

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**AKILLI ARAÇ YÖN TAYİNİ İLE İLGİLİ BİR
UYGULAMA**

Ferhat OFLEZER

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Cumhuri EROĞLU**

Yozgat 2015

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**AKILLI ARAÇ YÖN TAYİNİ İLE İLGİLİ BİR
UYGULAMA**

Ferhat OFLEZER

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Cumhuri EROĞLU**

**Bu çalışma, Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından 2013FBE/T70 kodu ile desteklenmiştir.**

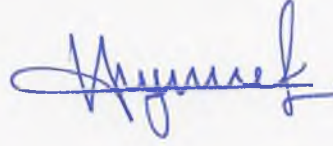
Yozgat 2015

T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı 70111711013 numaralı öğrencisi Ferhat OFLEZER'in hazırladığı "Akıllı Araç Yön Tayini İle İlgili Bir Uygulama" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 21/01/2015 Çarşamba günü saat 14:00'te yapılmış, tezin onayına OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hasan YUMAK



Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Cumhuri EROĞLU (Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Orhan ER



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 19/02/2015 tarih ve 05 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



19/02/2015
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
Dr. Hidayet ETİN
Fen Bil. Enst. Müdürü

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
GİRİŞ	1
1. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	6
2. KULLANILAN PROGRAMLAMA DİLLERİ VE KÜTÜPHANELER.....	13
2.1. Python Programlama Dili	13
2.2. SimpleCV Görüntü İşleme Derleyicisi Ve Kütüphanesi.....	15
2.3. Zbar Kare Kod Tanıma Kütüphanesi	15
2.4. Mikrodenetleyici Kartı New Ping Kütüphanesi	16
3. TASARLANAN ARAÇTA KULLANILAN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ ..	17
3.1. HSV Renk Uzayı	17
3.2. Genleşme ve Erozyon.....	19
3.3. Yuvarlak Tanıma Filtresi.....	20
4. PROJEDE KULLANILAN CİHAZLAR	21
4.1. Mikrobilgisayar-1	21
4.2. Mikrobilgisayar-2	24
4.3. Ultrasonik Sensör	27
4.4. Mikrodenetleyici Kartı	30
4.5. Servo Motor.....	32
4.6. Kamera Modülü.....	33

4.7. DC Motor Hız Kontrol Devresi	34
4.8. Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı	35
4.9. Mini Ayarlanabilir 2A Voltaj Regülatör Kartı	36
4.10. Servo Motor PTZ Modülü	37
4.11. Mini Servo Motor	37
4.12. 2 Eksenli Joystick Modül Kartı	38
4.13. 26 Pin Ribbon Kablo ve GPIO-Breadboard Kartı	38
4.14. KIS3R33S Regülatör Modül Kartı	39
4.15. 7805 ile 5V Regülatör Devresi	40
5. ARACIN OLUŞTURULMASI	41
6. ARACIN ÇALIŞTIRILMASI.....	47
7. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARI	50
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ.....	60

AKILLI ARAÇ YÖN TAYİNİ İLE İLGİLİ BİR UYGULAMA

Ferhat OFLEZER

**Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2015;Sayfa:60

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mehmet Cumhuri EROĞLU

ÖZET

Bu çalışmada, çeşitli görüntü işleme yöntemleri ve sensörler yardımıyla hareket eden akıllı araç ile ilgili bir uygulamaya yer verilmiştir. Araç üzerindeki kameradan alınan görüntüden araç için özel bölgenin belirlenmesi ve bu bölgeye göre aracın dümen yönlendirme yapması sağlanmıştır. Araç için anlamlı olan yerin bulunmasında HSV renk uzayı, erozyon, daire bulma algoritmalarından oluşan karma bir sistem tasarlanmıştır. Geliştirilen sistem sayesinde aracın belirli mesafede düzgün bir şekilde yoluna devam etmesi ve hedef sonunda istenilen yöne dönmesi sağlanmıştır. Bu sayede aynı amaçla yapılan sistemlerdeki çizgi çizme, küresel konumlandırma sistemleri kullanma v.s. zorunluluklarını ortadan kaldırma amaçlanmıştır. Bu sistem özellikle yola çizgi çizmenin mümkün olmadığı tarla trafik uygulamalarına ve maden ocağı gibi alanlarda geliştirilen sistemlere katkı sağlaması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otonom Araç, Akıllı Kontrol Teknikleri, Mobil Robot, Bilgisayarlı Görme, Gerçek Zamanlı Kontrol

AN APPLICATION ASSOCIATED WITH SMART VEHICLE DIRECTION DETERMINATION

Ferhat OFLEZER

**Bozok University
The Institute of Science and Technology
Department of Mechatronics Engineering
Master of Science Thesis**

2015;Pages:60

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet Cumhuri EROĞLU

ABSTRACT

In this study, an application related to a smart vehicle which can go with the help of sensors and various image processing techniques is included. The direction of the vehicle is determined gearing to the special area established by the camera on the vehicle. A mixed system made up of HSV colour space, erosion and circle finding algorithm was designed to find the place which is significant for the vehicle. Steering the car on the way smoothly and changing the direction at the end of the target were ensured thanks to this developed system. In this way, it has been aimed to eliminate the obligation of using global positioning systems, line drawings and the like. This system is especially important for the contribution to the systems used in mines and field traffic applications where it is impossible to draw lines.

Keywords: Autonomous Vehicle, Intelligent Control Techniques, Mobile Robot, Computer Vision, Real-Time Control

TEŐEKKÖR

Tez alıőmam sırasında bilimsel katkıları ile bana yardımcı olan, eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım ve hocam Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fak. Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Cumhuri EROĞLU'na en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Bana maddi ve manevi her türlü desteği veren aileme, en içten teşekkürlerimi ve őükranlarımı sunarım.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : HSV Renk Uzayının Konik Gösterimi.....	17
Şekil 3.2 : HSV Renk Uzayının Silindir Biçimli Gösterimi.....	18
Şekil 3.3 : a) Orijinal görüntü. b) İkileştirilmiş görüntü. c) Genişletilmiş Görüntü	19
Şekil 3.4 : a) Orijinal görüntü. b) İkileştirilmiş görüntü. c) Erozyon Görüntü	19
Şekil 3.5 : Yuvarlak Tanıma Filtresi Uygulanmış ve Sınırları İşaretlenmiş Resim ..	20
Şekil 4.1 : A13 – Olinuxino Wifi.....	21
Şekil 4.2 : Olinuxino Wifi Yerleşim Düzeni	23
Şekil 4.3 : Raspberry Pi Mikrobilgisayarı	24
Şekil 4.4 : Raspberry Pi Mikrobilgisayarı Yerleşim Düzeni	26
Şekil 4.5 : Ultrasonik Sensör Kapsama Alanı	27
Şekil 4.6 : Ultrasonik Sensör Uzaklık - Zaman Grafiği.....	28
Şekil 4.7 : Ultrasonik Sensör Zamanlama Diyagramı	28
Şekil 4.8 : Ultrasonik Sensör Önden ve Arkadan Görünüm.....	29
Şekil 4.9 : Arduino Mega Mikrodenetleyici Kartı.....	30
Şekil 4.10 : Tower Pro MG996 Servo Motor	32
Şekil 4.11 : Raspberry Pi Kamera Modülü.....	33
Şekil 4.12 : DC Motor Hız Kontrol Devresi.....	34
Şekil 4.13 : Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı	35
Şekil 4.14 : Mini Ayarlanabilir 2A Voltaj Regülatör Kartı - LM2596 - ADJ.....	36
Şekil 4.15 : Sg90 Servo Motoru İçin 2 Eksen PTZ Modülü.....	37
Şekil 4.16 : Tower Pro SG90 RC Mini Servo Motor	37
Şekil 4.17 : 2 Eksenli Joystick Modül Kartı.....	38

Şekil 4.18 : 26 Pin Ribbon Kablo ve GPIO-Breadboard Kartı.....	38
Şekil 4.19 : KIS3R33S Regülatör Modül Kartı.....	39
Şekil 4.20 : 7805 Entegresi.....	40
Şekil 4.21 : 7805 ile 5V Regülatör Devresi.....	40
Şekil 5.1 : Tasarlanan Sistemin Blok Şeması	41
Şekil 5.2 : Ön Sensörler	42
Şekil 5.3 : KIS3R33S Regülatör Kartı (a), LM2596 Regülatör Kartı (b),.....	43
Şekil 5.4 : Robozok Üzerindeki Arduino1 Mikrodenetleyicisi	43
Şekil 5.5 : Robozok Üzerindeki Raspberry Pi Mikrobilgisayarı ve GPIO Modülü ..	44
Şekil 5.6 : Arduino2 Mikrodenetleyicisi (a), Joystick Modülü (b)	44
Şekil 5.7 : Raspicam Kamera Modülü.....	45
Şekil 5.8 : Tasarlanan Robozok Aracı	45
Şekil 5.9 : Araç Kontrol Bağlantı Şeması.....	46
Şekil 6.1 : Hedef Modülü	47
Şekil 6.2 : Kare Kod Örnekleri (sol) (sağ).....	47
Şekil 6.3 : 12V 10A'lik Motor Sürücü Kartı	48
Şekil 6.4 : Robozok Aracı Çalışma Algoritması	49
Şekil 7.1 : Aracın İç Mekândaki Farklı Işık Ortamlarında Test Edilmesi	51
Şekil 7.2 : Aracın Dış Mekanda Test Edilmesi.....	51
Şekil 7.3 : Araç Üzerine Montajı Yapılan Akü Voltaj Göstergesi	52

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1 : A13 Olinuxino – Wifi Teknik Özellikleri.....	22
Tablo 4.2 : Raspberry Pi Mikrobilgisayarı Teknik Özellikleri	25
Tablo 4.3 : Ultrasonik Sensör Özellikleri.....	29
Tablo 4.4 : Arduino Mega Teknik Özellikleri.....	31
Tablo 4.5 : Tower Pro MG996 Servo Motor Özellikleri.....	32
Tablo 4.6 : Raspberry Pi Kamera Modülü Özellikleri	33
Tablo 4.7 : DC Motor Hız Kontrol Devresi Özellikleri	34
Tablo 4.8 : Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı Pin Bağlantıları.....	35
Tablo 4.9 : 2A Voltaj Regülatör Kartı - LM2596 – ADJ Özellikleri.....	36
Tablo 4.10 : Tower Pro SG90 RC Mini Servo Motor Özellikleri.....	37
Tablo 4.11 : Modül Kartı ve Kablo Özellikleri.....	38
Tablo 4.12 : KIS3R33S Regülatör Modül Kartı Teknik Özellikleri.....	39
Tablo 4.13 : 7805 İle Kurulan Genel Devre Elemanları	40

KISALTMALAR LİSTESİ

AVG	: Otomatik Güdümlü Araç (Automated Guided Vehicle)
CERN	: Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (Conseil Européen Pour La Recherche Nucléaire)
DPKG	: Debian İçin Paket Yöneticisi (Package Manager for Debian)
DSP	: Dijital Sinyal İşlemci (Digital Signal Processor)
DVI	: Dijital Görsel Arayüz (Digital Visual Interface)
GCC	: GNU Derleyici Koleksiyonu (GNU Compiler Collection)
GIF	: Grafik Değişim Biçimi (Graphics Interchange Format)
GIT	: Linux İçin Paket Yöneticisi (Package Manager for Linux)
GPIO	: Genel Amaçlı Giriş - Çıkış (General Purpose Input - Output)
GPU	: Grafik İşleme Ünitesi (Graphics Processing Unit)
HDMI	: Yüksek Tanımlı Multimedya Arayüzü (High Definition Multimedia Interface)
HSB	: Ton, Doygunluk, Parlaklık (Hue, Saturation, Brightness)
HSV	: Ton, Doygunluk, Değer (Hue, Saturation, Value)
İHA	: İnsansız Hava Aracı
JPEG	: Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu (Joint Photographic Experts Group)
JTAG	: Ortak Test Eylem Grubu (Joint Test Action Group)
LAN	: Yerel Alan Ağı (Local Area Network)
LCD	: Likit Kristal Görüntü (Liquid Crystal Display)
MMC	: Multimedya Kartı (Multimedia Card)
MP	: Mega Piksel

NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
NFC	: Yakın Alan İletişim (Near Field Communication)
OGÜ	: Otonom Hareket Sistemleri
PNG	: Taşınabilir Ağ Grafiği (Portable Network Graphics)
RF	: Radyo Frekansı (Radio Frequency)
RGB	: Kırmızı Yeşil Mavi Renk Uzayı (Red Green Blue)
RTC	: Gerçek Zaman Saati (Real Time Clock)
SCART	: Radyo Alıcıları ve TV Üreticileri Birliği Standardı (Syndicat Des Constructeurs D'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs)
SD	: Güvenli Sayısal Hafıza Kartı (Secure Digital Memory Card)
SDIO	: Güvenli Dijital Giriş Çıkış (Secure Digital Input – Output)
UEXT	: Üniversal Genişletme (Universal EXTension)
USB	: Evrensel Seri Veri Yolu (Universal Serial Bus)
UTAS	: Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri (Transportation Technologies and Intelligent Auto Systems)
VGA	: Video Grafik Dizisi (Video Graphics Array)
WIFI	: Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity)

GİRİŞ

Gezgin robot sistemlerinin, her geçen gün kullanım alanları ve buna bağılı olarak da yapılan araştırmalar artmaktadır. Gezgin robotların dinamik ortamlarda istenen hedeflere, engellere takılmadan ulaşması hâlâ üzerinde çalışılan önemli bir problemdir.

AGV (Automated Guided Vehicle) olarak anılan otonom taşıma sistemleri Dünya’da ve Türkiye’de birçok sanayi tesisinde uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. AGV’ler fabrika ve depolarda hatlar arasında yük taşımada, hastanelerde uzun koridorlarda malzeme taşımada, sağlık açısından risk oluşturan tesislerde, yani taşımanın olduğu her yerde kullanılabilecek araçlardır. AGV’ler özellikle endüstriyel tesislerde, yük taşıma işlemlerinin optimizasyonunu sağlamasına, üretim hızlarının artmasına ve taşıma maliyetlerinin önemli ölçüde düşürülmesine sağladıkları katkılardan dolayı sıklıkla tercih edilmektedirler. AGV’lerin 7 gün / 24 saat durmadan çalışmaları, üretim maliyetlerini %75’lere varan oranda düşürmeleri, üretimdeki kaynak verimliliğini önemli ölçüde arttırmaları, hatlar arası taşımadan kaynaklanan malzeme yığılmalarını önlemeleri, AGV’lerin ilerleyeceği yolları insanların ve forkliftlerin kullanabilmesi sayesinde işletmelere sınırlayıcı bir etkilerinin bulunmamaları, taşımadan kaynaklanan iş kazalarını ve ürün zayıatlarını en az düzeye indirmeleri gibi nedenler de tercih sebebi olmaktadır [1].

Akıllı denetim tekniklerinin otomotiv, beyaz eşya gibi sektörlerin ürünlerinde kullanımı için yapılan araştırmalar son yıllarda hızla artmakta ve bu tür ürünler pazarda giderek daha fazla yer almaktadır. Diğer sektörlerde olduğu gibi ev eşyaları sektöründe de, ürünün işlevselliğinin yanı sıra kullanım kolaylığı, güvenlik, güvenilirlik ve enerji tüketimi gibi unsurlar da kullanıcı tarafından dikkate alınan ve talep edilen niteliklerdir. Bu tür beklentiler üreticilerin, akıllı denetim teknikleri kullanan ürünler tasarımına neden olmaktadır [2].

Araç rota yönlendirme sistemleri son yıllarda büyük bir gelişme göstermektedir. Kentsel ulaşım ağı tıkanıklık hafifletmede önemli bir araç haline gelmiştir. Navigasyon tekniklerinin ve popüler dijital haritalama sistemlerinin gelişmesi sonucunda araç yönlendirme sistemleri ile yönlendirilen araçlar daha ekonomik ve

kullanışlı bir konuma gelmiştir. Yönlendirilebilen araç sistemleri birçok ülkede, daha fazla kullanıcı tarafından tercih edilmekte ve bu nedenle araştırmalar bu sistemlerin performanslarını iyileştirme üzerine odaklanmaktadır.

Gelişen teknoloji dünyası hayatı daha kolay bir şekle sokmuştur. Teknolojinin hayatımızı kolaylaştırmasındaki en başlıca özelliği bizim yerimize işlerimizi halletmesidir. Sanayide olsun, tarlada olsun, şantiyelerde olsun artık kas gücüne olan gereksinim gitgide azalmakta bunun yerine robotlar, makineler ve güçlü iş araçları tercih edilmektedir [3].

Günümüzde insanların sürekli yer değiştirmesi ve hareket halinde olmasından dolayı sabit görevleri yerine getiren robotların beklenildiği kadar faydalı olmadığı görülmüş ve bu yüzden daha kullanışlı mobil robotların tasarlanması ve üretilmesi amaçlanmıştır. Mobil robotların çevrelerini tanıması, buldukları ortamdan bilgi toplaması ve bu bilgiler doğrultusunda karar verme mekanizmalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Robotların bu gereksinimlerini karşılayabilmeleri için çevrelerini algılayabilecek farklı özellikteki sensörlere ihtiyaç duyulmaktadır [4].

Mobil robotlar, yapıları ve kullanıldıkları yerlere göre sırasıyla; kara robotları, hava robotları, su robotları ve uzay robotları olmak üzere 4 ana grup altında incelenebilir [5]. Kara robotları kullanıldıkları yere göre bina içi ve bina dışı olarak iki farklı gruba ayrılmaktadır [6]. Bina içinde genelde taşıma, servis, güvenlik veya temizlik robotu olarak kullanılırlar. Bina dışında ise, bir afet sonucu ortaya çıkan enkazda arama-tarama-kurtarma işlerinde, mayın tarama ve bomba imha görevlerinde, insan sağlığını tehlikeye düşürebilecek ortamlarda yapılacak işlerde kullanılmaktadırlar [7-8]. Hava robotları, daha çok askeri ve sivil amaçlı keşif görevlerinde kullanılırlar. İnsansız casus uçakları veya bombardıman uçakları birer robot uçaktır [9]. Su robotları ise hem su üstü hem de su altı faaliyetler için kullanılırlar. Su üstü türleri genelde deniz taşımacılığında kullanılan otomatik seyrüsefer sistemlerinden oluşur. Su altı robotları ise genellikle deniz ve okyanusların derinliklerini keşfetmek amaçlı kullanılmaktadırlar [10-11]. Uzay robotları; uzayda yani yerçekimsiz bir ortamda kullanılmak üzere tasarlanmış olan robotlardır [12].

Mobil robotları kontrol kabiliyetlerine göre de; tele robotlar, yarı otonom robotlar ve otonom robotlar olarak gruplandırmak mümkündür. Tele robotlar, kendi kendilerine hareket kabiliyetleri olmayan ve hareket etmek için bir operatörün komutlarına gereksinim duyan mobil robotlardır. Bu tür robotlar genellikle insanlar için zor ve tehlikeli çalışma şartlarında kullanılırlar [13-14]. Yarı otonom robotlar, kendi kendilerine bazı görevleri yerine getirebilen ancak temelde yine de bir operatörün kılavuzluğuna ihtiyaç duyan mobil robotlardır [15]. Sensör bilgilerinin toplanması, operasyon esnasında kullanılacak özelliklerin bu bilgilerden elde edilmesi, temel hareket fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi, arıza durumunda veya acil bir durumda sistem davranışlarının sağlanması ve daha önceden standart haline getirilmiş davranış paketlerinin uygulanması yarı otonom robotların yerine getirebilecekleri görevlerden bazılarıdır [16]. Otonom robotlar ise; kendisine verilen bir görevin başarılması için alınması gereken kararların hepsini kendisi alan ve yapılması gereken tüm işleri de yine kendisi yapan robotlardır. Bu durumda operatör sadece robota yapması gereken görevi bildirir veya tek bir görev için robotu o yönde programlar [17].

İnsanın, çevresini keşfetmesi ve hareket edebilmesi için ihtiyaç duyduğu görme duyusunu kamera kullanımı sayesinde mobil robotlara aktarmasıyla, görme tabanlı mobil robot çalışmalarının önü açılmıştır. İnsan gözü ile nesnelerin fark edilmesine benzer şekilde, nesnelerin bize olan uzaklıklarının, büyüklüklerinin ve hareketlerinin, kamera kullanımı yoluyla sağlanmasına yönelik çalışmalar son yıllarda ağırlık kazanmıştır. Bu amaca yönelik olarak gerekli olan görüntünün işlenmesi çok vakit aldığından çoğu robot sisteminde kameranın dışında robot kontrolleri için görsel olmayan sensörler de kullanılmaktadır. Ancak, nesnelerin robota olan uzaklıklarının tespiti için bu sensörlerden çok sayıda kullanılmasına duyulan ihtiyaç, maliyetin artması açısından bir dezavantaj olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, pratikte robot kontrollerinde kamera kullanılması daha avantajlı bir duruma geçmiştir. Kamera kullanımıyla elde edilen diğer bir üstünlük ise sadece nesnelerin bize olan uzaklıklarının tespiti değil aynı zamanda nesnelerin renkleri, desenleri ve şekilleri hakkındaki bilgilerin de beraberinde elde edilebilmesidir [14].

Computer Vision (Bilgisayarlı görü) görüntülerin analizi ve işlenmesi olarak tanımlanabilir. Bu kavram tıbbi görüntüleme, güvenlik sistemlerinde, otonom

araçlarda ve hatta gezegen keşfinde geliştirilen uygulamalarda kullanılan görüntü uygulamalarında sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Özünde bilgisayar görme, matematik, fizik, biyoloji, mühendislik ve elbette bilgisayar bilimleri alanlarının üzerine inşa edilmiştir. Makine öğrenmesi, sinyal işleme, robotik, yapay zeka gibi birçok alanla ilgisi bulunmaktadır. Genellikle bilgisayar ve kameralar kullanarak insan vizyonunu çoğaltmak için kullanılır. Bilgisayar görme, görüntülerin işlenmesi, analiz edilmesi ve kararların sayısal veya sembolik bilgi olarak üretilmesi amacıyla gerçek dünya görüntüleri ve yüksek boyutlu veri anlamak için yöntemler içeren bir alandır. Bu alanın gelişiminde asıl amaç elektronik algılama ve görüntü anlayarak insan görme yeteneklerini çoğaltmak olmuştur. Görüntü tanıma, geometri, fizik, istatistik ve öğrenme teorisinin yardımıyla yapılan modelleri kullanarak görüntü verilerinden sembolik bilgilerin çözülmesi olarak görülmektedir. Bilgisayarlı görme otomasyon sistemleri kullanan işletmeler tarafından sistemlerin performansının artırılması ve ürün kalitesinin artırılması konusunda sıklıkla kullanılmaktadır [18].

Machine Vision (makine gözü), tipik endüstriyel ortamlarda bilgisayar görme tekniklerinin uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Buradaki uygulamalar kalite kontrol, proses kontrol yada robotik için kullanılır. Bu da genel olarak çözülmüş sorunlar olarak kabul edilir. Ancak makine vizyonu ve bilgisayarlı görme arasında kesin hatlarla ayrılmış bir fark bulunmamaktadır. Örneğin, bir üretim hattı üzerinde 3 boyutlu tarama gibi bazı gelişmiş makine görme uygulamaları, hâlâ bilgisayarlı görme olarak ifade edilmektedir [18].

Kameraların, standart PC donanım ve mobil cihazların gerekli bir özelliği haline gelmesiyle, bilgisayarlı görme çok çeşitli alanlarda giderek yaygınlaşan uygulamaların geliştirilmesini sağlamıştır. Kinect gibi oyun ara yüzlerinin oluşması-gelişmesi ve yüz tanıma programları ilk akla gelen uygulamalardan bazılarıdır. Bilgisayarlı görme, sürücünün uykulu olması durumunda aracın zaman zaman şeritten kaymasını algılayarak kaza ihtimalini azaltmak amacıyla sürücüyü uyararak araç güvenlik sistemlerinde de kullanılabilir. Aynı zamanda, tarım gibi daha farklı alanlarda, örneğin meyve ve sebze incelemeleri ve sınıflandırılmaları için de kullanılabilir. Örneğin, yabani otların çapalanması tarım için sorun teşkil etmekte iken, son zamanlarda geliştirilen bilgisayarlı görme uygulamaları sayesinde

fideler ile bu yabancı otlar arasındaki farklar belirlenmekte ve yabancı otlar fideye zarar verilmeden temizlenebilmektedir.

Görüntü işleme, gelişmiş kavramları üzerine inşa edilmiş bir alan olsa da, akademik araştırmacılarından, görüntü mühendislerinden, hobi severlere kadar çok geniş bir alana yayılmış kullanıcı kitlesi bulunmaktadır. Bilgisayarlı görmeyi heyecan verici kılan şeylerden biri de farklı donanımlar kullanılarak daha farklı uygulamalar geliştirilebiliyor olması, farklı programlama dilleri kullanılarak çeşitli ortamlarda çalışabilecek uygulamaların yazılmasına olanak sağlaması ve karmaşık sistemlerin daha ucuz maliyetlerle benzer faaliyetlerin gerçekleştirilmesine imkân sağlaması gibi avantajlarının bulunmasıdır.

Yapılan araştırmalar mobil robotların; uzay araştırmaları, nükleer santraller, bomba imhası, gözetleme ve savunma, zararlı kimyasal maddelerin taşınması ve işlenmesi gibi sürekli tekrarlanan ve insan sağlığını tehdit eden sahalarda da gün geçtikçe daha fazla kullanıldığını göstermektedir.

Yapılan akıllı araç uygulamasında, özellikle yola çizgi çizmenin ve küresel konumlama sistemlerini kullanmanın mümkün olmadığı ortamlarda ultrasonik sensör, mikrobilgisayar, kamera ve mikrodenetleyici kartı gibi ana bileşenler kullanılarak kurulum ve işletim maliyetlerinin yüksek olmadığı mobil bir robot tasarlanmıştır. Araç üzerindeki kameradan alınan görüntüden hedef modülü üzerindeki yuvarlak kırmızı ışık alanı ve karekod mikrobilgisayar üzerindeki algorithmada görüntü işlemeye tabi tutulmakta ve hedefe yönelme sağlanmaktadır. Ultrasonik sensörler kullanılarak tasarlanan akıllı araç güvenlik açısından ortamda diğer cihazların da kullanımına izin vermektedir. Ayrıca tehlikeli durumlara göre isteğe bağlı olarak güvenlik toleransının arttırılıp azaltılması sağlanabilmektedir.

1. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Son yıllarda otonom çalışan araçların teknolojilerine çok sayıda katkı yapılmış ve bu araçların çeşitli alanlarda kullanımı yaygınlaştırılmıştır.

Tuncay ve ark. [19], tarafından Okan Üniversitesi bünyesindeki UTAS (Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi)'da yapılan bir çalışmada otonom bir araç tasarımı yapılmıştır. Bu araç kendi kendine yolda gidecek şekilde tasarlanmıştır. Önünde bulunan Lidar cihazını kullanarak önündeki cisimlerin mesafelerini tespit etmektedir. Lidar cihazı radara benzer şekilde çalışmaktadır. Lazer ışınlarının gönderiliş zamanı ile yansıdıktan sonra geri ulaşım sürelerini kullanarak bu mesafeleri hesaplamaktadır. Bu bilgileri kullanarak araç kendini sürmektedir. Araçtaki direksiyon, gaz ve fren sistemleri de elektrikli hâle dönüştürülmüştür.

Usta ve ark. [20], tarafından yapılan Otonom Hareket Sistemi çalışmasında bilinmeyen, etrafı duvarla çevrilmiş bir odada, odanın her yerinin eşit gezilmesine olanak tanıyan ve istenilen yere en kısa yoldan gitmeyi sağlayan bir elektro-mekanik sistem ve yön güdüm algoritmasının geliştirilmiştir. Geliştirilen Otonom Gezinen Ünite (OGÜ); dış dünyadan infrared uzaklık algılayıcılar ile veri edinmeyi sağlayan algılayıcılar, edinilen verileri değerlendiren ve eyleme dönüştüren bir mikro denetleyici devresi ve otonom hareket eylemini yönlendiren kontrol yazılımından oluşmuştur.

Kiraz [21], tarafından yapılan otonom sistem çalışmasında, iki temel sistem geliştirilmiştir. Bunlardan birincisi otonom taşıma aracı kontrol sistemi, ikincisi merkezi istasyon yazılımıdır. Otonom taşıma aracı kontrol sisteminde, hareket kontrolü, çizgi izleme yazılımı, kavşak tanımlama, haberleşme yazılımı, çarpışma önleme yazılımları bulunmaktadır. Merkezi istasyon yazılımında da haritalama, yol planlama ve çağrı sistemleri vardır.

Parlaktuna ve ark. [22], tarafından yapılan çalışmada, gezgin bir robot üzerinde bulunan ultrasonik algılayıcılardan ve kodlayıcılardan alınan verilerden faydalanılarak Bayes güncellemeli doluluk ızgaraları yöntemiyle robotun dolaştığı

çevrenin haritası oluşturulmuştur. Harita tespit etmekteki amaçları robotun ve etrafındaki cisimlerin konumlarını bilinmek istenmesi olduğu ve robotun çevresinin ne kadar doğru modellenirse ileriye yönelik planlama davranışlarının o kadar başarılı olacağı belirtilmiştir. Bu amaçla, duvar bulma, duvar takibi, öndeki ve yandaki engellerden kaçınma iç bükey ve dış bükey köşe dönüşleri, tamponların kontrolü, tekerleğin sıkışma durumundaki kontrolü gibi robotun yapması gereken temel davranışlar geliştirilmiştir. Geliştirilen davranış modeli Pioneer robotlar için tasarlanmış MobilSim simülatörü ve P3-DX robotu ile test edilmiş ve elde edilen uzaklık bilgilerinden robotun dolaştığı çevrenin haritası başarılı bir şekilde oluşturulmuştur.

Akbulut [23], tarafından yapılan tez çalışmasında görüntü dizininde istenmeyen titreşimleri yok etmek amacıyla tahmin sistemi önceden yapılmış, çerçeve konum düzeltme işlemi için bulanık süzgeç ile görüntü stabilizasyonu yöntemi gerçekleştirilmiş ve görüntü stabilizasyon işlemi için DSP (Digital Signal Processing) kullanılmıştır. Görüntü dizini olarak önceden kaydedilmiş video dizinleri kullanılmıştır. Stabilizasyon işlemi hareket kestirim sistemi ve hareket düzeltim sistemi olmak üzere iki ayrı bölüme ayrılmış ve hareket kestirim sisteminde hareket kestirim yöntemleri incelenmiş, hareket düzeltim sisteminde ise bulanık süzgeç kullanılmıştır. Görüntü stabilizasyon işlemi aynı zamanda Matlab'da gerçekleştirilmiş, stabilizasyon sonuçları DSP ile bulunan stabilizasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Şimşek ve ark. [24], tarafından yapılan çalışmada ilk defa 3G (3. Nesil Kablosuz Ağlar) ile uzaktan kontrol edilebilen bir araç geliştirilmiştir. Araç üzerinde bulunan kamera ile gerçek zamanlı görüntü aktarımı yapılabilmektedir. Araç üzerinde bulunan 3G uyumlu cep telefonu ile kullanıcı uzaktaki bir bilgisayardan aracın ve kameranın hareketini kontrol edebilmektedir. Kullanıcıdan araca gönderilen kontrol mesajlarında ortalama gecikme süresi 100ms civarlarında olurken; araçtan kullanıcıya gönderilen gerçek zamanlı görüntüdeki gecikme süresi ortalama 400 ms civarlarında ölçülmüştür. Gerçekleştirilen testler sonucunda düşük gecikme süreleri ile aracın ve kameranın yüksek hareket kabiliyeti ile kontrol edilebildiği bildirilmiştir.

Eski [25], tarafından yapılan çalışmada herhangi bir veritabanına bağlanmaksızın, araçların ön görünüşlerinden, marka ve türlerinin tanınması amaçlanmış ve görüntü işleme yöntemleri ile gerçekleştirilen sistemin, gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılabilmesi için, hızlı ve güvenilir sonuç üretmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Tanıma işlemi araç görüntüleri üzerinden belirli bir kesit alınarak yapılmaktadır. Bu kesit, kullanılacak ilgi alanını göstermektedir. İlgi alanının yeri ve büyüklüğü, plaka koordinatlarına göre belirlenmektedir. Plaka yerlerinin tespitinde Divit Plaka Tanıma Sistemi kullanılmıştır. Araç sınıflarına ait özniteliklerin belirlenmesinde üç yöntem kullanılmıştır: Square Mapped Gradient (SMG), SIFT , Modified SIFT (M-SIFT). Proje kapsamında ilk olarak bu yöntemler gerçekleştirilmiş, başarımları karşılaştırılmış ve daha sonra başarımları ve güvenilirliği artırmak üzere bu yöntemlerin geliştirilmesi için yeni yaklaşımlarda bulunulmuştur. Özellikle M-SIFT yönteminde, SMG benzeri ağırlık maskelerinin ve farklı özniteliklerin kullanılması yöntemin başarısı ve kararlılığını oldukça artırmış olduğu belirtilmiştir. Yöntemlere getirilen diğer bir yaklaşım da farklı ilgi alanlarının birlikte kullanılması ile gerçek zamanlı kullanımda ihmal edilebilecek araç sayısını azaltmak olmuştur.

Benveniste ve ark. [26], tarafından yapılan çalışmada otonom bir kara aracının iz takibi problemi ele alınmıştır. Bunun için uzaktan kumandalı bir tank, renkli kamera ve sayısal kontrol yöntemleri kullanılmıştır. İz takibi, kontrol sistemleri uygulamasındaki pozisyon kontrolü problemi gibi formalize edilmiştir. Bu yüzden aracın üzerine yerleştirilen renkli kamera geri besleme elemanı olarak kullanılmıştır. Kamera tarafından alınan imgeden iz bilgisi öncelikle renk indisi kullanılarak belirginleştirilmiştir. Ardından, iz çıkarımında ortam aydınlatmasından etkilenmemek için imge uyarlanırlar olarak eşiklenmektedir. Bulunan izin imge üzerindeki konumundan aracın kontrol sistemindeki hatası hesaplanmakta ve bu sayede aracın sağlıklı bir şekilde izi takip etmesi sağlanmaktadır. Araç değişik aydınlatma ortamları ve zeminlerde denenmiş ve başarı ile iz takibini gerçekleştirmiştir.

Kesemen ve ark. [27], tarafından yapılan çalışmada görülmeyen yeraltı ses dalgaları (sismik) ve elektromanyetik dalga kullanarak, yer altının görüntüsünü elde etmek için ölçümler yapılmış ve elde edilen ölçümlerin 2 boyutlu görüntüsünün yeraltının

gerçek görüntüsünü yansıtması için görüntü üzerinde bir çok veri işlem aşamasına sokularak gerçek görüntü elde edilmeye çalışılmıştır. Çevre etkileri ve kayıt aşamasında karşılaşılan bazı sorunlardan dolayı araziden elde edilen veriler geniş ve zor bir veri işlem aşamasından geçirilmiştir. Buna dayanarak çeşitli amaçlar için çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada bu veri işlem aşamalarını içeren eğitim amaçlı bir yazılım paketi hazırlanmıştır. Bu paket C,C++ dilinde yazılmış olup Matlab betikleri ile desteklenmiştir.

Uzer ve ark. [17], tarafından gerçekleştirilen çalışmada, görme tabanlı mobil robot ile farklı renklerde nesnelerin gerçek zamanlı takibi uygulaması gerçekleştirilmiş ve geliştirilen robotun; keşif, güvenlik ve gözlem alanlarındaki faaliyetlerde de kullanılabilir özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Tasarlanmış görme tabanlı mobil robotun, sadece görüntü işleme ve robotik görme teknikleri kullanılarak otonom bir şekilde hareket ettirilmesi hedeflenmiştir. Farklı renklerde (kırmızı, mavi, yeşil) nesneleri takip edebilen robotun gerçek zamanlı işlemeye uygun olacak şekilde, tepki verme süresi 96ms ile 106ms aralığında olduğu ve geliştirilen iki farklı görüntü işleme algoritması ile mavi ve kırmızı renkli nesneler için % 100, yeşil renkli nesneler için ise % 60'lık bir tanıma başarısı sağladığı deneylerle görülmüştür. Doğrusal ve dairesel yörüngelerde renkli nesne takibi deneylerinde, ortalama 5,7 cm/s hızda maksimum 4,5 cm' lik sapma tespit edilmiştir.

Karakaya ve ark. [28], tarafından yapılan çalışmada Sick-LMS100 radar kullanılarak mobil aracın etrafındaki cisimlerin konumlarının algılanması ve optimal yönelim doğrultusunun bulunması algoritması üzerine çalışma yapılmıştır. Bilgisayar ile Lidar Ethernet TCP/IP üzerinden haberleştirilmiş ve ortamda bulunan cisimlerin konum bilgisi elde edilmiştir. Engellerin konumuna göre, mobil robotun gitmesi gereken doğrultu, geliştirilen algoritma ile belirlenmiş ve bu işlem için gereken algoritma, Visual Basic 6.0 ortamında geliştirilen kodla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen doğrultu bilgisi, seri port üzerinden motorların kontrolünü sağlayan DSP'ye gönderilmiştir. Çalışma sırasında bir adet mobil robot platformu geliştirilmiş olup, optimum yönelim bulma algoritması gerçek zamanlı olarak mobil robot platformunda test edilmiştir.

Luo ve ark. [29], gezgin akıllı güvenlik robotu geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri robot üzerinde hareket planlama, hareket kontrolü ve uzaktan kontrol edilebilme özelliği sağlayan sistemler bulunmaktadır. Algılama için ultrasonik sensörler, kızılötesi sensörleri ve kamera kullanılmış olup, kontrol için de GSM teknolojisinden faydalanmışlardır.

Bergholz ve ark. [30], tarafından yapılan çalışmada oluşturulan otonom araç, bir veya daha fazla doğru rotası almak için giriş birimi, en az bir pozisyon bulma cihazı ve dijital sokak haritası içeren bir rota planlama birimi, bilgi içeren bir araç yolu, nesnelere tespit etmek için en az bir seviye algılayıcısının da dahil olduğu bir dizi sensör, rota durumu özelliklerini tespit etmek için en az bir aralık sensörü, bir çarpışma kaçınma birimi, bir durum verisi algılama ünitesi, bir taşıt kontrol birimi ve taşıt kontrol birimi tarafından üretilen sinyallere dayanarak aracın tahrik sisteminin kontrol edilmesi için bir tahrik ünitesi, aracın ön tarafına en az iki sıra dizilmiş yatay yönlendirilmiş mesafe sensörleri dizisi, taşıtın arka alanında en az bir aralık sensörü, aracın tavanına yerleştirilen karayoluna yönelik en az bir izlenebilir aralık sensörü, ultrasonik sensör ve mikro dalga radar sensörleri, aracın her iki tarafında yerleştirilmiş olan ve taşıtın ön ve arka alanlarının her birinde bulunan en az bir kamera içermektedir. Belirtilen taşıt üzerindeki kamera ve sensörler aracılığıyla aracın otonom çalışması sağlanmıştır.

Sarıpalli ve ark. [31], tarafından yapılan çalışmada özerk bir helikopter için görüntü tabanlı sistemin gerçek zamanlı iniş algoritması geliştirilmiştir. Helikopter, GPS ve vizyona dayalı, kısmen bilinen bir ortamda nihai konuma bir başlangıç konumundan gitmek ve helikopter pisti üzerinde bilinen bir şeklin üzerine iniş yapabilmek için tasarlanmıştır. Kesin hedef tespiti ve tanınması için bilgisayar görme sistemi kullanılmıştır. Helikopterde, vizyona dayalı olarak iniş hedef parametrelerini güncelleme sistemi ve iniş alanında bir yol takip etmek için davranış tabanlı bir denetleyici kullanılmıştır.

Qing ve ark. [32], tarafından yapılan Springrobot otonom araç projesinde, bir güvenlik uyarısı, sürücü destek sistemi ve kırsal - kentsel trafik ortamları için otomatik pilot geliştirilmiştir. Bu sistem, yüksek hassas dijital harita ve çeşitli sensörlerin bir kombinasyonunu kullanmaktadır. Şerit işaretleme ve algılama

algoritmaları kullanılmıştır. Renkli görüntünün R ve G katmanları gri seviye görüntü oluşturmak için kullanılmıştır. Elde edilen gri görüntünün boyutu azaltılmış ve bu gri tonlaması, çok düşük eşik Sobel operatörü ile kenar görüntüsünü almak için kullanılmıştır. Farklı yol şartlarındaki ortamlar için uygulanan yöntemlerden daha etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Dickmanns ve ark. [33], tarafından yapılan çalışmada iyi yapılandırılmış yollarda araç üzerinde rehberlik için güçlü bir görsel geribildirim sağlayan kontrol sistemi tasarlanmış ve yapılan geliştirmelerde aracın yüksek hızlarda gidebilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada yol sınır işaretleri, perspektif projeksiyon yasalarıyla birlikte kontur korelasyon ve eğrilik modelleri kullanılarak çok işlemcili görüntü işleme sistemi tarafından izlenmektedir.

Subramania ve ark. [34], tarafından yapılan çalışmada, tarım araçları için navigasyon ile direksiyon kontrolü yapan sistemlerde ağaç dallarının GPS sinyalleri üzerine olumsuz etkisi düşünülerek GPS dışında Ladar (lazer – radar) ve kamera sistemi kullanılarak yönlendirme işlemi yapan sistem tasarlanmıştır. Özellikle ağaç dallarının yoğun olduğu narenciye bahçelerinde, GPS uydu sinyalleri ile hareket eden otonom araçlara alternatif bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan traktör araç kullanılmıştır. Yapay görme ve lazerli radar (ladar) sistemi birbirinden bağımsız olarak direksiyon açısına geribildirim sağlamak için kullanılmıştır. Yol hatasını en aza indirmek için bir PID kontrolör geliştirilmiştir. Yapay görme ve ladar rehberliğindeki yol göstericiliği kullanılarak araç 3.1m / sn hızında kavisli olarak test edildiğinde 2.5cm-2,8cm arasında ortalama hata gözlenmiştir.

Hague ve ark. [35], tarafından yapılan çalışmada araç konumunu sabitlemek için uydu bazlı cihazların aksine zemin inceleme tabanlı algılama yöntemleri kullanılmıştır. Sensörlerin, odometri ve eylemsizlik gibi hareket ölçümü yapılan ortamlarda, lazer konumlandırma ve milimetrik radar dalgaları içeren yapay yerler, sonar ve makine görme gibi yerel özellik algılaması yapılan ortamlarda kullanılması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Özellikle tarım alanlarında başarısı kanıtlanmış teknolojilerin temelindeki makine görme ile Silsoe Araştırma Enstitüsü'nde otonom bir araç tasarlanmıştır. Bu araçta, GPS gibi bir mutlak konumlama sistemini kullanmaktan ziyade ekin bitkileri ve yerel özellikleri kullanarak gezinen bir araç

oluşturulmuştur. Bu aracın hareketi Kalman filtresi ile genişletilmiş makine gru ve odometers, ivmeölçer ve pusula içeren sensör paketi bilgilerinin birleştirilmesi ile sağlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, tarladan toplanan ürünlerin tarlalardaki kasalarda kalmaması ve zamanında depolarda biriktirilmesi gibi alanlarda literatürde incelenen çalışmalardan farklı olarak özellikle tarım alanları gibi yola çizgi çizmenin mümkün olmadığı alanlarda kullanılabilir ve küresel konumlama sistemleri kullanmadan akıllı denetim teknikleri ile hareket eden düşük maliyetli otonom bir araç kontrol sistemi tasarlamak amaçlanmıştır.

2. KULLANILAN PROGRAMLAMA DİLLERİ VE KÜTÜPHANELER

2.1. Python Programlama Dili

Python, nesne yönelimli, yorumlanabilen, birimsel (modüler) ve etkileşimli bir programlama dilidir. Girintilere dayalı basit sözdizimi, dilin öğrenilmesini ve akılda kalmasını kolaylaştırır. Bu da ona söz diziminin ayrıntıları ile vakit yitirmeden programlama yapılmaya başlanabilen bir dil olma özelliği kazandırır. Modüler yapısı, sınıf dizgesini (sistem) ve her türlü veri alanı girişini destekler. Hemen hemen her türlü platformda çalışabilir. (Unix , Linux, Mac, Windows, Amiga, Symbian). Python ile sistem programlama, kullanıcı arabirimi programlama, ağ programlama, uygulama ve veritabanı yazılımı programlama gibi birçok alanda yazılım geliştirilebilir. Büyük yazılımların hızlı bir şekilde prototiplerinin üretilmesi ve denenmesi gerektiği durumlarda da C ya da C++ gibi dillere tercih edilir.

Geliştirilmeye 1990 yılında Guido Van Rossum tarafından Amsterdam'da başlanmıştır. Adını sanılanın aksine bir yıldan değil Guido Van Rossum'un çok sevdiği, Monty Python adlı altı kişilik bir İngiliz komedi grubunun Monty Python's Flying Circus adlı gösterisinden almıştır. Günümüzde Python Yazılım Vakfı çevresinde toplanan gönüllülerin çabalarıyla sürdürülmektedir [36].

Django, Zope uygulama sunucuları, YouTube ve orijinal BitTorrent istemcisi, Pardus Linux dağıtımı Python kullanan önemli projelerden bazılarıdır. Ayrıca Google, NASA ve CERN gibi büyük kurumlar da Python kullanmaktadır. Ayrıca OpenOffice.org, GIMP, Inkscape, Blender, Scribus ve Paint Shop Pro gibi bazı programlarda betik dili olarak kullanılır.

Pek çok Linux dağıtımında Python öntanımlı bir bileşen olarak gelir. Python'un son derece kolay okunabilir olması düşünülmüştür. Bu yüzden örneğin küme parantezleri yerine girintileme işlemi kullanılır. Hatta bazı durumlarda girintileme işlemine dahi gerek kalmadan kodun ilgili bölümü tek satırda yazılabilir. Böylece Python, program kodunu en az çaba ile ve hızlıca yazmaya imkân tanır. Sade sözdizimi ile diğer programlama dillerinden üstündür.

Python'da ifade bloklarını sınırlandırmak için süslü ayraçlar ya da anahtar kelimeler yerine beyaz boşluk girintileme kullanılır. Belli ifadelerden sonra girinti artar; girintinin azalması geçerli blokun sonlandığını gösterir.

Python ifadeleri şunları içerir:

- if ifadesi, bir kod bloğunu belli bir koşula bağlı olarak, else ve elif (else-if'ın kısaltması) ile birlikte çalıştırır.
- for ifadesi, yinelenebilir bir nesne üzerinden yineleme yapar, bu sırada ilgili bloktaki her öğeyi bir yerel değişkene atar.
- while ifadesi, koşulu doğru olduğu sürece o kod bloğunu çalıştırır.
- class ifadesi, bir kod bloğunu çalıştırır ve onun yerel ad alanını bir sınıfa atar, bu sayede o sınıf Nesne Yönelimli Programlamada kullanılabilir.
- def ifadesi ile fonksiyon tanımlanır.
- with ifadesi, bir kod bloğunu bir içerik yöneticisine hapseder (örneğin bir kod bloğu çalıştırılmadan önce bir kilit edinir ve sonrasında bu kilidi çözer)
- pass ifadesi bir no operation görevi görür ve geçici kod bloğu yerine kullanılabilir.

Nesneler üzerindeki metotlar nesnenin sınıfına eklenmiş fonksiyonlardır; örnek.metod (değişken) sözdizimi, normal metot ve fonksiyonlar için Sınıf.metod (örnek, değişken) ifadesi için bir sözdizimsel şekildir. Python metotlarının örnek verisine ulaşmaları için açık self parametresine sahip olmaları gerekir. Bu durum Java, C++, Ruby gibi bazı diğer nesne tabanlı programlama diliyle farklılık gösterir. Python'un çok büyük bir standart kütüphanesi vardır. Bu, dilin artı özelliklerinden biri olarak kabul edilir [36].

2.2. SimpleCV Görüntü İşleme Derleyicisi Ve Kütüphanesi

SimpleCV Python dili ile kullanılabilen bir framework dilidir. Python dilinin diğer programlama dillerine göre daha kolay olması görüntü işleme ile uğraşmak isteyen ancak OpenCV'nin karmaşıklığı ile zaman harcamak istemeyen araştırmacıların kullanabileceği bir dildir. Python programlama dili temel programlama bilgisine sahip bireyler için zor olmayan bir programlama dilidir. Adından da anlaşılacağı gibi SimpleCV, basit olacak şekilde tasarlanmıştır. Bununla birlikte SimpleCV kullanılarak bilgisayar görme uygulamaları, makine görme uygulamaları, demet dizi uygulamaları ve kabarcık görme uygulamaları tasarlanabilmektedir.

2.3. Zbar Kare Kod Tanıma Kütüphanesi

QR kodu adını İngilizce Çabuk Tepki (Quick Response) kelimelerinin baş harflerinden alır. Mobil cihazların kameralarından okutulabilen özel matris barkot (veya iki boyutlu barkot) türüdür. 1994 yılında geliştiren Japon Denso firmasına patentlidir [38].

Kare kod teknolojisi NFC teknolojisi temel alınarak oluşturulmuş bir uygulamadır. NFC teknolojisi cihazlar arasında yakın mesafeden veri iletimini sağlayan yüksek frekanslı ve kısa mesafeli bir kablosuz iletişim teknolojisidir. Kredi kartları, banka kartları, ulaşım kartları, üyelik kartları, kurumsal kartlar, giriş-çıkış kartları gibi akıllı kartların NFC teknolojisiyle uyumlu cep telefonlarına, el bilgisayarlarına entegre edilmesi ve bu mobil cihazların, örneğin bir POS cihazına veya ürüne yakınlaştırılmasıyla sistem iletişime geçmektedir. Bu sayede kredi kartları, bankalar, GSM operatörleri, cep telefonu operatörleri ile çeşitli kurum ve kuruluşları bir araya getiren iş modelleriyle NFC teknolojisi hızla yaygınlık kazanmıştır. Kare kod teknolojisi, esasen 1994 yılında otomotiv sektöründe üretim aşamasındaki taşıtların kodlanarak üretim süreçlerinin takip edilebilmesi amacıyla oluşturulmuş bir teknolojidir. Sonraki yıllarda kare kod ISO (ISO/IEC 18004: 2000/2006) tarafından belirlenmiş bir standart olarak yayınlanmıştır. Patentli ticari bir kuruluşa ait olmakla birlikte kullanımı özel lisansa tâbi değildir ve serbesttir. Diğer firmalar benzer 2D barkot teknolojilerini farklı isimlerle geliştirmiştir (Örn. Microsoft tag). İsimleri farklı olmakla birlikte bu çalışmada

incelenen kullanımları açısından farklı 2D barkotların teknolojik altyapısı ve işlevleri benzerdir. Tüm barkotlar bilgiyi kodlar ve okuyucu cihazlar aracılığı ile bu bilgiye erişim sağlar. “Kare kod” teriminin ülkemize girişi eczacılık alanındaki kullanımı ile gerçekleşmiştir. Kare kod terimi ilk defa Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan bir kılavuzda “datamatrix” teriminin Türkçe karşılığı olarak önerilmiştir. Diğer yandan “QR code” terimi de halen kullanılmaktadır [39].

Kod genellikle kare beyaz fon üzerinde siyah motiflerden oluşur. Otomotiv sanayisinde kullanılması amacıyla geliştirilen kare kod Japonya ve Güney Kore’de oldukça yaygın kullanılmaktadır. Günümüzde dijital kameralı mobil telefonların etkisiyle QR kodu kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Kaydedilen görsel çözümlenerek barkot içeriği kullanıcıyı internet adresine, e-posta adresine, telefon numarasına, iletişim bilgilerine, SMS veya MMS’e veya coğrafi konum bilgisine yönlendirebilir. Piyasada birçok QR Kodu oluşturucusu ve okuyucusu vardır. Uygulama esnasında bazı değişiklikler olmaktadır. Japon NTT DoCoMo firması değişik veri tipleri için standartlar belirlemiştir. Açık kaynaklı "ZXing" projesi QR Kodu veri tiplerini barındırır[40]. Python programlama dilinde kare kod kütüphanesi olan ZBar kütüphanesi ile barkot tanıma işlemi yapılabilmektedir.

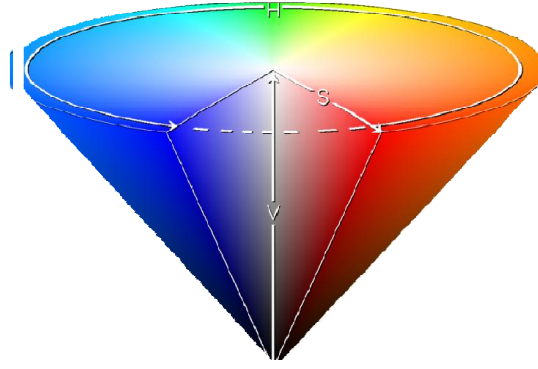
2.4. Mikrodenetleyici Kartı New Ping Kütüphanesi

Ultrasonik sensör uygulamalarında kullanılan genel amaçlı giriş ve çıkış portlarının birden fazla sensör kullanılan durumlarda yanlış ölçüm sonuçlarına neden olmasından dolayı Arduino geliştiricileri tarafından newping kütüphanesi oluşturulmuştur. NewPing kütüphanesi bu zamanlama ve gecikme sorunlarını büyük ölçüde gidermektedir. Çok sayıda sensör kullanılmasına rağmen hızlı ölçüm yeteneği sayesinde sensörlerin ölçüm sırası önemsizdir. Birçok farklı ultrasonik sensör modelleri ile uyumlu olan bu kütüphane ile saniyede 30 kez tutarlı ve güvenilir bir şekilde ölçüm yapılabilmektedir. Hata düzeltme için ortalama yöntemi kullanılmaktadır. Bu sayede hatalı ölçüm yapılsa bile ölçümlerin ortalaması alınarak hatalı ölçüm işlemi elenmiş olmaktadır. Maksimum ölçüm alanının belirlenebilmesi sayesinde daha doğru ve daha hızlı ölçüme imkan tanımaktadır.

3. TASARLANAN ARAÇTA KULLANILAN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ

3.1. HSV Renk Uzayı

HSV (Hue, Saturation, Value) veya HSB (Hue, Saturation, Brightness) renk uzayı, renkleri sırasıyla renk özü, doygunluk ve parlaklık olarak tanımlar [37].

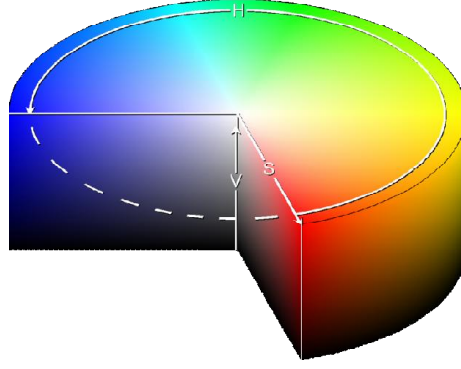


Şekil 3.1 : HSV Renk Uzayının Konik Gösterimi

Renk özü, rengin baskın dalga uzunluğunu belirler, örneğin sarı, mavi, yeşil vb. , 0° - 360° arasında açısal bir değerdir. Bazı uygulamalarda ise 0-100 arası olağanlaştırılır. Doymunluk, rengin canlılığını belirler. Yüksek doymunluk canlı renklere neden olurken, düşük olasılık rengin gri tonlarına yaklaşmasına neden olur ve 0 - 100 arasında değişir. Parlaklık ise rengin aydınlığını yani içindeki beyaz oranını belirler ve 0 - 100 arasında değişir (Şekil 3.1).

HSV renk uzayı 1978 yılında Alvy Ray Smith tarafından tanımlandı. Amacı RGB uzayına göre insan görü düzeneğine daha yakın bir yapı oluşturmaktı. HSV, RGB renk uzayından doğrusal olmayan bir dönüşüm ile elde edilir. Her ne kadar HSV ve HSB aynı uzayı tanımlasalar da HSL farklı bir renk uzayıdır. HSV ayrıca aygıt bağımlıdır. Yani bu uzayda tanımlı bir renk, rengi üreten aygıt cihazına göre değişim gösterebilir [37].

HSV uzayı, ilk tanımlandığı zamanlarda konik bir biçime sahipti. Ancak sonraki yıllarda, gerçek zamanlı geçerli koordinat denetimi için zamanın bilgisayarları yeterli olmadığından silindir biçimine dönüştürüldü (Şekil 3.2). Açmak gerekirse, konik biçimde, aydınlık düzeyi azaldıkça koninin genişliği azalır, dolayısıyla, insan görüşüne uygun olarak, düşük aydınlıkta algılanabilen farklı doygunluk düzeyleri de azalır. Diğer yandan, silindir biçimi ile sıfır aydınlık düzeyinde bile yüksek doygunluk düzeyleri tanımlanabilir ve böylece geçersiz renkler elde edilebilir. Dolayısıyla görüntü işleme uygulamalarında konik biçimi tercih edilirken, renk seçimi görevlerinde silindir biçimi kullanılma eğilimini gösterir [37].

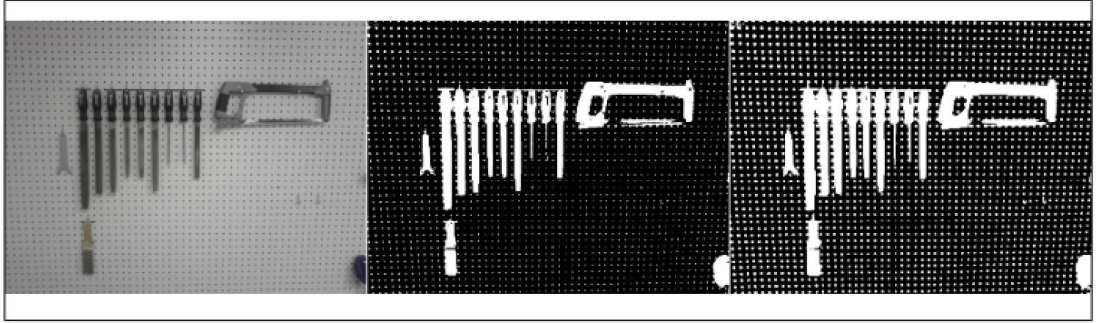


Şekil 3.2 : HSV Renk Uzayının Silindir Biçimli Gösterimi

3.2. Genleşme ve Erozyon

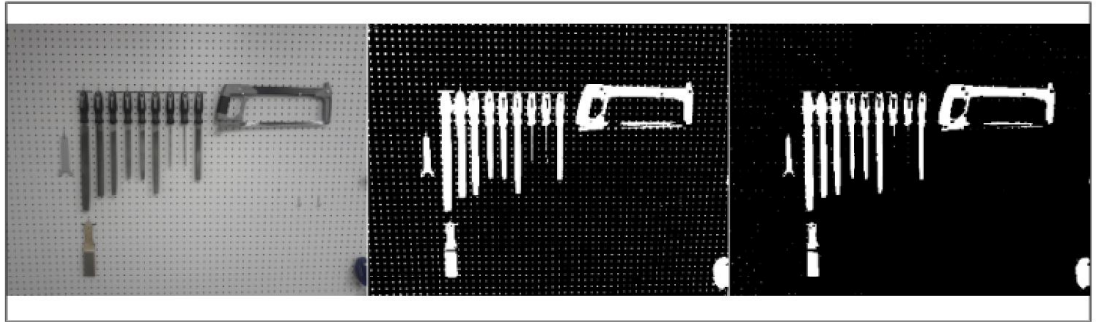
Görüntü ikili biçime dönüştürüldükten sonra, iki ortak morfolojik işlem vardır. Bunlar; genleşme, erozyon. Genleşme ve erozyon kavramsal olarak benzer özellikleri içerir.

Genleşme (Dilatasyon) ile bir nesne pikseline (beyaz) yakın olan herhangi bir arka plan pikseli (siyah) beyaz nesne pikseline dönüşüyor. Bu yöntem, nesnelere daha büyük yapmak ve yakın olan nesnelerin birleştirilmesi etkisine sahiptir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : a) Orijinal görüntü. b) İkileştirilmiş görüntü. c) Genişletilmiş Görüntü

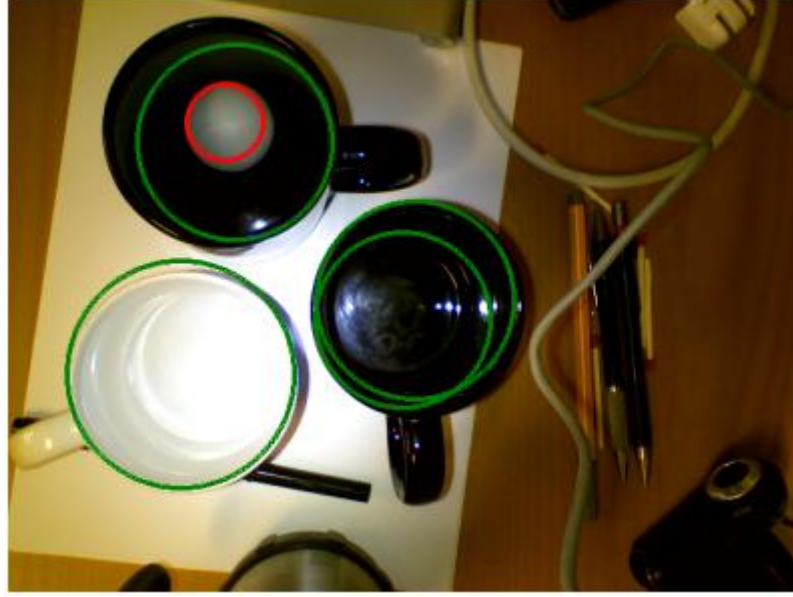
Erozyon ise dilatasyon yönteminin tersini yapar. Bir arka plan pikseli (siyah) yakın olan herhangi bir ön plan pikselini (beyaz) siyah arka plan pikseline dönüştürür. Bu yöntem ise küçük olan nesnelere tamamen yok edebilir veya potansiyel olarak büyük nesnelere küçük hale getirir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 : a) Orijinal görüntü. b) İkileştirilmiş görüntü. c) Erozyon Görüntü

3.3. Yuvarlak Tanıma Filtresi

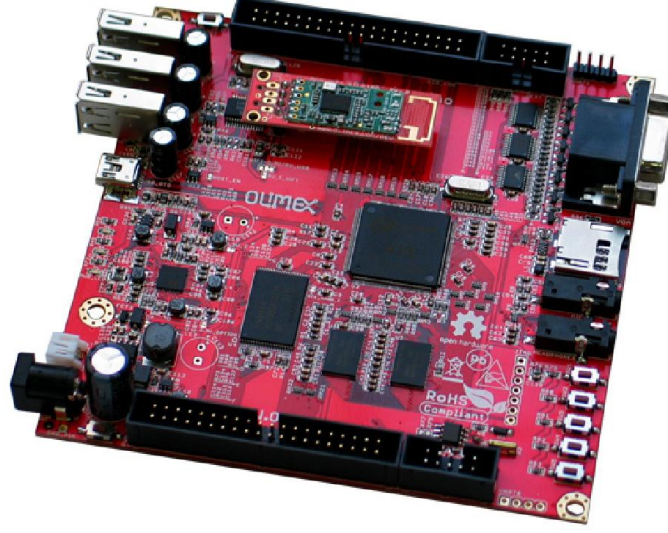
SimpleCV görüntü işleme kütüphanesi içerisinde yer alan yuvarlaklık tanıma filtresi aracılığıyla ön işlem yapılmış olan görüntülerde yuvarlak alanları belirli bir toleransla tanıma yapılabilmektedir. Bu tanıma işlemi için Canny köşe tanıma algoritması işletilmektedir. Kenar tanıma filtresi için varsayılan eşik değeri 100 olarak belirlenmiştir. Kenar tanıma eşik değeri düşürülerek daha fazla sayıda tanıma yapılabilmektedir.



Şekil 3.5 : Yuvarlak Tanıma Filtresi Uygulanmış ve Sınırları İşaretlenmiş Resim

4. PROJEDE KULLANILAN CİHAZLAR

4.1. Mikrobilgisayar-1



Şekil 4.1 : A13 – OlinuXino Wifi

A13 Cortex – A8 1000 MHz işlemciye sahip gömülü sistemlerde kullanılacak açık kaynak donanım özellikli Android yazılımlı Linux çalıştırabilen minibilgisayar sistemidir. Bu işlemci aslında tabletlere entegrasyon etmek üzere tasarlanmıştır. Bu işlemci kullanılarak A13 - OlinuXino - WIFI, A13 OlinuXino ve A13 - OlinuXino-MICRO geliştirme kartları oluşturulmuştur.

A13-OlinuXino-WIFI ilk defa geliştirme kartı ile yazılım geliştirecekler için önerilen kart modelidir (Şekil 4.1). Ayrıca üzerinde NAND flash bulundurmaktadır. NAND flash içerisinde Android yazılımı hazır olarak gelmektedir. A13 - OlinuXino kartı wifi özelliği ve NAND flash özelliği bulunmayan kart çeşididir. Bu geliştirme kartı Android yazılımını çalıştırmamaktadır. A13 - OlinuXino - MICRO kartı, bazı extra özellikleri barındırmayan sürümüdür [41].

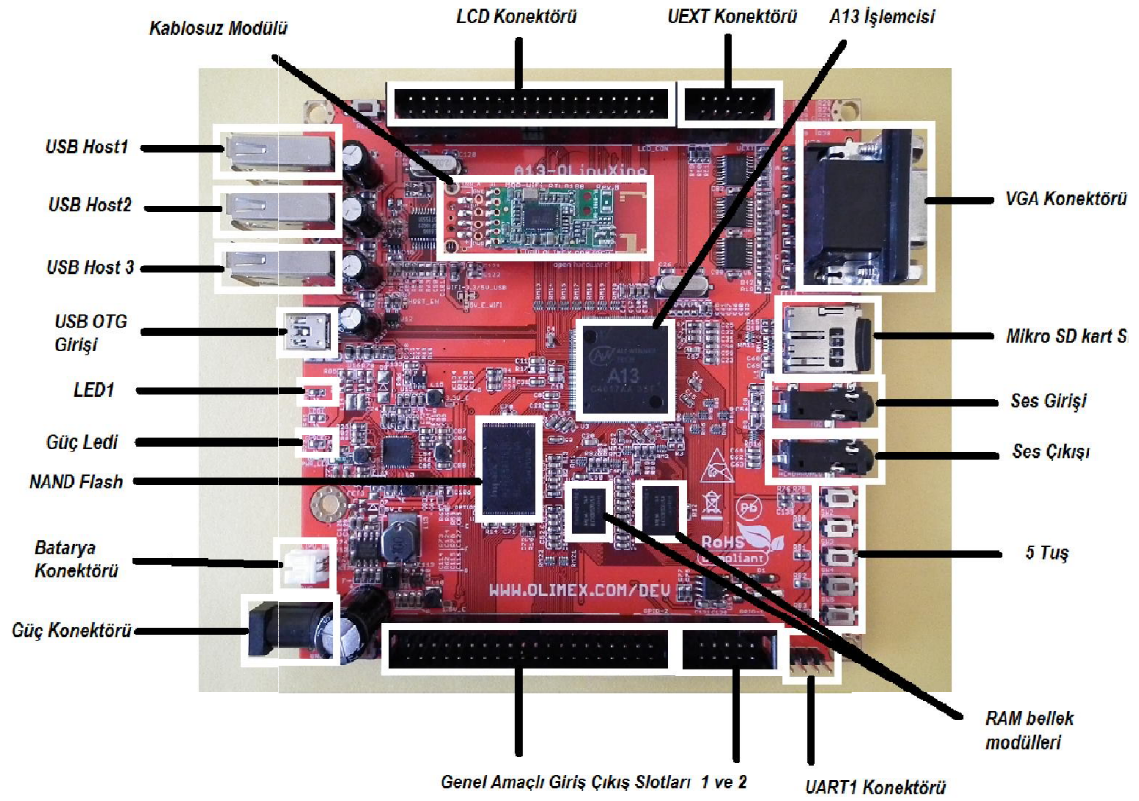
Tablo 4.1 : A13 Olinuxino – Wifi Teknik Özellikleri

A13 Cortex A8 işlemcisi 1GHz, 3D Mali400 GPU
512 MB RAM (2 x 256Mbit x 8)
6 - 16V DC giriş güç beslemesi, gürültü engelleyen dizayn
3 + 1 USB bağlantısı,
USB OTG girişi (güç girişi olarak kullanılabilir)
SD - kart girişi (linux imajlarını boot edebilmek için)
VGA Ekran çıkışı
Pil seçeneği ve konektörü
LCD kullanabilmek amacıyla kart üzerine yerleştirilen bağlantı pinleri
Ses Çıkışı
Mikrofon girişi
4 adet montaj boşluğu
RTC PCF8536 çipi (Gerçek zamanlı saat ve alarmlar)
Android navigasyon için 5 tuş seçeneği
UEXT bağlantısı (UEXT bağlantısı içeren Röleler, G/Ç kartları)
GPIO bağlantısı 68/74 pin
17 pin NAND flash eklemek için;
22 pin LCD ekran bağlamak için;
20 + 4 pin içeren 8 GPIO pin giriş - çıkış ve kesme sinyâl pinleri
3x I2C;
2x UART;
5 sistem pini: +5V, +3.3V, GND, RESET, NMI
Boyutları: 120 x 120 mm (4.7x4.7")

Olinuxino'yu optimum olarak kullanabilmek için, 6V - 16 ve 6W gücü destekleyecek güç kaynağı (6V 1A veya 16V 0,4 A gibi), LCD_CON bağlantısı aracılığıyla bağlanabilecek LCD yada RGB portlu TV monitör, usb mouse, usb klavye, UART1 bağlantı noktasından seri iletişim için usb female seri kablo-f ve kablosuz internet bağlantısına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kartın güç bağlantısı için 3 yöntem bulunmaktadır. Kartın üzerinde bulunan güç girişi üzerinden adaptörle veya batarya girişi üzerinden batarya ile veya USB OTG bağlantı girişi ile güç bağlantısı yapılabilmektedir.

A13 Olinuxino Wifi kartı üzerinde NAND flash üzerinde olinuxino için ayarlanmış Android 4.0 işletim sistemi hazır olarak gelmektedir (Şekil 4.2). Ayrıca Debian Linux işletim sistemini de çalıştırabilmektedir.



Şekil 4.2 : Olinuxino Wifi Yerleşim Düzeni

4.2. Mikrobilgisayar-2



Şekil 4.3 : Raspberry Pi Mikrobilgisayarı

Raspberry Pi, Birleşik Krallıkta Raspberry Pi Vakfı tarafından okullarda bilgisayar bilimini öğretmek amacıyla geliştirilmiş kredi kartı büyüklüğünde tek kartlı bir bilgisayardır (Şekil 4.3). Raspberry Pi bilgisayarı Element 14/Premier Farnell, RS Components ve Egoman firmaları tarafından imal edilmektedir. Bu firmalar Raspberry Pi bilgisayarı internet üzerinde satmaktadırlar. Egoman, Çin ve Tayvan'da satılan bir sürümünü satmaktadır ve rengi kırmızı olup FCC/CE etiketlerini taşımaz. Bunun dışında diğerlerinden hiçbir farkı bulunmamaktadır [42].

Raspberry Pi, ARM1176JZF-S 700 MHz merkezi işlem birimini içeren Broadcom BCM2835 mikroçipi üzerine kurulmuştur. VideoCore IV GPU grafik işlem birimine sahip olup başlangıçta 256 megabayt belleğe sahipti. Daha sonraları belleği 512 megabayta çıkarıldı. Sabit diske sahip değildir. Booting ve veri depolaması için SD kart kullanır. Vakfın amacı bu bilgisayarın iki değişik sürümünü piyasaya sürmektir. Bunların fiyatları 25 ABD doları ve 35 ABD doları şeklindedir. Daha ucuz olan modeli 29 Şubat 2012 tarihinde, daha pahalı olanı ise 4 Şubat 2013 tarihinde piyasaya çıkmıştır. Vakfın web sitesinden Debian ve Arch Linux ARM işletim sistemleri indirilebilir. Python programlama dili ile programlanabildiği gibi BBC Basic, C ve Perl programlama dilleri de kullanılabilir.

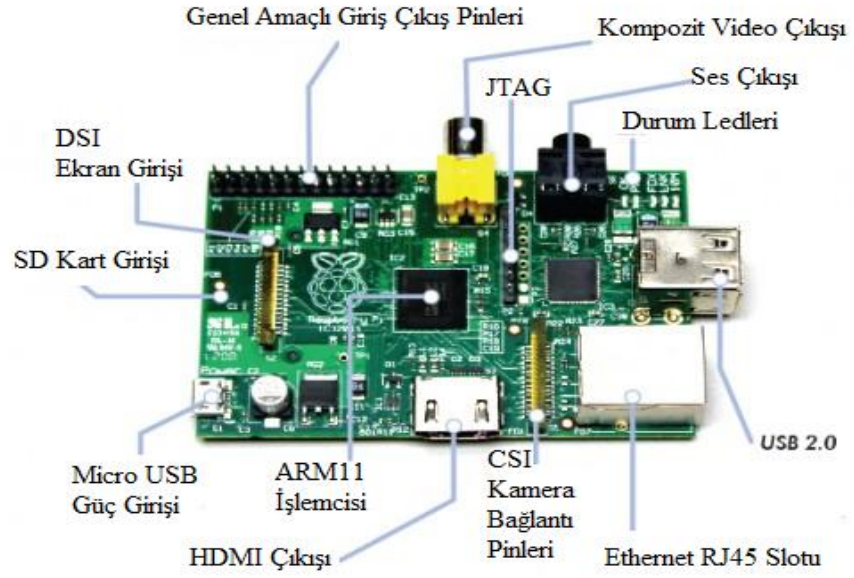
17 Aralık 2012 tarihinde Raspberry Pi Vakfı, IndieCity ve Velocix firmalarıyla işbirliği yaparak kullanıcıların uygulama programları indirebilmeleri için Pi Store'u açmışlardır. Kullanıcıların Raspbian işletim sisteminde bulunan bir uygulamayı kullanarak çeşitli kategorilerdeki uygulamaları bularak indirmeleri mümkündür. Ayrıca kullanıcıların geliştirdikleri uygulamalar da yüklenebilir ve onaylandıktan sonra diğer kullanıcıların kullanımına sunulabilir.

Tablo 4.2 : Raspberry Pi Mikrobilgisayarı Teknik Özellikleri

Broadcom BCM2835 SoC Full HD İşlemci
ARM1176JZ-F düşük güç tüketimine sahip 700 MHz İşlemci
512MB SDRAM
10/100 Ethernet RJ45 jack
İki adet USB konektörü
HDMI Video Çıkışı
HDMI ve 3.5mm Ses Çıkışları
SD, MMC, SDIO kart yuvası (Diğer hafıza kartları için adaptörle kullanım gerçekleştirilebilir.)
Linux işletim sistemini destekler.
Kart boyutları 8.6cm x 5.4cm x 1.7cm

Raspberry Pi hiçbir dahili depolama alanı ve gerekli olan işletim sistemini bünyesinde bulundurmamaktadır. Raspberry Pi, boot özelliği ayarlanmış bir SD-kart gerektirmektedir. Burada seçilecek SD kartın yüksek hızlı olması sistemin takılmadan ve yavaşlamadan stabil çalışmasını sağlayacaktır. Bundan dolayı Class 10 ve üzeri kart sınıfındaki kartların kullanılması tavsiye edilmektedir. Çoğu standart USB klavyeler ve fareler Raspberry Pi ile çalışmaktadır. Kablosuz klavye ve fare kullanımı için ise tek bir USB port (RF dongle için) gerekmektedir. Bluetooth klavye veya fare kullanmak için yine tek port kullanan bir Bluetooth dongle kullanmak gerekir. RPI ekran bağlantısı, HDMI (yüksek çözünürlük) ve Kompozit (düşük çözünürlük) için iki ana bağlantı seçeneği vardır. Cihaz bir Micro USB bağlantısını kullanmaktadır. Sadece güç pinleri bağlıdır ve bu yüzden bu bağlantı üzerinden veri aktarımı olmaz. Cihaz 5V en az 700mA güç verebilen micro Usb girişine sahip modern telefon şarj cihazları ile çalışabilmektedir. Ayrıca, bilgisayar USB portu ya

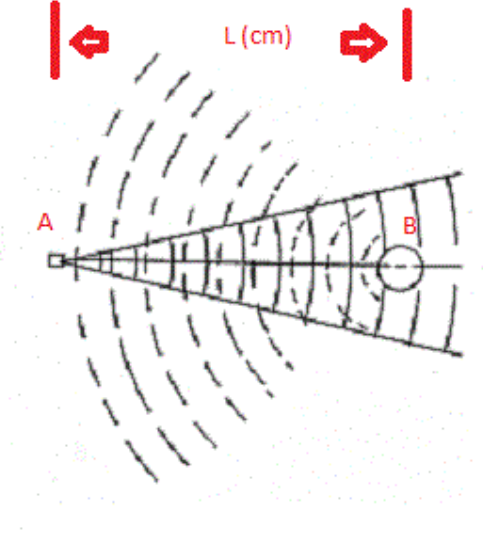
da güçlendirilmiş Usb Hub (güç çıkışına bağlı) ile çalışabilmektedir. Ethernet / LAN kablosu (standart RJ45 konektör) veya bir USB WiFi adaptörü ile internet bağlantısı sağlanabilir. Raspberry pi ethernet portu ile bağlantıda, bağlantının bir yönlendirici aracılığıyla ya da doğrudan başka bilgisayara bağlı olduğu otomatik olarak algılanmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : Raspberry Pi Mikrobilgisayarı Yerleşim Düzeni

4.3. Ultrasonik Sensör

Ultrasonik mesafe ölçümünün temel mantığı; kaynaktan ses üretilir, mesafe boyunca gider, yansır ve geri kaynağa döner. Buradaki sesin üretilmesi ve geri dönmesi arasındaki süre ölçüldüğünde, sesin havada aldığı yol da hesaba katılarak, ultrasonik ses kaynağı ile hedef arasındaki mesafe bulunmuş olmaktadır(Şekil 4.5).

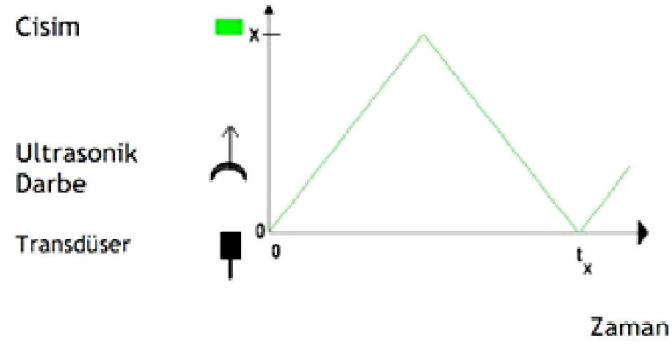


Şekil 4.5 : Ultrasonik Sensör Kapsama Alanı

Ses dalgaları sınıflandırılmasında 20Khz - 1Ghz aralığındaki ses sinyalleri ultrasonik ses olarak tanımlanmıştır. Belirtilen sensör ve birçok ultrasonik sensör 40Khz frekansında ultrasonik ses üretmektedir. Burada önemli olan sesin yüksekliğinde belirleyici olan etken frekanstır. Ses yüksek ise frekansta yüksektir. Ultrasonik ses sinyallerini insan kulağı algılayamaz.

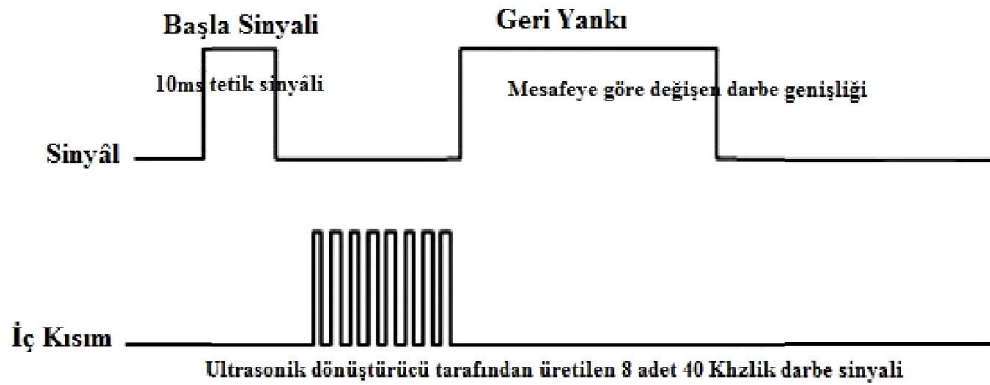
Tüm katı ve sıvı cisimler ultrasonik dalgayı çok iyi oranda yansıtırlar. Hem katı hem de sıvı cisimlerden ultrasonik enerjinin %99'u yansıtılır. Çok ufak oranlardaki enerji miktarı cisim tarafından emilir. Bundan dolayı sensörü çok çeşitli uygulamalarda sorunsuz kullanabilmemiz mümkündür. Ayrıca robotlarda da sıkça kullanılmaktadır.

Ultrasonik modül 2cm ile 300cm arasında değişen mesafelerde temassız ölçüm fonksiyonu sayesinde 3mm hassasiyetle ölçüm yapılabilmektedir. Ultrasonik Modül verici, alıcı ve kontrol devresi içerir.



Şekil 4.6 : Ultrasonik Sensör Uzaklık - Zaman Grafiği

Şekil 4.6'da görüldüğü üzere ultrasonik darbe $t=0$ zamanında transdüser tarafından iletiliyor ve X pozisyonundaki hedef tarafından yansıtıldıktan sonra $t=tx$ zamanında darbe alınıyor. tx ; X mesafesi ile orantılıdır. Sonraki darbe ilk darbenin ultrasonik enerjisinin hepsi absorbe edildiğinde iletilmelidir. Bu yüzden sensöre bir pals gönderilir, sensör okunur ve sensörün datasheetinde yazan süre kadar sensöre tekrar pals gönderilmez. Eğer bekleme yapılmazsa sensör yanlış değerler döndürür. Çünkü ilk yollanan sinyal bir yerden yansıyor ve sensöre geri dönmeye devam eder.



Şekil 4.7 : Ultrasonik Sensör Zamanlama Diyagramı

Şekil 4.7'de görüldüğü üzere en az $10\mu s$ yüksek seviyede sinyal tetik kullanılarak modül otomatik olarak 8 kere 40 kHz sinyal gönderir ve bir darbe sinyali geri olup olmadığını algılar. Sinyal yüksek düzeyde geri döndüğünde, yüksek çıkış yapılan süre ile yüksek giriş arasında geçen süre belirlenir.

$$\text{Testi mesafesi} = (\text{yüksek düzey zamanı} \times \text{ses hızı } (340\text{m / S}) / 2,$$



Şekil 4.8 : Ultrasonik Sensör Önden ve Arkadan Görünüm

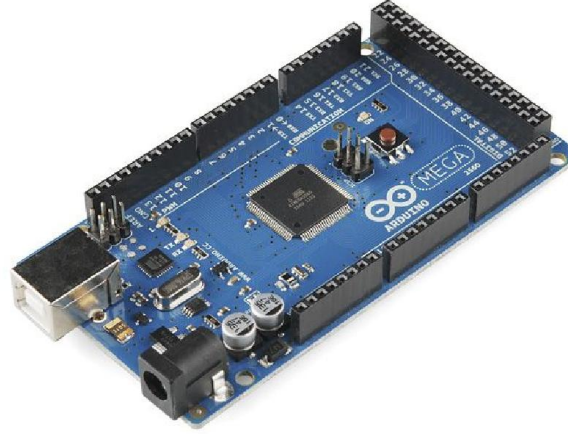
Şekil 4.8’de görüldüğü üzere HCSR-04 ün bağlantı uçları sırasıyla 5V besleme, tetik darbe çıkışı, echo darbe girişi ve 0V toprak şeklindedir. HCSR-04 de tetikleme sinyalinin kararsızlaşmasını önlemek için 60ms ölçüm döngüsü üzerinde kullanılması önerilmektedir.

Tablo 4.3 : Ultrasonik Sensör Özellikleri

Çalışma Gerilimi	DC 5V
Çalışma Akımı	15mA
Çalışma Frekansı	40khz
Konak Mesafesi	3m
Min Aralığı	2cm
Ölçüm açısı	15 derece
Trigger Giriş Sinyali	10ms TTL
Boyutu	45 * 20 * 15mm

4.4. Mikrodenetleyici Kartı

Arduino, Processing/Wiring dilini kullanarak çevre elemanları ile temel giriş çıkış uygulamalarını gerçekleştiren açık kaynaklı fiziksel programlama platformudur. Arduino ile bağımsız olarak interaktif uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir. Aynı zamanda Arduino' u bilgisayar ile Flash, Processing, MaxMSP, C# gibi birçok yazılım üzerinden ya da kendi yazdığımız yazılımlarla haberleştirerek de kullanılabilir. Açık kaynaklı ara yüz yazılımı internet sitesinden Windows, Mac OS X ve Linux platformları için indirilebilmektedir.



Şekil 4.9 : Arduino Mega Mikrodenetleyici Kartı

Arduino Mega 2560 R3, Arduino Mega'nın en son çıkan modelidir (Şekil 4.9). Bundan önceki modellerde bulunan tüm özellikleri desteklemektedir. Mega 2560 R3 modeliyle birlikte önceki versiyonlardaki 8U2 modeli yerine 16U2 modeli kullanılmıştır. Bu şekilde daha hızlı veri aktarımı daha az hafıza kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Linux ve Mac bilgisayarlarda Arduino' u bilgisayara bağlamak için herhangi bir sürücüye ihtiyaç olmamaktadır. Windows bilgisayarlarda Arduino IDE yazılımı içinde gelen inf dosyasının bilgisayara tanıtılması yeterlidir. Bu şekilde Arduino

bilgisayara klavye, mouse, joystick ve benzeri aksesuarlar gibi takıp kullanılabilir hâle getirilebilmektedir.

Mega 2560 R3 ekstradan SDA ve SCL pinlerine sahiptir. Bu pinler kart yerleşiminde AREF pininin yanında bulunmaktadır. Bununla birlikte kart üzerinde önceki versiyonlardan farklı olarak reset pininin yanına iki yeni pin eklenmiştir. Biri eklentilere kart üzerinden besleme sağlamak amacıyla IOREF pini, diğeri ise ileride kullanılmak üzere ayrılmış boş bağlantısız pindir. Mega 2560 R3 piyasada bulunan tüm eklentiler ile uyumlu olup yeni pinleri ile de bundan sonra üretilecek olan yeni eklentilere de uyumlu haldedir.

Tablo 4.4 : Arduino Mega Teknik Özellikleri

ATmega2560 Mikrodenetleyici
7- 12V Giriş Voltajı
54 Dijital G/Ç Pini
14 PWM Çıkışı
16 ADC Girişi
16 MHz Çalışma Frekansı
256 KB Flash Hafıza

4.5. Servo Motor



Şekil 4.10 : Tower Pro MG996 Servo Motor

Şekil 4.10’da görüldüğü üzere Tower Pro MG996 güçlü mekanizmalar için ideal bir servo motordur. Birçok mikrodenetleyiciden alınacak PWM sinyali ile kişisel robot projelerde kolaylıkla kullanılmaktadır. Dişli kutusu metaldir.

Tablo 4.5 : Tower Pro MG996 Servo Motor Özellikleri

Büyükölük	40.6 x 19.8 x 36.5 mm
Ağırlık	50 g
Hız @4.8V	0.15 sn/60°
Zorlanma Torku @4.8V	13 kg·cm
Zorlanma Torku @6V	15 kg·cm

4.6. Kamera Modülü



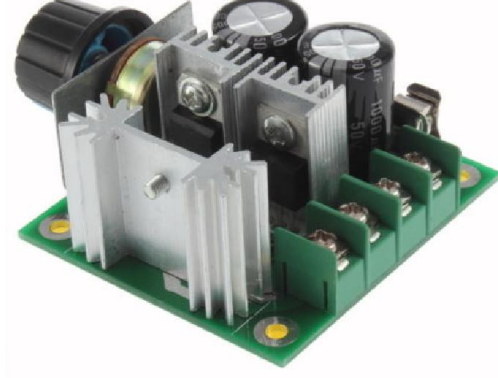
Şekil 4.11 : Raspberry Pi Kamera Modülü

Yüksek çözünürlük sunan bu video kamera Raspberry Pi üzerindeki CSI konektörüne direk bağlanmaktadır. Kameranın üzerinde bulunduğu kartın boyutları 25x20mm olup, kamera dâhil derinliği 9mm'dir (Şekil 4.11). 5 MP çözünürlüklü kamera üzerinde sabit odaklı bir lens bulunmaktadır. 2592 x 1944 piksel statik resim çözünürlüğü sunan kamera, video çekimlerinde ise 1080p 30hz, 720p 60hz ve 640x480p 60/90hz çözünürlüğünü desteklemektedir. Kamera modülü Raspberry Pi üzerinde çalışan tüm işletim sistemlerini desteklemektedir.

Tablo 4.6 : Raspberry Pi Kamera Modülü Özellikleri

Boyutları	25x20x9mm
Çözünürlük	5 MP (2592x1944 piksel)
Video Çekimi	1080p, 720p ve 640x480p

4.7. DC Motor Hız Kontrol Devresi



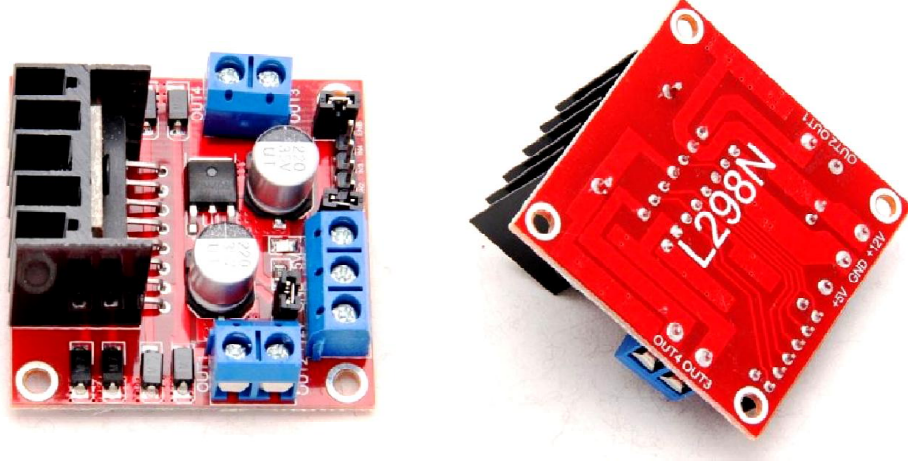
Şekil 4.12 : DC Motor Hız Kontrol Devresi

Şekil 4.12’de görüldüğü üzere DC motor hız kontrol devresinden yüksek verim alabilmek için büyük soğutucular kullanılmıştır. Motor hız ayarı potansiyometre yardımıyla yapılabilmektedir. Bu devre kartı tek yönlü olarak motor sürmektedir. Bu motor hız kontrol devresinin özellikleri Tablo 4.7’de verilmektedir.

Tablo 4.7 : DC Motor Hız Kontrol Devresi Özellikleri

Çalışma Voltaj Aralığı	12V DC-40V DC
Güç Kontrol Aralığı	0.01W - 400W
Statik Akım	0.02 A
Görev Döngüsü (Duty Cycle):	10% -100%
Frekans	13 KHz
Boyutları	(En) 60mm * (Boy) 55 mm * (Yükseklik) 28mm

4.8. Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı



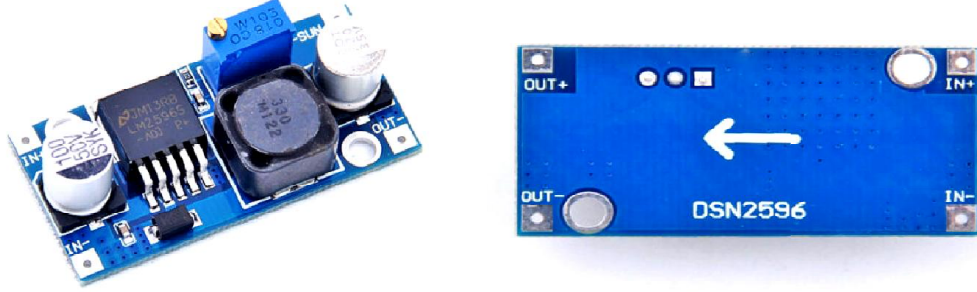
Şekil 4.13 : Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı

Şekil 4.13’de belirtilen 24V'a kadar olan motorları sürmek için hazırlanmış olan bu motor sürücü kartı, iki kanallı olup, kanal başına 2A akım vermektedir. Kart üzerinde L298N motor sürücü entegresi kullanılmıştır. Sumo, mini sumo, çizgi izleyen robotlarda ve çok çeşitli motor kontrol uygulamalarında kullanılmaktadır. DC motorlardan ayrı olarak step motor kontrolüne de imkân sağlamaktadır. Birbirinden bağımsız olarak iki ayrı motoru kontrol edebilir (Tablo 4.8). Üzerinde dâhili regülatörü vardır. Yüksek sıcaklık ve kısa devre koruması vardır. Ayrıca motor dönüş yönüne göre yanan ledler ve kart üzerinde dâhili soğutucu bulunmaktadır. Akım okuma (current sense) pinleri dışa verilmiş hâldedir. Kartın 4 yanında istenilen yüzeye sabitlenebilen 4 adet metal aralayıcı bulunmaktadır.

Tablo 4.8 : Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı Pin Bağlantıları

Pin	Özellik	Pin	Özellik
ENA	Sol motor kanalı aktif pini	IN1	Sol motor 1. girişi
ENB	Sağ motor kanalı aktif pini	IN2	Sol motor 2. girişi
MotorA	Sol motor çıkışı	IN3	Sağ motor 1. girişi
MotorB	Sağ motor çıkışı	IN4	Sağ motor 2. girişi
VCC	Voltaj girişi(4.8V-24V)	GND	Toprak bağlantısı

4.9. Mini Ayarlanabilir 2A Voltaj Regülatör Kartı



Şekil 4.14 : Mini Ayarlanabilir 2A Voltaj Regülatör Kartı - LM2596 - ADJ

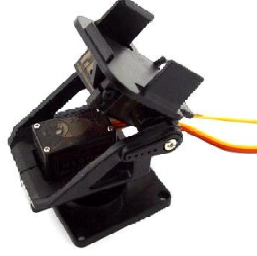
DC-DC step - down voltaj regülatör kartı üzerinde anahtarlamalı gerilim regülatörü olan LM2596 entegresi bulunmaktadır (Şekil 4.14). Regülatör üzerinden 2A'ya kadar akım akıtılabilir. Giriş gerilimi 4 - 35V arasındadır. Bu aralıkta uygulanan voltaj değerine göre kart üzerindeki trimptottan yararlanılarak 1.25 - 30V arası çıkış gerilimi elde edilebilir. Regülatör kartı üzerinde giriş ve çıkış gerilimleri bağlantısı için boş pin bulunmaktadır. Bu sayede erkek header lehimlenerek breadboarda veya farklı kartlara entegre edilebilir ya da direk kablo lehimlenerek kullanılabilir. Kart ile yapılan uygulamalarda giriş gerilimi her zaman çıkış geriliminden daha yüksek olmak zorundadır. Kart üzerinde yer alan;

- IN+ :Pozitif besleme girişi,
- IN- :Toprak girişi,
- OUT+ :Pozitif gerilim çıkışı,
- OUT- :Toprak çıkışıdır.

Tablo 4.9 : 2A Voltaj Regülatör Kartı - LM2596 – ADJ Özellikleri

Giriş Gerilimi	4-35V
Çıkış Gerilimi	1.25-30V
Çıkış Akımı	2A (Soğutucu ile 3A)
Kart Ölçüleri	58x20mm

4.10. Servo Motor PTZ Modülü



Şekil 4.15 : Sg90 Servo Motoru İçin 2 Eksen PTZ Modülü

Şekil 4.15’de görülen servo motor PTZ modülü, SG90 Servo motor için üretilen genellikle kamera modülleri için kullanılan yatay ve dikey hareket sağlayabilen naylon malzeme modülüdür.

4.11. Mini Servo Motor



Şekil 4.16 : Tower Pro SG90 RC Mini Servo Motor

Şekil 4.16’da görülen Tower Pro SG90 küçük mekanizmalar için ideal bir servo motordur. Birçok mikrodenetleyiciden alınabilen PWM sinyali ile robot projelerinde kullanımı yaygındır. Dişli kutusu plastiktir.

Tablo 4.10 : Tower Pro SG90 RC Mini Servo Motor Özellikleri

Büyükük	23.1 x 12.2 x 29 mm
Ağırlık	9 g
Hız @4.8V	0.1 sn/60°
Zorlanma Torku @6V	1.3 kg·cm
Kablo Uzunluğu	15 cm

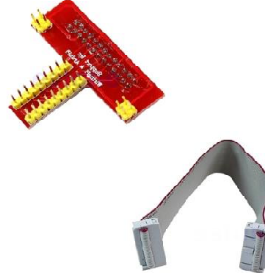
4.12. 2 Eksenli Joystick Modül Kartı



Şekil 4.17 : 2 Eksenli Joystick Modül Kartı

Şekil 4.17’de görülen iki eksenli joystick kartı çeşitli robotik projelerde, kumandalarda ve kontrol sistemlerinde kullanılabilir. X ve Y eksenli olmak üzere iki eksenli analog çıkış verir. Bununla birlikte joystick’in ortasında bir adet de buton bulunmaktadır. Ayrıca kart üzerinde güç ledi bulunmaktadır.

4.13. 26 Pin Ribbon Kablo ve GPIO-Breadboard Kartı



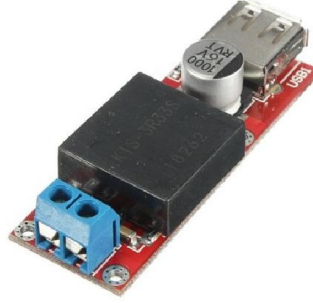
Şekil 4.18 : 26 Pin Ribbon Kablo ve GPIO-Breadboard Kartı

Şekil 4.18’de görülen modül kartı ve kablo Raspberry Pi mikrobilgisayarı GPIO portlarını dış ortama aktarmak için kullanılmaktadır.

Tablo 4.11 : Modül Kartı ve Kablo Özellikleri

Ağırlık	10g	Ağırlık	20 g
Voltaj çıkışı	3,3v ve 5v	Pin sayısı	26
Pin sayısı	20	Genişlik	32mm/1.26"(inch)
		Uzunluk	200mm/7.87"

4.14. KIS3R33S Regülatör Modül Kartı



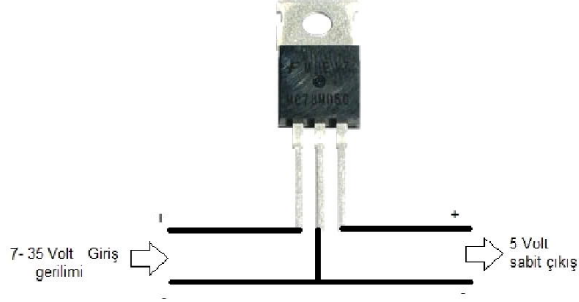
Şekil 4.19 : KIS3R33S Regülatör Modül Kartı

Şekil 4.19’da görülen KIS3R33S regülatör modül kartı usb portu üzerinden 5 V gerilim istenen uygulamalar için kullanılmaktadır. Aşırı akım koruma özelliği bulunmaktadır.

Tablo 4.12 : KIS3R33S Regülatör Modül Kartı Teknik Özellikleri

Giriş voltajı	DC 7V – 24V
Çıkış voltajı	DC 5V
Çıkış akımı	3A (maks)
Dönüşüm verimliliği	%96 (maks)
Anahtarlama frekansı	340KHz
Çıkış dalgalanma	30mV (maks)
Yük regülasyonu	± 0.5%
Gerilim regülasyonu	± 2.5%
Çalışma Sıcaklığı	-40 °C +85 °C
Boyutu	2.1 x 1.4 cm

4.15. 7805 ile 5V Regülatör Devresi

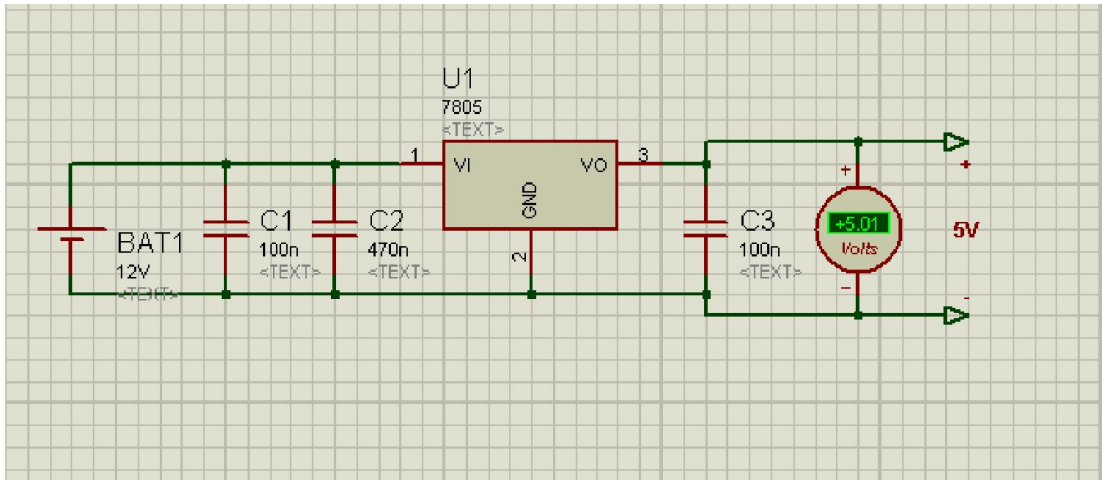


Şekil 4.20 : 7805 Entegresi

Hemen hemen her projede kullanılan voltaj regülatörüdür. Dijital entegreler ve denetleyiciler (PIC serisi) +5V besleme ile çalıştığından dolayı uygulamalar için önemli bir elemandır. 7805 7-35V arası uygulanan gerilimi 5V'ye sabitler (Şekil 4.20). Bu sabitlemeyi yaparken üstündeki ortasında yuvarlak bulunan metal kısım ısınır. Bu yüzden soğutucu ile kullanılması tavsiye edilir.

Tablo 4.13 : 7805 İle Kurulan Genel Devre Elemanları

2 adet 100nF kondansatör
1 adet 470nF kondansatör
1 adet 7805 entegresi
1 adet 2'li klemens

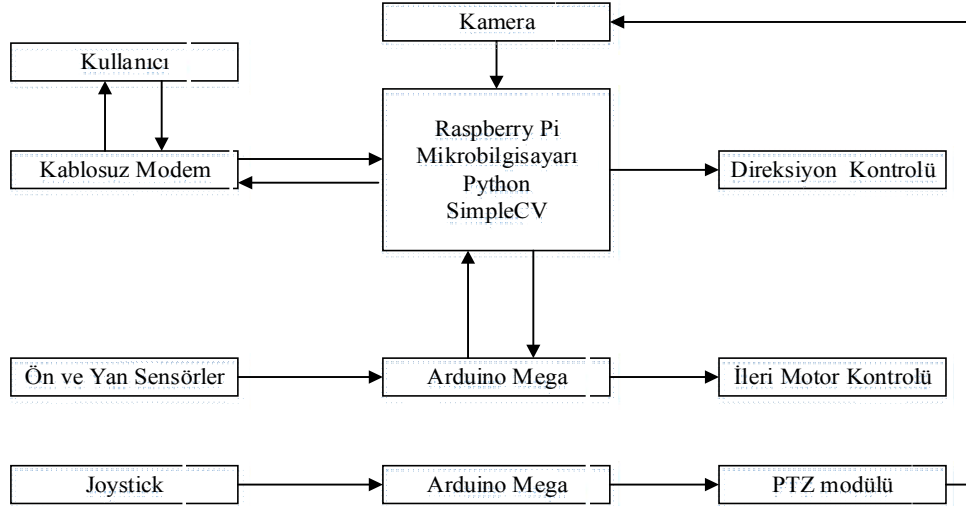


Şekil 4.21 : 7805 ile 5V Regülatör Devresi

5. ARACIN OLUŞTURULMASI

Bu projede, mikrobilgisayar kullanılarak görüntü işleme metotları ve sensörler yardımıyla hareket eden ve yön kontrolü sağlayan bir sistem tasarlanmıştır .

Araçtaki otonom hareket sistemi; güvenlik amacıyla araca yerleştirilen ve dış dünyadan veri edinmeyi sağlayan sensörlerden edinilen bilgileri değerlendiren ve eyleme dönüştüren bir mikrodenetleyici devresi, bir mikrobilgisayar, bu mikrobilgisayar için özel olarak üretilen kamera devresi, kameradan alınan görüntüleri işleyen ve otonom hareket eylemini yönlendiren kontrol yazılımından oluşmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 : Tasarlanan Sistemin Blok Şeması

Projemizde aracın özellikle kapalı ortamlarda WIFI üzerinden iletişim sağlayabilmesi amacıyla üzerinde tümleşik WIFI bulunan A13 – OlinuXino - WIFI modeli kullanılmış, ancak bu mikrobilgisayar modelinde teknik bilgi azlığı, kaynak yetersizliği, Arduino mikrodenetleyici uyumsuzluğu ve kamera bağlantısının USB aracılığıyla yapılması nedenleriyle, daha çok kullanıcı kitlesine, kaynağa sahip ve üzerindeki CSI portu ile daha uyumlu çalışan kamerasından dolayı Raspberry Pi mikrobilgisayarı kullanılmıştır.

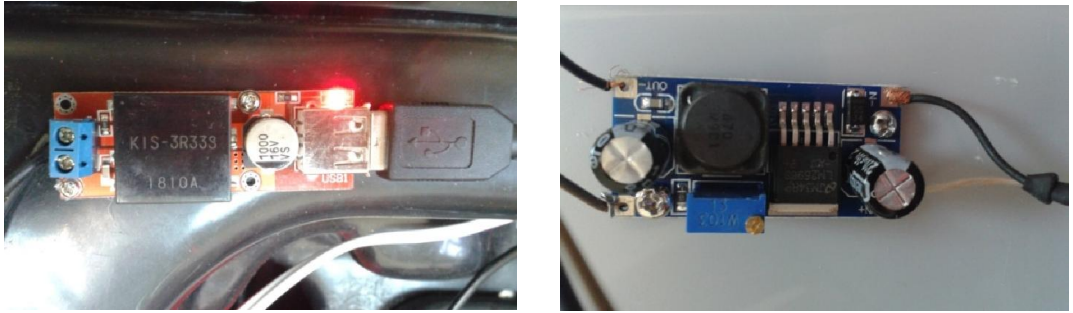
Bir otonom ünite de en önemli güvenlik elemanlardan birisi kullanılan algılayıcılardır. Kullanılacak algılayıcılar ile dış dünyadaki sıcaklık, nem, ışık, uzaklık vb. gibi pek çok bilgi edinilebilir. Bu otonom hareket eden araçtaki en önemli verilerden biri çevresindeki cisimlere olan uzaklık verisinin edinilmesidir. Bu araçta algılama için 2 öne (Şekil 5.2) ve 2 yana olmak üzere 4 adet HC-SR04 ultrasonik uzaklık algılayıcısı kullanılmıştır. Bu sensörler hızlı bir şekilde 3 cm. - 300 cm. arasındaki cisimleri algılama kabiliyetine sahiptir. HC-SR04 sensöründe ultrasonik verici ve alıcı kullanılarak mesafe tespiti sağlanmaktadır. Aracın herhangi bir engele uzaklığını bulmak için kullanılacak farklı üreticilere ait algılayıcılar mevcuttur, ancak HC-SR04 kullanılacak en ucuz algılayıcılardan birisidir. Bu algılayıcıların sayısının fazla olması ve 300cm üzerindeki alanlarda bekleme süresinin fazla olması nedenleriyle Arduino'nun NewPing Kütüphanesi yardımıyla sensör sayısının artmasına rağmen ölçüm süresinin sabit kalması sağlanmıştır.



Şekil 5.2 : Ön Sensörler

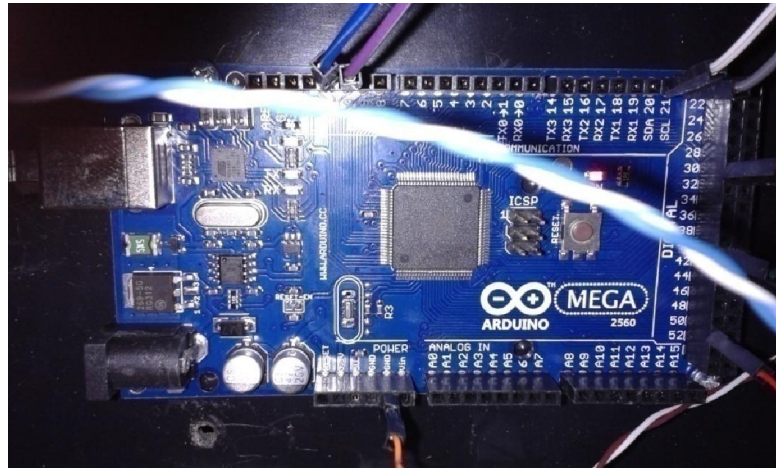
New Ping Kütüphanesi, ping atmak denilen yöntemle benzer şekilde çalışmaktadır. Ultrasonik sensörden gönderilen ultrasonik dalgalar belli bir süre beklenmekte ve algılayıcı tarafından bu süre içinde algılama yapılamazsa sensör için belirlenen en uzun mesafeye göre işlem yapılmaktadır. Bu da bekleme sürelerine ve tıkanmalara neden olmamakta ve aracın daha güvenli çalışmasını sağlamaktadır.

Akülü araç üzerinde bulunan dâhili aküye paralel güç beslemesinin regüle edilmesi ile araç üzerindeki Raspberry Pi mikrobilgisayarı (Şekil 5.3 (a)), Arduino mikrodenetleyici kartları, araç kumandası (Şekil 5.3 (b)) ve sensörler için gerekli olan voltaj değerleri ve amper değerleri sağlanmıştır.



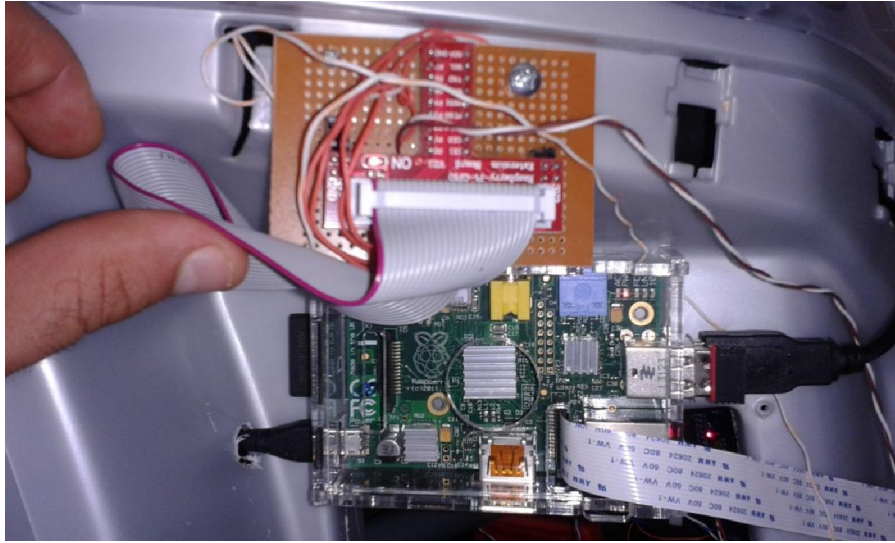
Şekil 5.3 : KIS3R33S Regülatör Kartı (a), LM2596 Regülatör Kartı (b),

Akülü araca yerleştirilen sensörler sayesinde aracın önündeki ve yanlarındaki cisimlerle olan uzaklığı belirlenerek aracın ileri gitme durumu kontrol altına alınmış, çevresine ve kendisine zarar vermesi engellenmiştir. Aracın önüne takılan kamera aracılığıyla mikrobilgisayara aktarılan görüntü, SimpleCV kütüphanesini kullanan görüntü işleme programı ile işlenerek aracın otonom çalışması sağlanmıştır. Raspberry Pi ve Arduino arasında Python kütüphanelerinden olan PySerial Kütüphanesi ile seri iletişim yapılmaktadır. Arduino güç teminini ve seri iletişimini Raspberry Pi ile arasındaki USB kablo ile sağlamaktadır (Şekil 5.4).



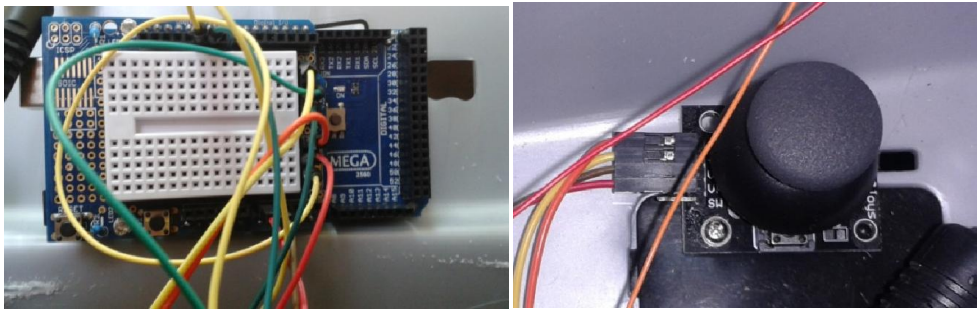
Şekil 5.4 : Robozok Üzerindeki Arduino1 Mikrodenetleyicisi

Mikrobilgisayarın üzerindeki CPU frekansları, Core frekansı, SDRAM frekansı arttırılmıştır. Dolayısıyla işlemcinin ihtiyacı olan voltaj artırım işlemi de uygulanmıştır. Bu işlem işlemcinin daha fazla güç tüketmesine ve doğal olarak da fazla ısınmasına neden olmuştur. Bu nedenle Şekil 5.5'te görüldüğü üzere CPU üzerine, Ram üzerine ve güç katı üzerine uygun boyutlarda mikro denetleyici soğutucuları eklenerek bu ısının sisteme zarar vermesi engellenmeye çalışılmıştır.



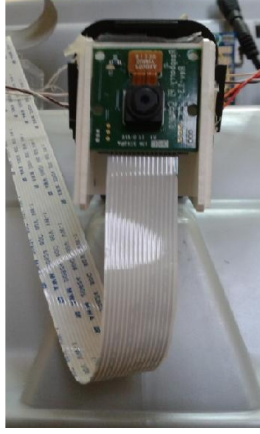
Şekil 5.5 : Robozok Üzerindeki Raspberry Pi Mikrobilgisayarını ve GPIO Modülü

Araç üzerindeki kameranın bağlı olduğu PTZ modülü aracılığıyla ve Arduino2'nin (Şekil 5.6 (a)) bağlı olduğu joystick (Şekil 5.6 (b)) modülü komutlarıyla araç üzerindeki kontrol sistemlerinden bağımsız olarak PTZ yönlendirilmesi sağlanmaktadır.



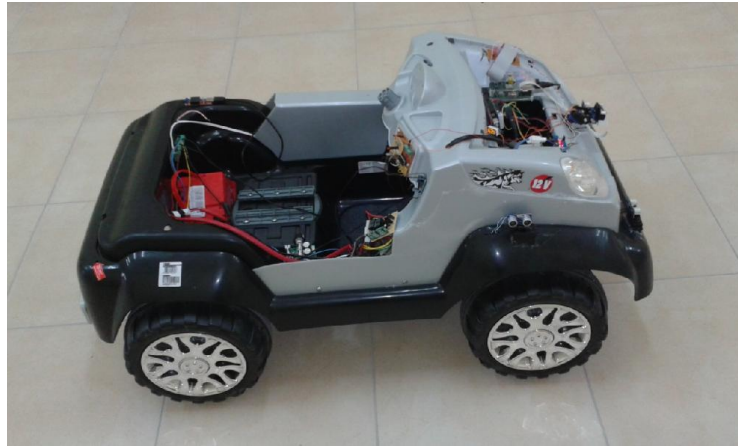
Şekil 5.6 : Arduino2 Mikrodenetleyicisi (a), Joystick Modülü (b)

Araç üzerinde Raspberry Pi mikrobilgisayarı için özel olarak üretilmiş olan CSI haberleşmesine sahip Sunny chipsetli 5 MP Raspicam kamera modülü kullanılmıştır. Kamera kablosu, kameranın esnek olarak sağa - sola ve yukarıya - aşağıya hareket edebilmesi amacıyla 30 cm uzunluğunda yeni bir CSI portuna uygun kablo ile değiştirilmiştir (Şekil 5.7).

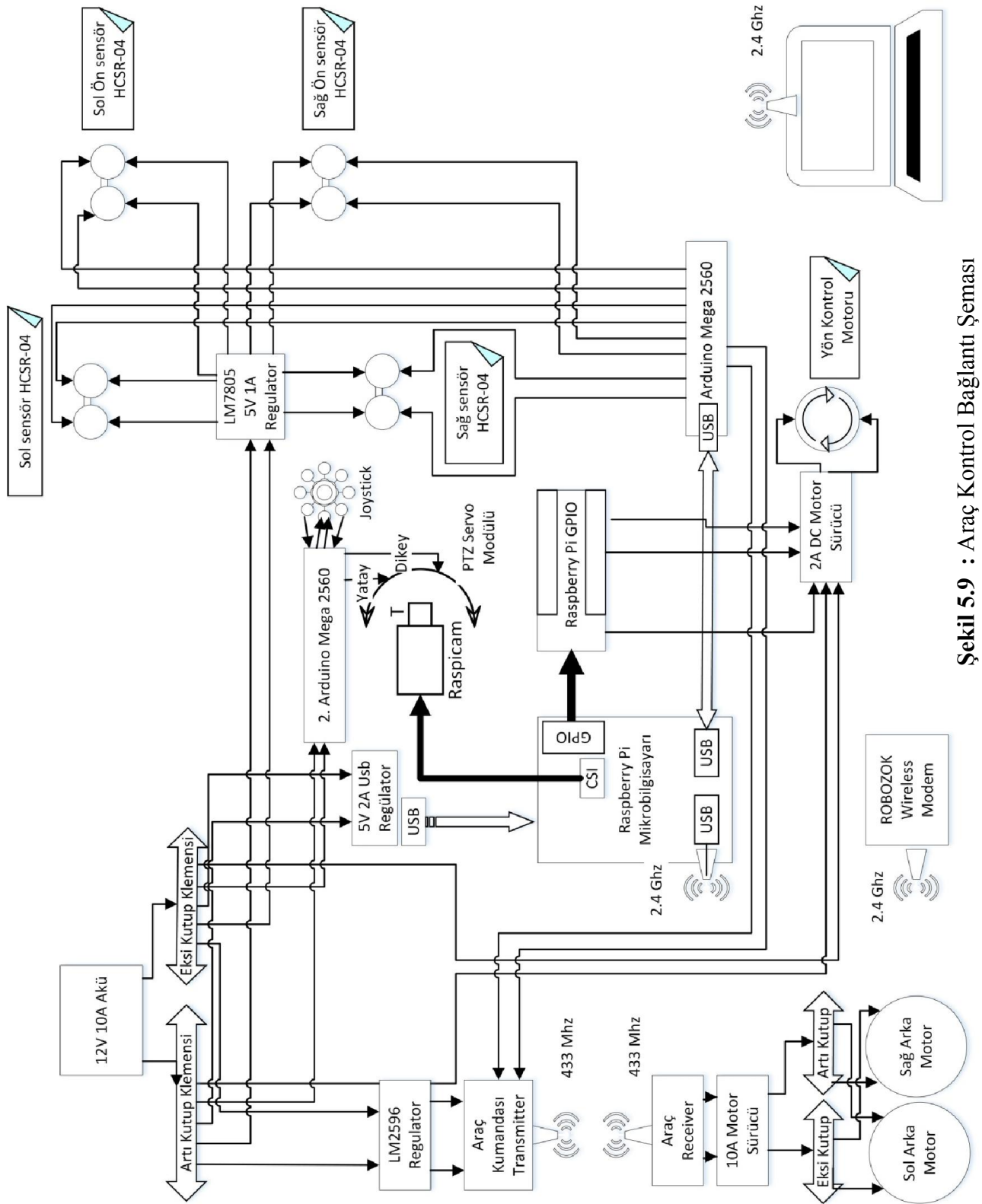


Şekil 5.7 : Raspicam Kamera Modülü

Araç üzerindeki mikrobilgisayara WIFI özelliği kazandırmak amacıyla Realtek RT-2870 chipsetli bir WIFI adaptör takılmış ve araca tahsis edilen “ROBOZOK” isimindeki WIFI özellikli modem aracılığıyla kullanıcı ile araç arasındaki etkileşim sağlanmıştır. Raspberry Pi mikrobilgisayarı üzerine kurulu olan SSH ve Tightsncserver programları aracılığıyla Robozok modemi üzerinden komutsal olarak ve grafiksel olarak tam kontrol sağlanabilmektedir. Tasarlanan aracın son hali şekil 5.8’deki gibidir.



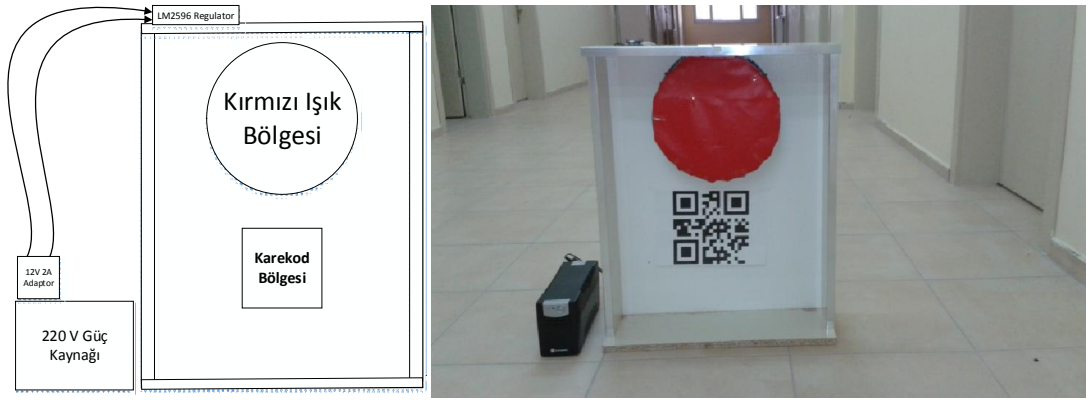
Şekil 5.8 : Tasarlanan Robozok Aracı



Şekil 5.9 : Araç Kontrol Bağlantı Şeması

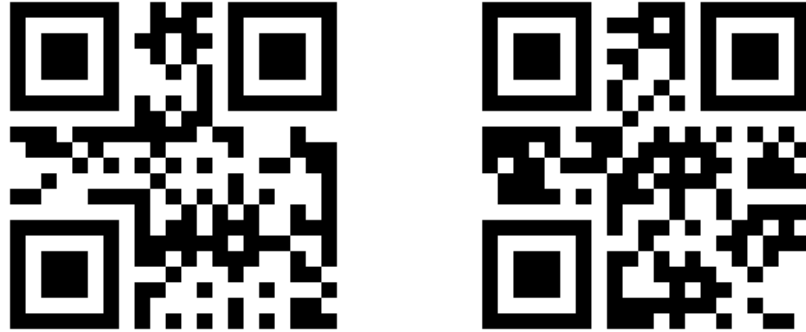
6. ARACIN ÇALIŞTIRILMASI

Araç çalıştırılması ROBOZOK isimli modem üzerinde sağlanmaktadır. Android işletim sistemi üzerine kurulu program aracılığıyla algoritma devreye alınmakta ve araç görüntü işleme ile harekete başlamaktadır. Görüntü işlemede en fazla 40 metre uzaklıkta bulunan kırmızı yuvarlağa benzeyen nesne tanımlanmış ve bu nesne doğrultusunda aracın hareketi sağlanmıştır (Şekil 6.1).



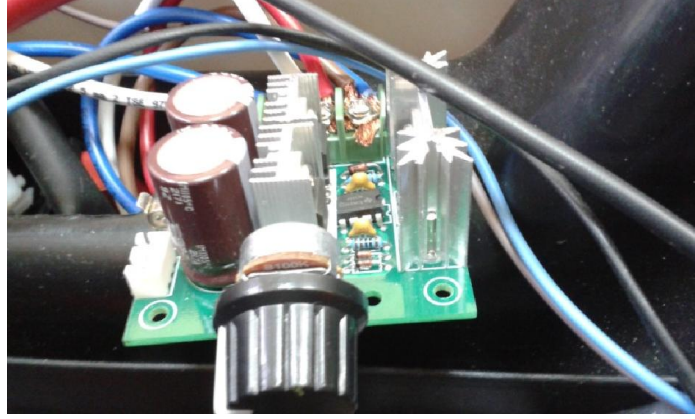
Şekil 6.1 : Hedef Modülü

Araç belirtilen hedef modülüne 3 metreden daha kısa mesafeye geldiğinde Python SimpleCV kütüphanesinin alt kütüphanesi olan Zbar kütüphanesi devreye girmekte ve barkot okuma algoritması aracılığıyla ışık altındaki kare koda göre aracın sağa sola yönelmesi sağlanmaktadır (Şekil 6.2).



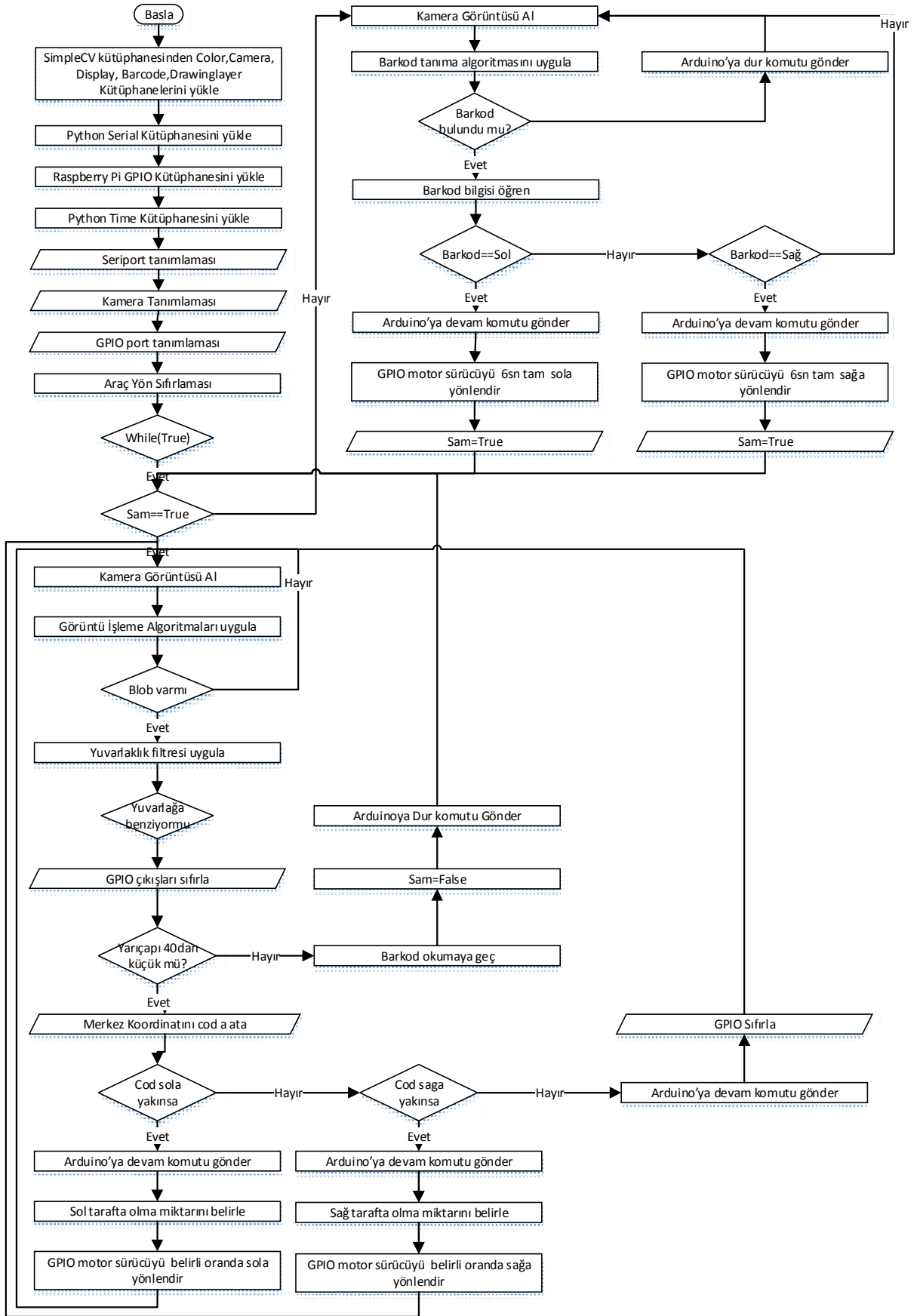
Şekil 6.2 : Kare Kod Örnekleri (sol) (sağ)

Görüntü işlemenin ve araç yönlendirmenin 700 MHZ hızındaki Raspberry Pi mikrobilgisayarı ile yapılmasından ötürü araç görüntü işleme hızı yavaş olmaktadır. Şimdiye kadar yapılan geliştirmelerle saniyede görüntü işleme hızı yaklaşık 1,66 FPS olmaktadır. Bu durum ise aracın doğru karar verebilmesinde sorunlara neden olabilmektedir. Bu nedenle de saatte 7 km hızla giden aracın hızının düşürülmesi, ancak gücünün aynı seviyede kalması amacıyla araç üzerinde 12V 10A'lık motor sürücü kartı kullanılmıştır (Şekil 6.3). Bu motor sürücü kartının tek yön kontrol üzerinde kullanılmasından dolayı aracın geri gitme fonksiyonu devre dışı bırakılmıştır. Bu kart sayesinde aracın hızı, ihtiyaca ve toleransa göre artırılıp azaltılabilmektedir.



Şekil 6.3 : 12V 10A'lık Motor Sürücü Kartı

Tasarlanan araç, hareketli engellere karşı alınan güvenlik önlemi sayesinde kırmızı led lamba ile arasına giren cisimler olması durumunda yanlış hareket etmemesi için bekleme yapmakta ve bu yabancı cisimlerin aradan çıkması hâlinde hareketine devam etmektedir. Ön sensörlerin 80 cm, yan sensörlerin ise 40 cm yakınında olan engeller için güvenlik sistemi oluşturulmuştur. Bu çalışmadaki asıl amaç, otonom aracın hareketini sağlamak için gerekli görüntü işleme, otonom araç güvenlik sistemi ve hareketi yönlendiren kontrol yazılımının tasarlanması üzerine olmuştur. Geliştirilen sistemdeki veri akışları Şekil 6.4'da gösterildiği gibidir.



Şekil 6.4 : Robozok Aracı Çalışma Algoritması

7. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARI

Geliştirilen sistem genel olarak, aracın güvenli gitme bilgisinin Arduino'ya bağlı sensörler ile Raspberry Pi mikrobilgisayarına aktarılması ve araçtaki mikrobilgisayara CSI portundan bağlı kameradan elde edilen görüntülerin de gerçek zamanlı olarak işlenerek yön kontrolünün sağlanması şeklinde çalışmaktadır. Ayrıca araç üzerindeki mikrobilgisayarda kullanılan Linux Debian işletim sisteminin ve Python programlama dili üzerindeki SimpleCV görüntü işleme kütüphanesinin daha performanslı çalışması amacıyla overclock (performansın üzerinde çalıştırma işlemi) yapılmıştır.

Raspberry Pi Resmi Overclock değerleri

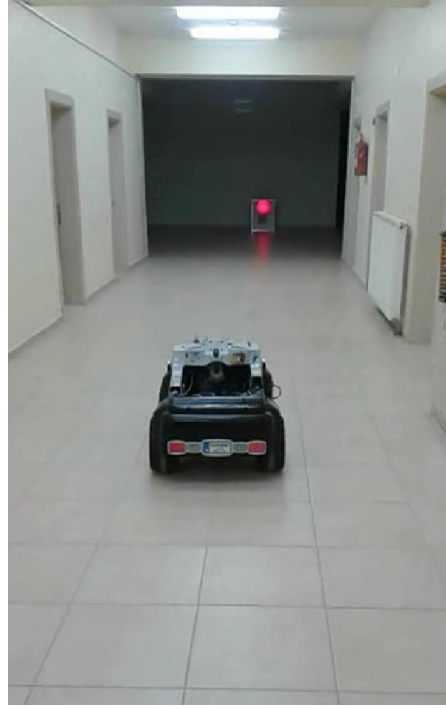
- None 700MHz ARM, 250MHz core, 400MHz SDRAM, 0 overvolt
- Modest 800MHz ARM, 250MHz core, 400MHz SDRAM, 0 overvolt
- Medium 900MHz ARM, 250MHz core, 450MHz SDRAM, 2 overvolt
- High 950MHz ARM, 250MHz core, 450MHz SDRAM, 6 overvolt
- Turbo 1000MHz ARM, 500MHz core, 600MHz SDRAM, 6 overvolt

Yukarıdaki değerlerden iki tanesinin, None ve Turbo seçenekleri, görüntü işleme performansları karşılaştırılmış ve 5 dakikadaki en çok görüntü işleme sayıları;

- None mode 251 Görüntü
- Turbo Mode ise 499 Görüntü

olarak belirlenmiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi görüntü işleme hızları neredeyse 2 katına çıkarılabilmektedir

Aracın direksiyon - tekerlek arası mekanizmasında azımsanmayacak değerde boşluk bulunmaktadır. Bu boşluk yüzünden dümen kontrolündeki açısal kontrolde istenmeyen gecikmeler yaşanmaktadır. Bu olumsuzluk aracın hareket etmesi gereken alanın hata toleransına sahip olması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle aracın çalışması gereken koridor alanını 2,5 metreden fazla olmalıdır. Araç testleri 3m'den geniş koridorlarda yapılmıştır.



Şekil 7.1 : Aracın İç Mekândaki Farklı Işık Ortamlarında Test Edilmesi

Robozok aracının sadece belli bir alanda çalışması için değil genel olarak dış mekan - iç mekân farkı gözetmeksizin alandan ve mekândan bağımsız şekilde çalışması sağlanmıştır (Şekil 7.1 - Şekil 7.2). Sistemin kurulum yapılan alana göre ufak ayarlamalar yapılması aracın görüntü işleme performansının artırılması açısından gerekebilir. Örneğin araç son haliyle, dönüşlerin 75° ve 105° arasında olduğu durumlar için ayarlanmıştır, ancak yazılım üzerinde ve kare kod üzerinde yapılacak ufak değişiklikler ile dönüş açısı bilgisi kare kodun içine gömülerek istenilen yer için istenilen ayarlamaların kolayca yapılması sağlanabilecektir.

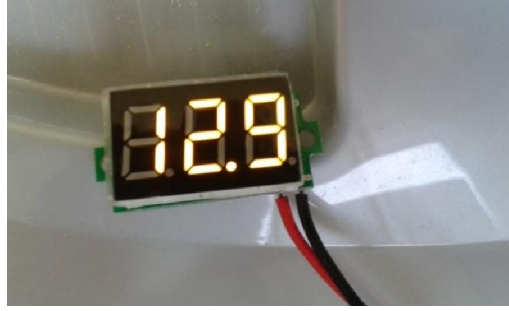


Şekil 7.2 : Aracın Dış Mekanda Test Edilmesi

Aracın üzerindeki kontrol sistemine bağlantı yapılabilmesi amacıyla aynı ortamda ROBOZOK modemi bulundurulmaktadır. Ancak bu modem bağlantısının kesilmesi durumunda, mikrobilgisayar üzerindeki algoritma işletilmeye devam edecek ve dolayısıyla aracın hareketinin devamı sağlanacaktır. Hedef bulunamadığı durumlarda güvenlik nedeniyle aracın hareketine izin verilmemektedir.

Araca bağlanan motor hız kontrol devresi üzerindeki potansiyometre ile aracın hızı değiştirilebilmektedir. Optimal olarak 30 cm/saniye hızı kararlı bir hız görülmüştür.

Araç enerjisi akü ile sağlanmaktadır ve aracın herhangi bir enerji kaynağı ile kablolu bağlantısı yoktur (Şekil 7.3). Bu çalışmada aracın enerji gereksinimi ile ilgili sorunlara odaklanılmamıştır.



Şekil 7.3 : Araç Üzerine Montajı Yapılan Akü Voltaj Göstergesi

Tasarlanan görüntü işleme algoritmasında uzaklık arttığında hedefte bulunan kırmızı ışığın yuvarlaklık ve parlaklık netliği düşmektedir. Bundan dolayı hedef mesafesini fazlaştırmak amacıyla algoritma üzerindeki yuvarlaklık ve parlaklık toleransı artırılmıştır. Kameranin görmüş olduğu yuvarlak ışığın yuvarlaklık kontrol toleransının arttırılmasının nadiren de olsa yanlış tanıma sorunlarına neden olduğu görülmüştür.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, görme tabanlı bir mobil robotun tasarımı ve uygulanması ile birlikte hem rengine hem de şekline göre kırmızı ışık takibi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu sonuçlara göre çizgi çizme yöntemi kullanılmayan tarla trafik sistemleri, maden ocağı raysız taşıma uygulamaları gibi sistemlere farklı bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır.

Araç üzerindeki direksiyon mekanizmasından kaynaklanan boşluk nedeniyle aracın kararlı çalışmasıyla ilgili sorunların, araç kasasının değişmesiyle veya robot kasası üzerine taşınmasıyla daha kararlı çalışacağı düşünülmektedir. Direksiyon göbeği boşluksuz bir araç kullanılarak hedef takibi, daha az hamle ile sağlanabilecektir.

Mikrobilgisayar hızının az olması görüntü işleme hızının da az olmasına neden olmaktadır. Ayrıca araçta direksiyon göbek boşluğu da bulunmaktadır. Bu iki nedenden dolayı aracın hız artırımı, doğrultu tolerans miktarını arttırmayı zorunlu kılmaktadır. Bu sebeple aracın hareket hızının fazla ayarlandığı durumlarda aracın kararsız davranabilmesi durumu göze alınmalıdır.

Uygulamada kullanılacak pek çok hazır robot piyasada mevcut iken, proje kapsamında tasarlanarak oluşturulmuş mobil robot, Arduino mikrodenetleyici kartının geliştirilmeye açık bir yapıda olması sayesinde aracın sürekli geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Tasarımı gerçekleştirilen bu mobil robotta görüntü işlemeye dayalı olarak hareketlerinin koordine edilmesi ve sensörler yardımıyla güvenliğin üst düzeye çıkarılması sağlanmıştır. Çevresi ile etkileşim içerisinde bulunan böyle bir mobil robot için gerekli mekaniksel ve elektriksel yapı karmaşıklığı önlenmiştir.

Son yıllarda bu konu ile ilgili araştırmaların arttığı görülmektedir. Bu araç sistemi sayesinde örneğin tarla trafik uygulamalarında, elde edilen ürünlerin ekonomik bir şekilde depolarda biriktirilmesi sağlanabilecektir. Aracın en fazla 40 metre aralıklarla yerleştirilen ışığa ve barkot bilgilerine göre belirli bölgelerden geçmesi sağlanıp toplanan ürünlerin araca bağlı römorka konulması ile ürünlerin biriktirileceği depoya getirilmesi ve yeniden geri dönüp tarladaki başlangıç noktasına varması

sağlanabilecektir. Tasarlanan sistemin en büyük özelliği, benzer özellikteki sistemlerin üretim maliyet ve ARGE maliyetlerinin oldukça yüksek olmasına rağmen, sistemin basit bir şekilde indirgenerek daha ucuz maliyetle kurulabilecek bir duruma getirilmesidir.

Araç elektrik gereksinimini üzerindeki 12V 10A destekleyen aküden almaktadır. Araç motorlarının güçlü olması ve üzerindeki bilgisayar - kontrol sistemlerinin elektrik gereksinimlerini bu aküden karşılamasından dolayı akü yaklaşık 1 saatte bitmektedir. Ancak dış ortamda çalışacak araç için araç üzerine montajı yapılacak güneş panelleri sayesinde akü şarj sorunu ortadan kalkabilecektir.

Araç üzerindeki Raspberry Pi mikrobilgisayarına bağlanacak USB 3G modem aracılığıyla kontrol sistemi internet erişimine açılacaktır. Araca özel yapılacak Android yazılımı ile anlık olarak kamera görüntüsü izlenebilecek ve gpio portları aracılığıyla istenildiğinde araca manuel olarak yön verilebilecektir. Yapılan çalışma bunlara temel oluşturan bir çalışmadır.

Araç kontrol sistemini yöneten ve görüntü işlemeyi gerçekleştiren bilgisayar olarak daha yüksek hızlarda çalışan bir bilgisayar seçildiği takdirde aracın istenilen rotada daha doğru şekilde yalpalama yapmadan gitmesi sağlanabilecektir.

Aracın üzerine eklenecek verici devresi ve hedef noktasına yerleştirilecek alıcı devresi ile bu devreler arasındaki uzaklıktan kaynaklanan gecikme bilgisi ve araç hedef uzaklık bilgisi belirlenecek olup, buna göre hedef lamba parlaklık değeri değiştirilebilecektir. Gecikme süresi fazla olduğunda parlaklığın artırılması, az olduğunda ise parlaklığın azaltılması gerekmektedir. Bu sistemin eklenmesi sayesinde araç hareketindeki doğruluğun artırılacağı düşünülmektedir.

Araç üzerindeki sensörlerin bağlı olduğu servo motorların belli açılarda (örneğin 15 derece) hareketiyle elde edilecek bilgilerle daha güçlü bir güvenlik sistemi sağlanabilecektir. Bu durumda dikkat edilmesi gereken husus, servo motor hareketi nedeniyle özellikle araç önünde bulunan sensörlerin algılama verilerinin karışmamasıdır.

Sonuç olarak tasarlanan ve oluşturulan araç geniş koridorlarda veya dış mekanlarda kullanılabilir, düşük maliyetli bir araç olmuştur. Maliyet artırılıp mikrobilgisayar yerine güçlü işlemcili bir bilgisayar kullanılarak, mikrobilgisayar uyumlu kamera yerine daha yüksek çözünürlüklü bir kamera kullanılarak ve sensör sayısı artırılarak güvenlik sistemi daha üst seviyeye çıkarılarak üst düzey profesyonel bir araç oluşturulabilir. Bu şekilde tasarlanacak bir araçta göbek boşluğu büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bundan dolayı araç seçiminde 2 ön 1 arka tekerden oluşan bir araç belirlenirse daha etkili sonuçlar alınacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. AHK Robotik http://www.ahkrobotik.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12:ahk-robotik&catid=1:irket, (Erişim Tarihi: 18.03.2014)
2. Usta, H., Sulamacı, B., Güler, E.Ç., Erçil, Y., Baykut, A., Elektrikli Süpürge Veri Toplama Ve Denetim Sistemi, 7. Sinyal İşleme ve Uygulama Kurultayı Bildiriler Kitabı, S. 554-558, 1999.
3. Yıldız, M., Kablosuz Haberleşme ile Doğru Akım Motor Kontrolü, 6. Proje Tasarım Yarışması, 2010
4. Canan, S., Yapay Sinir Ağları ile Gps Destekli Navigasyon Sistemi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
5. Dudek, G., Jenkin, M., Computational Principles Of Mobile Robotics, Cambridge University Press, 2000.
6. Desouza, G.N., Kak, A.C., Vision For Mobile Robot Navigation: A Survey, Ieee Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Cilt 24, No. 2, 237-267, 2002.
7. Backes, P.G., Norris, J.S., Powell, M.W. ve ark., The Science Activity Planner For The Mars Exploration Rover Mission: Fido Field Test Results, Proceedings Of Ieee Aerospace Conference, Cilt 8, 3525-3539, 2003.
8. Briones, L., Bustamante, P., Serna, M.A., Wall-Climbing Robot For Inspection In Nuclear Power Plants, Ieee International Conference On Robotics And Automation, Cilt 2,1409-1414, 1994.
9. Khurshid, J., Bing-Rong, H., Military Robots - A Glimpse From Today and Tomorrow, Control, Automation, Robotics And Vision Conference, Icarcv 2004 8th, Cilt 1, 771-777, 2004.
10. Guo, S., Fukuda, T., Asaka, K., A New Type Of Fish-Like Underwater Microrobot, Ieee/Asme Transactions on Mechatronics, Cilt 8, No1, 136-141, 2003.
11. Choi, H.T., Hanai, A., Choi, S. K., Yuh, J., Development Of An Underwater Robot, Odın Iii, Proceedings Of Ieee/Rsj International Conference On Intelligent Robots And Systems, (Iros 2003), Cilt 1, 836 – 841, 2003.
12. Yoshida, K., Nakanishi, H., Impedance Matching In Capturing A Satellite By A Space Robot, Proceedings Of Ieee/Rsj International Conference On Intelligent Robots And Systems. Iros 2003, Cilt 3, 3059-3064, 2003.

13. Stark, L., Tendick, F., Kim, W., Anderson, R., Hisey, M., Mills, B. ve ark., Telerobotics: Problems And Research Needs, Ieee Transactions On Aerospace And Electronic Systems, Cilt 24, No 5, 542 – 551, 1988.
14. Yılmaz, N., Sağıroğlu Ő., Bayrak, M., Genel Amaçlı Web Tabanlı Mobil Robot: Sunar, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 21, No: 4, 745-752, 2006.
15. Koide, S., Andou, H., Suzuki, S., Oda, M., Semi-Autonomous Teleoperation Control System With Layered Architecture-An Application To Space Robots, Proceedings Of The 1993 Ieee/Rsj International Conference On Intelligent Robots And Systems, Iros '93, Cilt 3, 1995 – 2001, 1993.
16. Kelley, R.B., Semi-Autonomous Robotic Manipulation, Ieee International Conference On Systems, Man, and Cybernetics, Computational Cybernetics and Simulation, Cilt 2, 1759-1764, 1997.
17. Uzer, M., Yılmaz, N., Bayrak, M., A Real-Time Tracking Application Of Different Coloured Objects With a Vision Based Mobile Robot, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 25, No: 4, 759-766, 2010.
18. Demaagd, K., Oliver, A., Oostendorp, N., Scott, K., Practical Computer Vision With Simplecv, O'reilly Media, 2012.
19. Okan Üniversitesi, Okanom - Okan Otonom Araç Projesi, 2011.
20. Usta, H. , Baykut, A., Özkan, E., Otonom Hareket Sistemi., 2004.
21. Kiraz, H., Erciyes Üniversitesi Teknopark İçerisinde İnsansız Taşıma Aracı Projesi, 2009.
22. Parlaktuna, O. , Eroğlu, E., Gezgin Robotlarda Ultrasonik Mesafe Algılayıcılarla Robot Davranışlarının Kontrolü Ve Çevre Haritalama, 2006.
23. Akbulut, O. , Dsp İle Görüntü Stabilizasyonu, 2005.
24. Şimşek, M., Yoldaş, M., Bulut, A. , Doğru, A., Akcayol, A., 3g Tabanlı Uzaktan Kontrol Edilebilen Araç Geliştirilmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der, Cilt 27, No 1, 135-142, 2012.
25. Eski, S., Görüntü İşleme Yöntemleri ile Araç Marka ve Türlerinin Tanınması, 2008.
26. Benveniste, R., Unsalan, C., Çizgi Takip Eden Otonom Bir Aracın İmge İşleme ve Sayısal Kontrol Teknikleri Kullanarak Gerçeklenmesi.
27. Kesemen, O., Gelişli, K., Görüntü İşlemeye Farklı Bir Bakış.

28. Karakaya, S., Küçükyıldız, G., Ocak, H., Bingül, Z., Mobil Robot Platformu Üzerinde Engel Algılanması Ve Optimal Yönün Belirlenmesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü Kocaeli Üniversitesi, 2012.
29. Luo R. C., Wang, P.K., Hsu, T.Y., Lin, T.Y., Navigation And Mobile Security System Of Intelligent Security Robot, Ieee International Conference On Systems, Man And Cybernetics, Taipei, Tayvan,2005.
30. Bergholz, R., Timm, K., Weisser, H., Autonomous Vehicle Arrangement and Method For Controlling An Autonomous Vehicle, US6151539A, 1997.
31. Saripalli, S., Montgomery, J.F., Sukhatme, G., Vision-Based Autonomous Landing Of An Unmanned Aerial Vehicle, Robotics and Automation, Proceedings. IEEE International Conference on Volume:3, P 2799- 2804, 0-7803-7272-7, 2002.
32. Qing, L., Nanning, Z., Hong, C., Springrobot: A Prototype Autonomous Vehicle and Its Algorithms For Lane Detection, Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on Volume:5, Issue: 4, P 304-308, 1524-9050, 2004.
33. Dickmanns, E D., Zapp, A., Autonomous High Speed Road Vehicle Guidance By Computer Vision”, International Federation of Automatic Control, World Congress (10th), Automatic control, P. 221-226,1987.
34. Subramanian V., Burks T. F., Arroyo A.A., Development Of Machine Vision and Laser Radar Based Autonomous Vehicle Guidance Systems For Citrus Grove Navigation, Computers and Electronics in Agriculture 53, P. 130–143, 2006.
35. Hague, T., Marchant, J.A., Tillett, N.D., Ground Based Sensing Systems For Autonomous Agricultural Vehicles, Computers and Electronics in Agriculture 25, P.11–28, 2000.
36. Python (Programlama Dili) Wikipedi [http://tr.wikipedia.org/wiki/python_\(Programlama_Dili\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/python_(Programlama_Dili)) (Erişim tarihi: 15/09/2014)
37. HSV Renk Uzayı Wikipedi http://tr.wikipedia.org/wiki/hsv_renk_uzayı (Erişim Tarihi: 15/05/2014)
38. Denso Wave QrCode <http://www.denso-wave.com/qrcode/index-e.html> (Erişim tarihi: 18/08/2014)
39. Barcode Contents zxing...<http://code.google.com/p/zxing/wiki/BarcodeContents> (Erişim tarihi: 24/09/2014)
40. ÖRÜCÜ A.İ., Bir Vergi Ödeme Aracı Olarak Karekod Teknolojisi, Maliye Dergisi Sayı 164, S: 259-267, 2013.
41. A13-Olinuxino And A13-Olinuxino-Wifi User’s Manual (Revised), Olimex, 2013

42. Raspberry Pi Vikipedi http://tr.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi (Erişim Tarihi 07/03/2014)

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Erzincan\Kemaliye’de doğan Ferhat OFLEZER, ilk, orta ve lise öğrenimini sırasıyla Şükrü Malaz İlkokulu, Sema Yazar Anadolu Lisesi Ortaokulu ve Sivas Fen Lisesinde tamamlamıştır. 2004 yılında kazandığı Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Kontrol Öğretmenliği (İngilizce) Bölümünü 2009 yılında başarıyla bitirmiştir.

2011 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında başlamıştır.

2010 yılından beri Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmakta olan Ferhat OFLEZER, evli ve 1 çocuk babasıdır.

İletişim Bilgileri

Adres : Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu

66400 Boğazlıyan \ YOZGAT

Telefon: (354) 290 3002

Faks: (354) 290 3003

E-posta: ferhat.oflezer@bozok.edu.tr