüleri karşılaştırılmıştır. Tasarım ile birebir olduğu gözlemlenen parçalar üretici firmadan temin edilerek kart ile montajı yapılmıştır. Bu çalışmada üretilen modeller doğal ve sağlığa bir zararı olmadığı için mısır nişastasından elde edilen PLA malzemeden üretilmiştir. Renk olarak turuncu seçilmesinin herhangi bir nedeni bulunmamaktadır.



Şekil 5.22. Üç boyutlu yazıcıdan imal edilmiş dış kabuğun görüntüsü.

5.3. SENSÖR KARTI TEST YAZILIMI OLUŞTURULMASI

Kabuk imalatı ve elektronik kart ile montajı tamamlandıktan sonra yazılım bölümüne geçilmiştir. Enerji testlerini başarıyla geçen kartın pinlere bağlı olan dahili sensörlerden iletilen verilerin doğru okuduğunu görmek için, elektronik kart üzerindeki bütün sensörleri çalıştırıp test eden bir yazılım oluşturulmuştur. Bu yazılım üzerinde bulunan tüm sensörlerin kütüphanelerini barındıran ve sırasıyla çalıştırıp test ederek çalışmaktadır. Oluşturulan bu yazılım açık kaynaklı bir derleyici programı üzerinden C++ dili ile yazılarak kontrol edilmiştir. Oluşturulan yazılımın en başında sistemde kullanılan sensörlerin bağlı olduğu giriş çıkış pinleri ve gerekli kütüphaneleri tanımlanmıştır. Burada belirlenen pin numaraları sistemin elektronik tasarım yaparken tasarlanan şekilde eklenmiştir.

```
int Joystick_Y      = 15;           // Joystick'in Y eksen pini tanımlandı.
int Joystick_X      = 34;           // Joystick'in X eksen pini tanımlandı.
int Joystick_Buton = 35;           // Joystick'in buton pini tanımlandı.
int Encoder_A       = 16;           // Encoder'in A eksen pini tanımlandı.
int Encoder_B       = 17;           // Encoder'in B eksen pini tanımlandı.
int Encoder_Buton  = 13;           // Encoder'in buton pini tanımlandı.
int Butonlar        = 04;           // Analog butonların pini tanımlandı.
int BUZZER          = 12;           // Buzzer'ın pini tanımlandı.
int Role            = 14;           // Buzzer'ın pini tanımlandı.
int Ldr             = 39;           // LDR'nin pini tanımlandı.
int PotPini         = 36;           // Potansiyometre'nin pini tanımlandı.
int i               = 0;           // Gidip gelen yazının animasyonu için oluşturulan değişken.
```

```
#include <Wire.h>      // I2C protokolünü kullanabilmek için gerekli kütüphane eklendi.
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // LCD ekran için gerekli olan kütüphane eklendi.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // LCD ekranın özellikleri eklendi.
#include <Encoder.h>    // Encoder kütüphanesi tanımlandı.
Encoder MyEncoder(Encoder_A, Encoder_B); // Encoder yön pinleri tanımlandı.
long YeniPozisyon;      // Yönler için en büyük sayılabilecek long veri tipi atandı.
long EskiPozisyon;      // Yönler için en büyük sayılabilecek long veri tipi atandı.
int EncoderButonDurum;  // Butondan okunan değerler integer değer atandı.
int Joystick_XDurum;    // Joystick'in X ekseninden okunan değerler integer değer atandı.
int Joystick_YDurum;    // Joystick'in Y ekseninden okunan değerler integer değer atandı.
int JoystickButonDurum; // Butondan okunan değerler integer değer atandı.
int PotDegeri;          // Potansiyometreden okunan değerler integer (sayısal) değer atandı.
int ButonlarDurum;      // Butondan okunan değerler integer değer atandı.
int LdrDegeri;          // Sensörde okunan değerler integer (sayısal) değer atandı.
```

Pin tanımlamaları yapıldıktan sonra ‘void setup’ kısmında bu pinlerin giriş ve çıkış durumları eklenmiştir. Ayrıca bu kısım işlemcinin ilk açılışta yalnızca bir kez çalıştıracağı bölüm olduğu için bazı kütüphanelerin gerekli tanımlamaları ve tek seferlik fonksiyonları eklenmiştir.

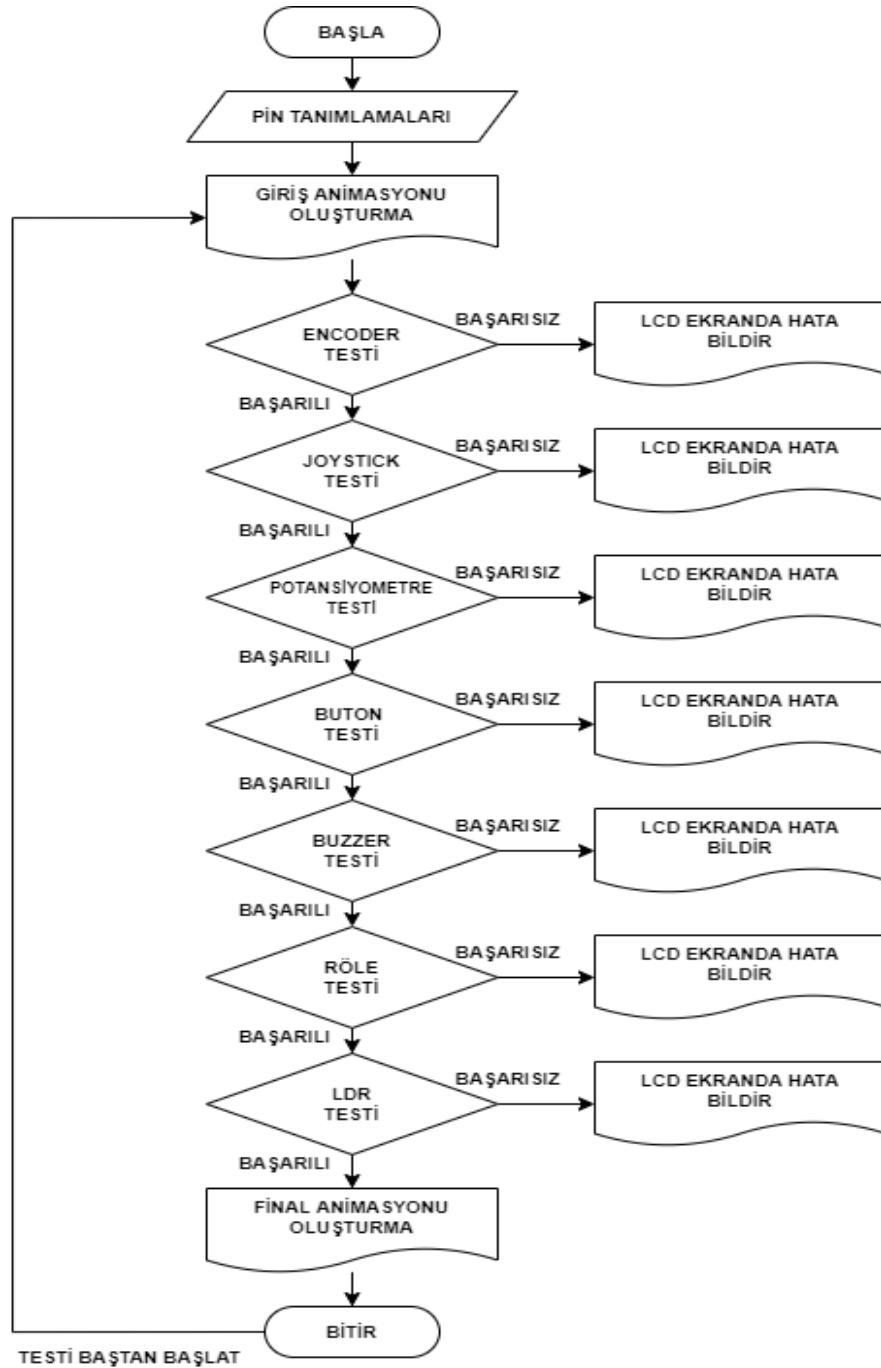
```
void setup()
{
  pinMode(BUZZER,      OUTPUT);           //
  pinMode(Role,        OUTPUT);           //
  pinMode(Joystick_Y,  INPUT);             //
  pinMode(Joystick_X,  INPUT);             // Bu kısımlarda pinleri
  pinMode(Joystick_Buton, INPUT);         // belirlenen sensörlerin
  pinMode(Butonlar,   INPUT);             // giriş yada çıkış olduğu
  pinMode(Encoder_Buton, INPUT);          // belirtildi.
  pinMode(PotPini,     INPUT);             //
  pinMode(Ldr,         INPUT);             //

  Serial.begin(115200);                   // Seri haberleşme "115200" bandında başlatıldı.
  lcd.init();                             // LCD ekranı başlatma komutu gönderildi.
  lcd.backlight();                         // LCD ekranın arka plan aydınlatma ışığı açıldı.
  Giris_Animasyonu();
  clock_prescale_set(clock_div_1); nnn // Akıllı ledler için gerekli standartlar seçildi.
  Servo_Motorum.attach(Servo_PIN);        // Kütüphane içerisindeki pin tanımlandı.
}
```

Ön tanımlamaların ardından sürekli çalışacak olan kısım ‘void loop’ bölümüne geçilmiştir. Bu kısımda yazılan işlemler, işlemcinin bir döngü şeklinde çalışmasını sağlayacaktır. Sırasıyla tüm sensörleri test edecek bir yazılım yapılmıştır.

```
void loop()
{
  Giris_Animasyonu();                     // Giriş efekti gösterildi.
  ENCODER();                              // Encoder testine geçildi.
  JOYSTICK();                             // Joysitck testine geçildi.
  POTANSIYOMETRE();                       // Potansiyometre testine geçildi.
  BUTONLAR();                             // Buton testine geçildi.
  KORNA();                                // Buzzer testine geçildi.
  ROLE();                                 // Röle testine geçildi.
  LDR();                                  // LDR testine geçildi
  FINAL();                                // Final bilgilendirmeleri yapıldı.
}
```

Oluşturulan yazılımın şematik işlemleri Şekil 5.19’da gösterilmiştir. Test yazılımının çalışma mantığı bu şemada yer alan görev listesine göre yapılmaktadır. Hatasız bir şekilde derlenen test yazılımı bir mikro USB kablo ile elektronik karta yüklenmiştir. Test yazılımı yüklendikten sonra sırasıyla tüm sensörleri ve giriş çıkışları test edilmiş ve LCD ekrandan sonuçları kullanıcıya bildirmiştir. Sensörlerin hatasız bir şekilde çalıştığını gözlemledikten sonra kart üretimi tamamlanmıştır.



Şekil 5.23. Test yazılımının algoritma görüntüsü.



Şekil 5.24. Sensör kartının son görüntüsü.

6. ÖRNEK UYGULAMALAR

Üretilen kart ile robotik kodlama uygulamaları üç aşamada yapılabilmektedir. İlk olarak, yapılmak istenilen uygulama ve bu uygulamada kullanılacak olan sensörler belirlenir. Ardından uygulamayı oluşturacak yazılımın algoritması çıkarılarak kod satırları halinde bir derleyicide yazılır. Bu yazılımda sensörlerin bağlı olduğu pinler, ön tanımlı değişkenler ve döngü içerisinde yapılacak olan işlemler bulunmaktadır. Son olarak tamamlanan yazılım derlenir ve sensör kartının üzerindeki işlemciye yüklenir. Yükleme tamamlandıktan sonra içerisinde bulunan yazılımlar otomatik başlar ve döngü içerisinde çalışmaya devam eder. Silinip yeniden yazılabilmesi ve sensör çeşitleri sayesinde, her alanda sınırsız sayıda uygulamalar yapabilme imkanı sağlar.

6.1. BUTON İLE RÖLE KONTROLÜ

Çocukların anahtarlama işlemini öğrenebilmesi için sinyal tetiklemesi ile çalışan röle kontrol uygulaması yapılabilmektedir. Bunun için gerekli olan malzemeler setin içerisinde mevcuttur. Kartta dahili olarak 26. pinde bulunan röle, mikroişlemciden gelen sinyal ile tetiklenerek anahtarlama işlemi yapmaktadır. Öncelikle pin tanımlamaları yapıp ardından gerekli döngü belirlenerek karta yüklenmektedir. Bunları sağlayan örnek bir yazılım açıklamaları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

```
int ROLE = 14;           // Röle'nin bağlı olduğu pin 14. pin olarak tanımlandı.
int Buton = 04;          // B1 ve B2 butonlarının bağlı olduğu pin tanımlandı.
int ButonDurum;          // 1. Butondan okunan değerler integer(tam sayı) değer atandı.
int i = 0;               // Gidip gelen yazının animasyonu için oluşturulan değişken.
#include <Wire.h>          // I2C protokolünü kullanabilmek için gerekli kütüphane eklendi.
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // LCD ekran için gerekli olan kütüphane eklendi.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // LCD ekranımızın özellikleri eklendi.
void setup()
{
    lcd.init();           // LCD ekranı başlatma komutu gönderildi.
    lcd.backlight();       // LCD ekranın arka plan aydınlatma ışığı açıldı.
```

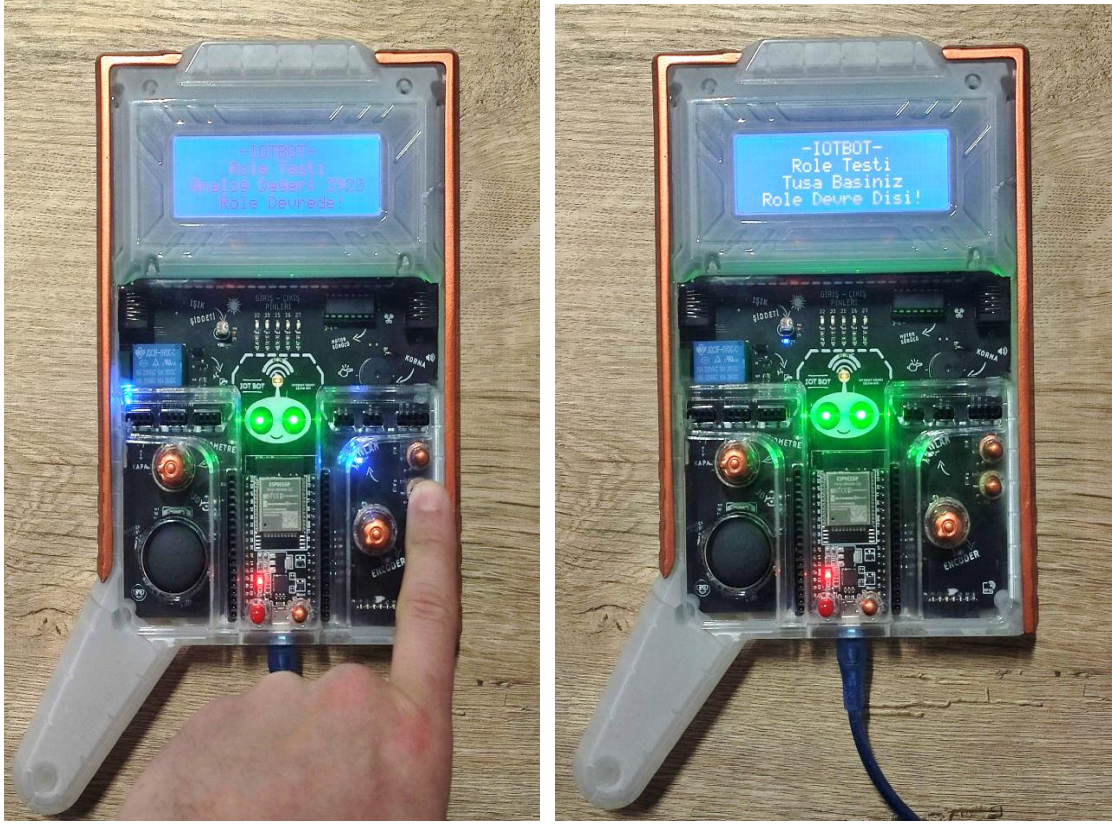
```

pinMode(ROLE, OUTPUT);           // Röle sonuç verdiği için çıkış olarak belirlendi.
pinMode(Buton, INPUT);          // Buton1 veri aldığı için giriş olarak belirlendi.
}

void loop()
{
    ButonDurum = analogRead(Buton);           // Butonları sürekli okuma komutu verildi.
    while (ButonDurum > 500)
    {
        lcd.setCursor(1, 2);                    // İmlec yönlendirildi.
        lcd.print("Analog Deger: ");            // Ekrana bilgilendime gönderildi.
        lcd.print(ButonDurum);                  // Ekrana bilgilendime gönderildi.
        lcd.setCursor(0, 3);                    // İmlec yönlendirildi.
        lcd.print("  Role Devrede! ");          // Ekrana bilgilendime gönderildi.
        digitalWrite(ROLE, HIGH);               // Röle tetiklendi.
        ButonDurum = analogRead(Buton);        // Butonları sürekli okuma komutu verildi.
    }

    lcd.setCursor(2, 3);                        // İmlec yönlendirildi.
    lcd.print("Role Devre Disi!");              // Ekrana bilgilendime gönderildi.
    digitalWrite(ROLE, LOW);                    // Röle devre dışı bırakıldı.
}

```



a)

b)

Şekil 6.1. Röle yazılımı yüklenmiş kart a) Boşta b) Röle tetiklenmiş hali.

Oluşturulan bu yazılım karta yüklendikten sonra butona basılarak rölenin tetiklenmesi sağlanmıştır. Ayrıca LCD ekranda verilen bilgilendirme mesajları ile kullanıcıya geri bildirim vererek konuyu daha iyi kavraması sağlanmıştır.

6.2. LDR SENSÖRÜNDEN OKUNAN DEĞERİ LCD EKRANA YAZIRMA

Karta dahili olarak eklenen ve 39. pine bağlı olan LDR ile ortam ışığının seviyesini ölçmek mümkündür. Günümüzde; sokak ve gece lambalarında, otomatik açılan kapılarda, flaşı olan fotoğraf makinelerinde, kanın yoğunluğunu tespit eden tıbbi makinelerde, sıvı sabun ve kağıt havlu makineleri gibi geniş kullanım alanlarına sahip olduğu için temel çalışma prensibini öğrenmek kullanıcılar açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle LDR sensörünün çalışma mantığını gösteren bir yazılım oluşturulmuştur. Aşağıdaki satırlarda yazılımın kaynak kodları ve açıklamaları verilmiştir.

```
int LDRPini = 39;
```

```
// LDR sensörünün bağlı olduğu pini tanımlandı.
```

```
int LDRDegeri;
```

```
// LDR sensöründen okunan değerleri integer değer atandı.
```

```

int i = 0;                // Gidip gelen yazının animasyonu için oluşturulan değişken.
#include <Wire.h>          // I2C protokolünü kullanabilmek için gerekli kütüphaneyi eklendi.
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // LCD ekran için gerekli olan kütüphaneyi eklendi.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // LCD ekranın özellikleri eklendi.
void setup()
{
  Serial.begin(115200); // Seri haberleşme "115200" bandında başladı.
  lcd.init();           // LCD ekranı başlatma komutu gönderildi.
  lcd.backlight();      // LCD ekranın arka plan aydınlatma ışığı açıldı.
  Serial.println(" IoT BOT "); // Seri ekrana bilgilendirme mesajı gönderildi.
  pinMode(LDRPini, INPUT); // LDR sensörü giriş olarak belirlendi.
}
void loop()
{
  LDRDegeri = analogRead(LDRPini); // Sensörden sürekli okuma komutu verildi.
  Serial.print("Okunan Değer: "); // Seri ekrana bilgilendirme mesajı gönderildi.
  Serial.println(LDRDegeri); // Sensör değeri seri ekrana mesajı olarak gönderildi.
  lcd.setCursor(2, 3); // İmlec yönlendirildi.
  lcd.print("LDR Degeri: ") // Ekrana bilgilendime gönderildi.
  lcd.print(LDRDegeri); // Ekrana bilgilendime gönderildi.
  delay(100); // Stabil değerler almak için döngüye bekleme koyuldu.
}

```

Yazılım yüklendikten sonra sensöre harici ışık kaynağı yöneltilerek sinyal değerleri gözlemlenmiştir. Çıkan değerlere bakıldığında; oda koşullarında 200 ve 300 değerleri arasında bir sinyal çıkışı verirken harici ışık kaynağı ile birlikte 350 ve daha fazla sinyal çıkışı gözlemlenmiştir.



a)

b)

Şekil 6.2. LDR yazılımı yüklenmiş kart a) Oda ortamı b) Harici ışık.

6.3. EK SOKETLER İLE SERVO MOTOR KONTROLÜ

Kartta bulunan RJ45 soketleri kullanarak karttakiler dışında sensörlerle iletişim sağlanabilmektedir. Bunun için boş olan pinlerden herhangi birisi yazılımda belirtilmekte ve işlemcinin hafızasına yüklenmektedir. Bu örnek çalışmada servo motor pini olarak 26. pin seçilmiştir. Oluşturulan test yazılımında servo motorun sıfır konumuna geldikten sonra 180 derece konumuna gitmesi ve ardından tekrardan sıfır konumuna gelmesi yazılmıştır. Daha sonra internet kablosu kullanarak harici sensör ile servo motor kartının bağlantı kurması sağlanmıştır. Yapılan uygulamanın örnek kodları açıklamaları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

```
int i = 0; // Gidip gelen yazının animasyonu için oluşturulan değişken.
#include <Wire.h> // I2C protokolünü kullanabilmek için gerekli kütüphaneyi eklendi.
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // LCD ekran için gerekli olan kütüphaneyi eklendi.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // LCD ekranın özellikleri eklendi.
#include <ESP32Servo.h> // Motor kütüphanesi ekleniyor.
int Servo_PIN = 26; // Motorun bağlı olduğu pin 26. pin tanımlandı.
```

```

Servo Servo_Motorum;                // Servo motora "Servo_Motorum" ismi verildi.

void setup()
{
    Serial.begin(115200);            // Seri haberleşme "115200" bandında başladı.
    lcd.init();                      // LCD ekranı başlatma komutu gönderildi.
    lcd.backlight();                 // LCD ekranın arka plan aydınlatma ışığı açıldı.
    Serial.println("  IoT BOT  ");  // Seri ekrana bilgilendirme mesajı gönderildi.
    Servo_Motorum.attach(Servo_PIN); // Servo motor pine tanımlandı.
}

void loop()
{
    for (int Motor_ACISI = 0; Motor_ACISI <= 180; Motor_ACISI
    {
        Servo_Motorum.write(Motor_ACISI); // Motor çalıştırılıyor.
        lcd.setCursor(2, 3);              // LCD ekran imleç ayarlanıyor.
        lcd.print("Motor Acisi: ");       // Motor konumu seri ekrana iletiliyor.
        lcd.print(Motor_ACISI);           // Motor konumu seri ekrana iletiliyor.
    }
}

```



Şekil 6.3. Ek sokete takılan servo motor ve kartın görüntüsü.

6.4. EK SOKETLER İLE TRAFİK IŞIĞI KONTROLÜ

Kartta bulunan RJ45 soketleri kullanarak karttakiler dışında sensörlerle iletişim sağlanabilmektedir. Bunun için boş olan pinlerden herhangi birisi yazılımda belirtilmekte ve işlemcinin hafızasına yüklenmektedir. Bu örnek çalışmada servo motor pini olarak 26. pin seçilmiştir. Oluşturulan test yazılımında servo motorun sıfır konumuna geldikten sonra 180 derece konumuna gitmesi ve ardından tekrardan sıfır konumuna gelmesi yazılmıştır. Daha sonra internet kablosu kullanarak harici sensör ile servo motor kartının bağlantı kurması sağlanmıştır. Yapılan uygulamanın örnek kodları açıklamaları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

```
int KIRMIZI = 32;                // Kırmızı ledin bağlı olduğu pini tanımlandı.
int SARI  = 26;                  // Sarı ledin bağlı olduğu pini tanımlandı.
int YESIL  = 25;                 // Yeşil ledin bağlı olduğu pini tanımlandı.

void setup()
{
    Serial.begin(115200);        // Seri haberleşmeyi "115200" bandında başlattık.
    pinMode(KIRMIZI, OUTPUT);    // Led çıkış olarak tanımlandı.
    pinMode(SARI,  OUTPUT);      // Led çıkış olarak tanımlandı.
    pinMode(YESIL,  OUTPUT);     // Led çıkış olarak tanımlandı.
}

void loop()
{
    Yazdirma(KIRMIZI);           // Yazdırma fonksiyonuna giderek kırmızı değer işleniyor.
    Yazdirma(SARI);              // Yazdırma fonksiyonuna giderek sarı değer işleniyor.
    Yazdirma(YESIL);             // Yazdırma fonksiyonuna giderek yeşil değer işleniyor.
}

void Yazdirma(int a)
{
    digitalWrite(a, HIGH);      // İlk önce kırmızı ışığı yaktık.
    if(a==25)
        Serial.println("Kırmızı Yanıyor.DURUN");
    else if(a==26)
        Serial.println("Sarı Yanıyor.DİKKAT");
}
```

```
else  
    Serial.println("Yeşil Yanıyor.GEÇİN");  
delay(2000); // Bekleme süresi eklendi.  
digitalWrite(a, LOW);  
}
```



Şekil 6.4. Ek sokete takılan trafik ışığı modülü ve kartın görüntüsü.

6.5. UYGULAMA YAPILABİLECEK ALANLAR

Kartta kullanılan ESP32 mikroişlemcisi sayesinde yerel alanlarda yapılan uygulamalar (trafik ışığı uygulaması, sıcaklık ve ışık kontrollü uygulamalar, anahtarlama uygulamaları vb.) internet ortamına açılarak sınırsız kontrol imkanı sağlamaktadır. Bu sayede; Akıllı ev uygulamaları (sensör kartı ile termostat kontrolü, telefon kontrollü kilit tasarımı, akıllı perde cihazı vb.), Endüstriyel çözümler için eğitsel uygulamalar (sıcaklık takibi, robot ve konveyör sistem yapımı, uzaktan erişim paneli vb.), Wi-Fi kontrollü uygulamalar, park metre, veri depolama ve izleme ve daha birçok uygulama geliştirilebilir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada robotik kodlama eğitimleri, nesnelerin interneti konusu ile birleştirilmiştir. Bu birleşme ile haberleştirme ve otomasyon konularını işlemeye yardımcı olacak elektronik bir kart ve dış kabuk tasarımı yapılmış ardından imalatı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçları şu şekilde sıralamak mümkündür;

- Çalışmada yapılan elektronik kartın tasarımı Autodesk markasının Eagle programı ile akademik lisans kullanılarak yapılmıştır.
- Çalışmada kullanılan elektronik kart ve dış kabuk özgün bir şekilde tasarlanmış ve üretimi yapılmıştır.
- Elektronik kartın koruyucu dış kasasının imalatı için eklemeli imalat yöntemlerinden üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır. Baskıda iç doluluk oranı %50 olarak ayarlanmış ve pürüzsüz bir yüzey istendiğinden dolayı katman kalınlığı olarak 0.2 mm katman yüksekliği seçilmiştir.
- Karta yüklenecek olan yazılımlar Arduino IDE derleyicisi kullanılarak C++ dili ile yazılmıştır.
- Harici sensörler ile işlemciyi haberleştirmek için, işlemci üzerinde bulunan boş portlara paralel olarak RJ45 soketler eklenmiştir. Bu sayede daha evrensel bir kart üretimi mümkün olmuştur.
- Çalışma sonucunda üretilen elektronik kartın boyutları 175x125 mm ebatlarındadır. Bu boyutlar dış kabuk ile birlikte 190x180 mm ebatlara ulaşmaktadır.
- Proje için oluşturulan test yazılımı, github sitesinde 'IOTBOT Firmware' isminde bir çalışma oluşturularak herkesin uzaktan ulaşabileceği hale getirilmiştir [89].
- Tasarlanan kart, kolay imal edilebilmesi için standart kurallar dahilinde iki katmanlı, bakır kalınlığı en az 1 Oz değerinde, 1.6 mm kalınlığında ve katmanlar arasında sinyal geçişini sağlayan iletken delikler (via) ise 0.3 mm çapında seçilmiştir.
- İşlemci olarak Espressif markasının, çift çekirdekli ESP32 isimdeki mikroişlemcisi kullanılmıştır.
- Kullanılan işlemcide bulunan dahili bluetooth ve Wi-Fi bağlantıları sayesinde, birçok internet tabanlı örnek uygulama yapılmıştır.

- Temel elektronikte analog ve dijital hatların kullanıldığı dikkate alınarak sensör seçimleri yapılmıştır. Örnek olarak; buton, buzzer, encoder (adım sayıcı), potansiyometre, motor sürücü, LED, butonlu ve iki eksenli joystick, LDR (ışık şiddeti sensörü) ve röle kullanılmıştır. Ayrıca kullanıcılara yapılan uygulamalar ile ilgili geri bildirim verebilmek için bir adet LCD ekran kullanılmıştır.
- Çalışmada tasarlanan kartın sensörler ile iletişim kurabilmesi için boş pinlere ihtiyacı olduğundan, daha az pin ile kontrol edilebilen ve I2C (inter-integrated circuit) protokolü kullanarak iletişim sağlayan “PCF8574T” kod adlı bir entegre kullanılmıştır. Daha sonra entegrenin dijital kütüphanesi kullanılarak işlemci içerisine yazılan yazılım ile kartta kullanılmıştır.
- Alt kapak, üst kapak ve iki adet çıtadan oluşan dış kabuk, elektronik kartı korumayı hedefleyen ve çocuklar için ilgi çekici olması için tasarlanmıştır. Ayrıca kabuk içerisinde kalanlar için küçük aparatlar tasarlanmıştır.

Bu çalışmada, piyasada bulunan çeşitli kartlar incelenerek eksik noktaları belirlenmiş ve bu noktalar üzerinden gidilerek yeni bir eğitim kiti tasarımı yapılmıştır. Literatür incelendiğinde benzer ürünlerin akademik bir çalışmadan ziyade ticari bir ürün olarak üretildiği ve eğitim pazarına sunulduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma, açık kaynaklı ve akademik bir çalışma olduğundan üzerinde sürekli geliştirmeler yapılabilir olması piyasada bulunan ürünlerden en büyük farklarından birisini oluşturmuştur. Bu çalışmada tasarlanıp üretilen kart literatürdeki benzer çalışmalardan, Wi-Fi, bluetooth, I2C (inter-integrated circuit), SPI (serial peripheral interface), UART (universal asynchronous receiver transmitter) protokollerini kullanarak çoğu elektronik cihazla iletişim kurabilmesinin yanı sıra, mikroişlemci işlemci pinlerine paralel bağlı olan soketler ile piyasada bulunan çoğu benzer kartlar ile birlikte kullanılabilmesi gibi farklardan dolayı bu çalışma özgün bir çalışmadır. Sistemde kullanılan sensörler ile mühendislik eğitimlerinin temelini öğretmek ve genç yaşta ufku geniş bireyler yetiştirmek hedeflemiştir. Çalışmanın gelecek aşamalarında tasarlanan bu kartın günümüz teknolojisi ile uygun bir şekilde uzaktan eğitimde kullanılabilmesi için geliştirmeler yapılacaktır.

8. KAYNAKLAR

- [1] E. Yetimler, “Nesnelerin interneti nedir?”, *Karel yüz yüze teknoloji*, <https://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazların-etkileşim-trendleri>, 2022, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [2] B. Çırak ve A. Yörük, “Mekatronik biliminin öncüsü İsmail El-Cezeri”, *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c. 4, sayı 1, ss. 175-194, 2016.
- [3] S. Uzun, “Robotik Nedir? Gelecekte Robotlar Nasıl Olacak?”, *Karel yüz yüze teknoloji*, <https://www.karel.com.tr/blog/robotik-nedir-gelecekte-robotlar-nasil-olacak>, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [4] Anonim, “Robotik”, *Wikipedia*, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Robotik>, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [5] T. Brogardh, “Present and future robot control development - An industrial perspective”, *Annual Reviews in Control*, c. 31, sayı 1, ss. 69-79, 2007.
- [6] S. Göksoy ve İ. Yılmaz, “Bilişim teknolojileri öğretmenleri ve öğrencilerinin robotik ve kodlama dersine ilişkin görüşleri”, *Düzce üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü dergisi*, c. 8, sayı 1, ss. 178-196, 2018.
- [7] B. A. Kök, “Beşinci sınıf öğrencilerinin grup çalışması ile robotik kodlama deneyimlerinin incelenmesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon, Türkiye, 2019.
- [8] F. N. Aksu, “Bilişim teknolojileri öğretmenleri gözünden robotik kodlama ve robotik yarışmaları”, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye, 2019.
- [10] H. Altınpulluk, “Nesnelerin interneti teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımı”, *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, c. 4, sayı 1, ss. 94-111, 2018.
- [11] R. Çakır, Ö. Korkmaz, Ö. İdil, ve F. U. Erdoğmuş, “The effect of robotic coding education on preschoolers' problem solving and creative thinking skills”, *Thinking Skills and Creativity*, c. 40, sayı 1, ss. 100-812, 2021.
- [12] H. Balcı, ve Ö. Korkmaz, “Sınıf İçi Eğitsel Robotik Eğitim Uygulamalarına Dönük Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi”, *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, c. 2, sayı 1, ss. 84-99, 2020.
- [13] M. Hamiti, N. Kosarenko, G. Shabanov, T. Tantsura ve N. Shchennikova, “Opinions of Computer and Instructional Technologies Students about the Robotic Coding Course”, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, c. 16, sayı 19, ss. 206-218, 2021.
- [14] A. V. C. I. Erkan, F. Okuşluk, ve B. Yıldırım, “The Effect of STEM-based robotic

- coding activities on gifted students' attitudes towards coding", *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, c. 7, sayı 2, ss. 228-235, 2021.
- [15] N. K. Cakir, ve G. Guven, "Arduino-assisted robotic and coding applications in science teaching: Pulsimeter activity in compliance with the 5E learning model", *Science Activities*, c. 56 sayı 2, ss. 42-51, 2019.
- [16] Y. S. H. Al-Samarraei, "Smart home design with IoT (Home automation)", *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankaya Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2018.
- [17] T. Ercan, M. Kutay, "Endüstride nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 16 sayı 3, ss. 599-607, 2016.
- [18] H. Ishiguro, T. Ono, M. Imai, T. Maeda, T. Kanda ve R. Nakatsu, "Robovie: an interactive humanoid robot", *Industrial robot: An international journal*, c. 28, sayı 6, ss. 498-504, 2001.
- [19] L. Chiwon, K. Myungjoo ve K. Yoong, "Soft robot review", *International Journal of Control Automation and Systems*, c. 15, sayı 1, ss. 3-15, 2017.
- [20] D. Nguyen-Tuong ve J. Peters, "Model learning for robot control: a survey", *Cognitive processing*, c. 12, sayı 4, ss. 319-340, 2011.
- [21] A. Gautam ve S. Mohan, "A review of research in multi-robot systems", *IEEE 7th international conference on industrial and information systems (ICIIS)*, ss. 1-5, 2012.
- [22] A. De Santis, B. Siciliano, A. De Luca ve A. Bicchi, "An atlas of physical human-robot interaction", *Mechanism and Machine Theory*, 43. Baskı, Amsterdam, Hollanda: Elsevier, 2008, böl. 3, ss. 253-270, 2008.
- [23] M. Decker, "Robotik, In Handbuch Technikethik", *JB Metzler Stuttgart*, ss. 393-397, 2021.
- [24] Z. V. I. S. Roth, B. Mooring ve B. Ravani, "An overview of robot calibration", *IEEE Journal on Robotics and Automation*, c. 3, sayı 5, ss. 377-385, 1987.
- [25] K. Krajcinovic ve M. Kim, "Robotics in surgery, Value added or no added value?", *COLOPROCTOLOGY*, c. 40, sayı 2, ss. 109-113, 2018.
- [26] P. A. Federspil, J. Stallkamp ve P. K. Plinkert, "Robotik Eine neue Dimension in der HNO-Heilkunde?", *HNO*, c. 49, sayı 7, ss. 505-513, 2001.
- [27] P. J. Schuler, F. Boehm, L. R. Schild, J. Greve ve T. K. Hoffmann, "Robotik in der Kopf-Hals-Chirurgie", *HNO*, c. 69, sayı 2, ss. 131-139, 2021.
- [28] H. Feußner, D. Ostler, D. Wilhelm, "Robotik und augmented reality", *Der Chirurg*, c. 89, sayı 10, ss. 760-768, 2018,.
- [29] J. Bier, "Robotik", *Mund-Kiefer-und Gesichtschirurgie*, c. 4, sayı 1, ss. 356-368, 2000,
- [30] Makeblock, "Halocode", *Halocode*, <https://www.makeblock.com/steam->

- kits/halocode, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [31] İ. İpek, “Halocode IoT Kodlama Platformu”, *Robotistan.com*, <https://www.robotistan.com/halocode-iot-tabanlı-kodlama-platformu>, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [32] TinyLab, “TinyLab IoT Kit”, *Tindylab*, <https://www.tinylab.cc/>, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [33] A. A. Sallam ve O. P. Malik, “Electric distribution systems”, *IEEE Press, USA*, 2018.
- [34] E. Y. Choueiri, “A critical history of electric propulsion: The first 50 years (1906-1956)”, *Journal of propulsion and power*, c. 20, sayı 2, ss. 193-203, 2004.
- [35] D. L. Morton Jr, “Reviewing the history of electric power and electrification”, *Endeavour*, c. 26, sayı 2, ss. 60-63, 2002.
- [36] Anonim, “Elektronik”, *Wikipedia*, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektronik>, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [37] Y. Song ve B. Wang, “Survey on reliability of power electronic systems”, *IEEE transactions on power electronics*, c. 28, sayı 1, ss. 591-604, 2012.
- [38] M. L. Hammock, A. Chortos, B. C. K. Tee, J. B. H. Tok ve Z. Bao, “25th anniversary article: the evolution of electronic skin (e-skin): a brief history”, *design considerations, and recent progress, Advanced materials*, c. 25, sayı 42, ss. 5997-6038, 2013.
- [39] L. J. Kricka, “Microchips, microarrays, biochips and nanochips: personal laboratories for the 21st century”, *Clinica Chimica Acta*, c. 307, sayı 2, ss. 219-223, 2001.
- [40] Nextek, “PCB Assembly”, *nextekinc.com*, <https://www.nextekinc.com/pcb-assembly>, 2021 [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [41] Cognex, “PBC assembly capabilities”, *Cognex.com*, www.cognex.com/industries/electronics/pcb-assembly, 2022, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [42] S. Westerlund ve L. Ekstam, “Capacitor theory”, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, c. 1, sayı 5, ss. 826-839, 1994.
- [43] K. İzgöl, “Kondansatör nedir?”, *Robotistan.com*, www.maker.robotistan.com/kondansator-nedir/, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [44] P. I. Richards, “Resistor-transmission-line circuits”, *Proceedings of the IRE*, c. 36, sayı 2, ss. 217-220, 1948.
- [45] J. H. Walker, “The theory of the inductor alternator”, *Journal of the Institution of Electrical Engineers-Part II: Power Engineering*, c. 89, sayı 9, ss. 227-241, 1942.
- [46] A. N. Caruso, R. B. Billa, S. Balaz, J. I. Brand ve P. A. Dowben, “The heteroisomeric diode”, *Journal of Physics: Condensed Matter*, c. 16, sayı 10, ss. L139, 2004.

- [47] G. C. Dacey ve I. M. Ross, "The field effect transistor", *Bell System Technical Journal*, c. 34, sayı 6, ss. 1149-1189, 1955.
- [48] P. Beck-Peccoz, A. Sartorio, C. De Medici, G. Grugni, F. Morabito ve G. Faglia, "Dissociated thyromimetic effects of 3, 5, 3'-triiodothyroacetic acid (TRIAc) at the pituitary and peripheral tissue levels", *Journal of endocrinological investigation*, c. 11, sayı 2, ss. 113-118, 1988.
- [49] V. Barkhordarian, "Power MOSFET basics", *Powerconversion and Intelligent Motion-English Edition*, c. 22, sayı 6, ss. 2-8, 1996.
- [50] M. Farsi, K. Ratcliff ve M. Barbosa, "An overview of controller area network", *Computing & Control Engineering Journal*, c. 10, sayı 3, ss. 113-120, 1999.
- [51] W. J. M. Kickert ve E. H. Mamdani, "Analysis of a fuzzy logic controller", *In Readings in Fuzzy Sets for Intelligent Systems*, c. 1, sayı 1, ss. 290-297, 1993.
- [52] A. Kumar ve S. Zilberstein, "History-based controller design and optimization for partially observable MDPs", *In Proceedings of the International Conference on Automated Planning and Scheduling*, c. 25, sayı 1, ss. 156-164, 2015,.
- [53] P. Dorato, "Non-fragile controller design: an overview", *In Proceedings of the 1998 American Control Conference*, c. 5, sayı 1, ss. 2829-2831, 1998.
- [54] K. S. Shanmugam, "Digital and analog communication systems", *NASA STI/Recon Technical Report*, c. 80, ss. 232-251, 1979.
- [55] B. Murmann, "Digitally assisted analog circuits", *Ieee Micro*, c. 26, sayı 2, ss. 38-47, 2006.
- [56] A. A. Kumar, "Fundamentals of digital circuits", *PHI Learning Pvt. Ltd.*, c. 1, sayı 1, ss. 110-192, 2016.
- [57] S. Kalan, S. Chauhan, R. F. Coelho, M. A. Orvieto, I. R. Camacho, K. J. Palmer ve V. R. Patel, "History of robotic surgery", *Journal of Robotic Surgery*, c. 4, sayı 3, ss. 141-147, 2010.
- [58] Y. N. Moschovakis, "What is an algorithm?", *In Mathematics unlimited*, ss. 919-936, 2001.
- [59] Anonim, "Algoritma", *Wikipedia*, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Algoritma>, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [60] T. Lozano-Perez, "Robot programming", *Proceedings of the IEEE*, c. 71, sayı 7, ss. 821-841, 1983.
- [61] J. Liberty, "Programming C", *O'Reilly Media*, 0-596-00489-3, 2003.
- [62] Pınoo, "Blok ve Metin tabanlı kodlama", *pinoo.io*, www.pinoo.io/blogs/blog/blok-ve-metin-tabanli-kodlama, 2020, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [63] R. L. Truby, "Designing Soft Robots as Robotic Materials", *Accounts of Materials Research*, c. 2, sayı 10, ss. 854-857, 2021.

- [64] Robotis, “Robots”, *Botnroll.com*, <https://www.botnroll.com/en/robots-educational-kits/210-robotis-bioloid-premium.html>, 2021, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [65] E. Crane, E. Kinney ve B. Jeffrey, “Industrial tests of electronic cards”, *Mesures*, ss. 89-91, 2000.
- [66] J. S. Wilson, “Sensor technology handbook”, *Elsevier*, 0-7506-7729-52004, 2004.
- [67] Teknoltan, “Sensör nedir? Nasıl alışır?”, *Teknoltan.com*, <https://teknoltan.com/sensor-nedir-nasil-calisir/>, 2017, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [68] M. Seki, K. Takahashi, D. Uematsu, B. Mihara, Y. Morita, K. Isozumi ve N. Suzuki, “Clinical features and varieties of non-motor fluctuations in Parkinson's disease: a Japanese multicenter study”, *Parkinsonism & related disorders*, c. 19, sayı 1, ss. 104-108, 2013.
- [69] E. Farmer ve E. G. Chambers, “Review of A Study of Accident Proneness among Motor Drivers”, *Journal of the Royal Statistical Society*, c. 103, sayı 2, ss. 254–256, 1940.
- [70] Motorobit, “L298N voltaj regülatörlü motor sürücü entegre”, *Motorobit.com*, <https://www.motorobit.com/urun/l298n-voltaj-regulatorlu-cift-motor-surucu-karti-kirmizi-pcb>, 2018 [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [71] M. Yoshio, R. J. Brodd ve A. Kozawa, “Lithium-ion batteries”, *New York: Springer*, c. 1, ss. 2-3, 2009.
- [72] Panasonic, “Lion batteries”, *Panasonic.com*, www.panasonic.com/tr/, 2022, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [73] M. F. Iskander ve Z. Yun, “Propagation prediction models for wireless communication systems”, *IEEE Transactions on microwave theory and techniques*, c. 50, sayı 3, ss.662-673, 2002.
- [74] D. J. Love, R. W. Heath, V. K. Lau, D. Gesbert, B. D. Rao ve M. Andrews, “An overview of limited feedback in wireless communication systems”, *IEEE Journal on selected areas in Communications*, c. 26, sayı 8, ss. 1341-1365, 2008.
- [75] J. E. M. Salih, M. Rizon, S. Yaacob, A. H. Adom ve M. R. Mamat, “Designing Omni-Directional Mobile Robot with Mecanum Wheel”, *American Journal of Applied Science*, ss. 101-106, 2006.
- [76] Pcbway, “PCB assembly capabilities”, *Pcbway.com*, https://www.pcbway.com/pcb_prototype/PCB_assembly_Capabilities.html, 2022, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [77] J. Wilson, “Esp32 Pinout”, *theengineeringprojects.com*, <https://www.theengineeringprojects.com/2020/12/esp32-pinout-datasheet-features-applications.html>, 2020, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].

- [78] A. Ellin, ve G. Dolsak, "The design and application of rotary encoders". *Sensor Review*, c. 28, sayı 2, ss. 150-158, 2008.
- [79] G. M. Salim, H. Ismail, N. Debnath ve A. Nadya, "Optimal light power consumption using LDR sensor", *IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS)*, ss. 144-148, 2015.
- [80] I. Z. Tsypkin ve Y. Z. Tsypkin, "Relay control systems", *Cambridge University Press*, 0-521-24390-4, 1984.
- [81] H. I. Ikeri, A. I. Onyia, A. I. Chima ve A. N. Nwobodo, "Construction and Empirical Study of Electronic Piezzo Buzzer Mosquito Repellent", *International Journal of Scientific & Engineering Research (IJSER)*, c. 8, sayı 11, ss. 1605-1610, 2017.
- [82] S. Campbell, "How to use active and passive buzzers on the arduino", *Circuitbasics*, <https://www.circuitbasics.com/how-to-use-active-and-passive-buzzers-on-the-arduino/>, 2021 [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [83] J. Mankar, C. Darode, K. Trivedi, M. Kanoje ve P. Shahare, "Review of I2C protocol", *International Journal of Research in Advent Technology*, c. 2 sayı 1, ss. 2321-9637, 2014.
- [84] Philips, "PCF8574T Datasheet", *Philips.com*, <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/18215/PHILIPS/PCF8574T.html>, 1994, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [85] Anonim, "Dizgi makinesi", *bulmacameraklisi.com*, <http://bulmacameraklisi.com/harflerin-ayri-ayri-dizip-doken-dizgi-makinesi-bulmaca-cevap/>, 2020, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [86] F. P. Melchels, J. Feijen ve D. W. Grijpma, "A review on stereolithography and its applications in biomedical engineering". *Biomaterials*, c. 31, sayı 24, ss. 6121-6130, 2010.
- [87] Anonim, "What is an STL file?", *Sculpteo*, <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/create-3d-file/what-is-an-stl-file/>, 2018, [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- [88] K. Latif, A. Adam, Y. Yusof ve A. Z. A. Kadir, "A review of G code, STEP, STEP-NC, and open architecture control technologies based embedded CNC systems", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, c. 114, sıra 9, ss. 2549-2566, 2021.
- [89] Samed KAYA, "IOTBOT Firmware", *Github*, <https://github.com/samed5497/IOTBOT-Firmware>, 2022, [Erişim Tarihi: 24.05.2022].

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Samed KAYA

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Kompozit Malzeme Teknolojileri	Düzce Üniversitesi	2022
Lisans	Mekatronik Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2019
Lise	Pamukova Anadolu Öğretmen Lisesi		2015

YAYINLAR

- Orta ve İleri Düzey Robotik Kodlama Eğitimleri için İnternet Odaklı Sensör Kartı Tasarım ve İmalatı. İmalat Teknolojileri ve Uygulamaları, 2(3), 78-88.