

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TABLET BİLGİSAYAR İLE KABLOSUZ GEZGİN ROBOT KONTROLÜ

GONCA ERŞAHİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
HABERLEŞME PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. HERMAN SEDEF**

İSTANBUL, 2015

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TABLET BİLGİSAYAR İLE KABLOSUZ GEZGİN ROBOT KONTROLÜ
KONTROLÜ**

Gonca ERŞAHİN tarafından hazırlanan tez çalışması 10.11.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Herman SEDEF
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Herman SEDEF
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. M. S. Ufuk TÜRELİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet SAĞBAŞ
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi

ÖNSÖZ

Akıllı sistemlerin hayatımızın her aşamasına girmesiyle, kullandığımız cihaz ve aletlerin kullanımına ve işlevlerine yeni bir şeylerin eklenmesi de daha kolay hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında da yine hayatımızın içinde yer alan akıllı sistemlerin üzerine inşa edildiği, ücretsiz kullanılabilen bir işletim sistemi olan Android kullanılarak tasarlanan bir kontrolör uygulaması aracılığıyla kablosuz haberleşme ile mobil robotun hareketinin kontrolü sağlanmış ve mobil robotun gönderdiği görüntüye göre hareketi kontrol edilmiştir.

Bu tez çalışması İstanbul Üniversitesi Dünya Teknoloji, İnovasyon ve Girişimcilik Konferansında sözlü sunum olarak sunulmuştur. Sunulan bildiri ELSEVIER tarafından indekslenerek, SCIENCE-DIRECT tarafından yayınlanmıştır. Bu tez çalışmasının, bundan sonra yapılacak benzer gömülü sistem araştırmalarında çalışmak isteyen herkese yardımcı olmasını dilerim.

Lisansüstü tez çalışmamın başlangıcından bu yana bana göstermiş olduğu alaka ve hoşgörü ile her konuda yardımcı olan değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Herman SEDEF' e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışması sürecinde desteğini esirgmeden her konuda fikir danışabildiğim değerli arkadaşım Hakan AKKOÇ'a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, tez çalışması sürecinde anlayışını benden esirgmeden gerektiğinde benimle beraber düşünen ve fikirleriyle benim daha güzel bir çalışma çıkarabilmem konusunda beni destekleyen sevgili eşim Altay ERŞAHİN'e, yaşamım boyunca maddi ve manevi katkılarıyla hep yanımda bulunan aileme sonsuz teşekkürlerimle.

Kasım, 2015

Gonca ERŞAHİN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Orjinal Katkı	5
BÖLÜM 2	
RASPBERRY Pİ.....	7
2.1 Raspberry Pi Nedir?	7
2.2 Raspberry Pi Kurulumu İçin İhtiyaç Duyulan Minimum Donanımlar.....	9
2.3 Raspberry Pi İçin SD Kart Kurulumu	10
2.4 Raspberry Pİ’de GPIO.....	12

BÖLÜM 3

DARBE GENİŞLİK MODÜLASYONU	16
3.1 Raspberry Pi’de PWM	17
3.2 Raspberry Pi PWM Blok Diyagramı.....	17
3.3 Raspberry Pi’de Yazılım ile PWM Kullanımı.....	18

BÖLÜM 4

OLUŞTURULAN SİSTEM	21
4.1 Robot Birimi	21
4.2 Kontrolör Birimi	21
4.3 Robot Birimi Bileşenlerinin Çalışma Prosedürleri.....	23
4.3.1 Sistemin Güç Kaynağı ile Beslenmesi	24
4.3.2 Motor Sürücüsü Kısmı	25
4.3.3 Raspberry Pi’nin Sistemdeki Konumu	26
4.4 Kontrolör Biriminin Çalışma Prosedürü	32
4.5 Sistemin Çalışması	40

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45
EK-A	
KÖK DOSYA SİSTEMİ (ROOTFS)	50
EK-B	
KABLOSUZ AĞLARIN TANIMLANMASI	51
B-1 Kablosuz PAN	52
B-2 Kablosuz LAN	53
B-3 Kablosuz MAN.....	53
B-4 Kablosuz WAN	53
EK-C	
SOKET HABERLEŞME	55

C-1	TCP/IP Protokol Yapısı	56
C-1.1	Uygulama Katmanı	56
C-1.2	Taşıma Katmanı	56
C-1.3	İnternet Katmanı	58
C-1.4	Ağ Erişim Katmanı:.....	60
C-2	Uygulamadaki Temel Prensipler	60
EK-D		
ANDROİD İŞLETİM SİSTEMİ		61
D-1	Android'in Sürümleri	62
D-2	Android Yazılım Geliştirme Ortamı	66
D-3	Android SDK Kurulumu	67
ÖZGEÇMİŞ		73

SİMGE LİSTESİ

d	Yön
v	Hız
$v_{Sağ}$	Sağ Motorun Hızı
v_{Sol}	Sol Motorun Hızı

KISALTMA LİSTESİ

ADT	Android Developer Tools (Android Geliştirme Aracı)
API	Application Programming Interface (Uygulama Programlama Ara Yüzü)
ARM	Acorn RISC Machine (Acorn RISC Makinesi)
ARP	Address Resolution Protocol (Adres Çözümleme Protokolü)
BSD	Berkeley Software Distribution (Berkeley Yazılım Dağıtımı)
CSI	Camera Interface Specifications (Kamera Ara Yüz Özellikleri)
CPU	Central Process Unit (Merkezi İşlem Birimi)
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency (Savunma Gelişmiş Araştırma Projeleri Ajansı)
DC	Direct Current (Doğru Akım)
DVI	Digital Visual Interface (Dijital Görsel Ara Yüz)
FAT	File Allocation Table (Dosya Yerleşim Tablosu)
FIFO	First In, First Out (İlk Giren, İlk Çıkar)
FTP	File Transfer Protocol (Dosya Transfer Protokolü)
GHz	Gigahertz (Gigaherts)
GPIO	General Purpose Input/Output (Genel Amaçlı Giriş/Çıkış)
GPU	Graphics Processing Unit (Grafik İşleme Ünitesi)
HD	High Definition (Yüksek Çözünürlük)
HDMI	High Definition Multimedia Interface (Yüksek Çözünürlüklü Çoklu Ortam Ara Yüzü)
HTTP	Hyper-Text Transport Protocol (Hiper Metin Transfer Protokolü)
Hz	Hertz (Hertz)
I2C	Inter Integrated Circuit (Gömülü Tümleşik Devre)
ICMP	Internet Control Message Protocol (İnternet Kontrol Mesaj İletişim Kuralı)
IDE	Integrated Development Environment (Bütünleşmiş Geliştirme Ortamı)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)
IGMP	Internet Group Management Protocol (İnternet Grubu Yönetim Protokolü)
IHL	IP Header Length (IP Başlık Uzunluğu)
IP	Internet Protocol (İnternet Protokolü)
IPv4	Internet Protocol Version 4 (İnternet Protokolü Versiyon 4)
IPv6	Internet Protocol Version 6 (İnternet Protokolü Versiyon 6)
IrDA	The Infrared Data Association (Kızılötesi Veri Kuruluşu)
JPEG	Joint Photographic Experts Group (Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu)

JTAG	Joint Test Action Group (Birleşik Test Hareketi Grubu)
kHz	Kilohertz (Kilohertz)
LAN	Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
LCD	Liquid Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran)
MAN	Metropolitan Area Network (Şehir İçi Alan Ağı)
MB	Megabayt (Megabayt)
MHz	Megahertz (Megahertz)
MJPG	Motion Joint Photographic Experts Group (Hareketli Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu)
MJPEG	Motion Joint Photographic Experts Group (Hareketli Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu)
MTU	Maximum - Transmission Unit (Maksimum Taşıma Birimi)
NOOBS	New Out Of Box Software (Yeni Kutu Harici Yazılımı)
NTSC	National Television System Committee (Ulusal Televizyon Sistemleri Komitesi)
OHA	Open Handset Alliance (Open Handset Alliance)
OS	Operating System (İşletim Sistemi)
PAN	Personal Area Network (Kişisel Alan Ağı)
PDA	Personal Digital Assistant (Kişisel Dijital Asistanlar)
PWM	Pulse Width Modulation (Darbe Genişlik Modülasyonu)
RAM	Random Access Memory (Rastgele Erişim Belleği)
RCA	Radio Corporation of America (Amerika Radyo Birliği)
RTP	Real-time Transport Protocol (Gerçek Zamanlı Transfer Protokolü)
SD	Secure Digital (Güvenli Sayısal)
SDK	Software Development Kit (Yazılım Geliştirme Ortamı)
SMPS	Switched - Mode Power Supply (Açma Kapama Modlu Güç Kaynağı)
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol (Elektronik Posta Gönderme Protokolü)
SPI	Serial Peripheral Interface Bus (Seri Çevresel Ara Yüz Veriyolu)
TCP	Transmission Control Protocol (İletişim Kontrol Protokolü)
TCPMP	The Core Pocket Media Player (Temel Paket Medya Oynatıcısı)
TFT	Thin Film Transistor (İnce Film Transistörü)
TV	Television (Televizyon)
UART	Universal Asynchronous Receiver / Transmitter (Evrensel Asenkron Alıcı Verici)
UDP	User Datagram Protocol (Kullanıcı Veri Bloğu Protokolü)
USB	Universal Serial Bus (Evrensel Seri Veriyolu)
Wi-Fi	Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlantı Alanı)
WLAN	Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Ağı)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1	Raspberry Pi'nin üstten görünümü 8
Şekil 2. 2	Raspberry Pi'ye çevresel birimlerinin bağlanması 9
Şekil 2. 3	Raspberry Pi'nin GPIO pinleri ve pin 1'in gösterimi 12
Şekil 2. 4	GPIO'lara dışarıdan kolayca erişim için kullanılan ara birim..... 13
Şekil 3. 1	PWM'de periyot, darbe genişliği ve doluluk boşluk oranı gösterimi..... 16
Şekil 3. 2	Raspberry Pi çipi, PWM blok diyagramı [16]..... 18
Şekil 4. 1	Robot kısmının bileşenleri ve birbirleriyle olan ilişkileri 22
Şekil 4. 2	Kontrolör kısmının bileşenleri ve birbirleriyle olan ilişkileri 23
Şekil 4. 3	Mobil robotun devre çizim illüstrasyonu 24
Şekil 4. 4	Raspberry Pi ile güç kaynağı arasında kullanılan devre 25
Şekil 4. 5	L293D motor sürücü entegresi 26
Şekil 4. 6	Tez çalışmasında kullanılan Logitech C170 model web kamerası [61] 27
Şekil 4. 7	Kontrolör kısmının bileşenleri ve birbirleriyle olan ilişkileri 33
Şekil 4. 8	Kontrolörün ekran görüntüsü 35
Şekil 4. 9	Kontrolörde hız ve yön ayarlarının koordinat sisteminde yerleşimi..... 35
Şekil 4. 10	Uygulamada tam sola dönüşün görseli 37
Şekil 4. 11	Uygulamada tam sağa dönüşün görseli..... 37
Şekil 4. 12	İleri yönde hızlanma..... 38
Şekil 4. 13	Geri yönde hızlanma 38
Şekil 4. 14	Hareket için herhangi bir hız verilmediğindeki durum 39
Şekil 4. 15	Sistemin temsili resmi..... 41
Şekil 4. 16	Kontrolör ve mobil robotun fotoğrafı..... 41
Şekil 4. 17	Tüm sistemin fotoğrafı..... 42
Şekil D. 1	Android versiyonları için tasarlanan maketlerin fotoğraflar [47]..... 64
Şekil D. 2	Android versiyonlarını ifade eden görselleri [47]..... 65
Şekil D. 3	Android versiyonlarının 2009 - 2014 arasındaki kullanım yüzdeleri [49].... 65
Şekil D. 4	ADT paketi ya da SDK aracı seçiminin yapılması 67
Şekil D. 5	Android SDK kurulumu için şartların kabul edildiği ekran görüntüsü 68
Şekil D. 6	Android'de yeni proje oluşturmak 68
Şekil D. 7	Android uygulama projesi oluşturmak 69
Şekil D. 8	Android uygulamasına isim vermek ve API seviyesi ayarlamak 69
Şekil D. 9	Projenin yapılandırılması 70
Şekil D. 10	İkon gruplarının özelliklerinin yapılandırılması 71
Şekil D. 11	Aktivite yaratmak 71

Şekil D. 12	Oluşturulan aktiviteye isim vermek	72
Şekil D. 13	Oluşturulan aktivitenin java ve xml dosyaları	72

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1	Raspberry Pi'nin özellikleri..... 8
Çizelge 2. 2	Raspberry Pi kurulumu için gerekli olan bağlantılar 9
Çizelge 2. 2	Raspberry Pi kurulumu için gerekli olan bağlantılar (devamı) 10
Çizelge 2. 3	GPIO pin dizilimi ve açıklamaları 14
Çizelge 3. 1	Cihazın varsayılan PWM pinlerinin bilgisi [19] 19
Çizelge 4. 1	Sistemde kullanılan web kamerasının görüntü yakalama özellikleri 28
Çizelge 4. 2	Yön ve hız için kullanılan ara yüzlerin koordinat eksenindeki karşılıkları 36
Çizelge C. 1	Sunucu program ile istemci program arasındaki çalışma 60
Çizelge D. 1	Android versiyon, isim, API seviyesi ve sürüm tarihleri..... 62
Çizelge D. 1	Android versiyon, isim, API seviyesi ve sürüm tarihleri (devamı) 63
Çizelge D. 1	Android versiyon, isim, API seviyesi ve sürüm tarihleri (devamı) 64

TABLET BİLGİSAYAR İLE KABLOSUZ GEZGİN ROBOT KONTROLÜ

Gonca ERŞAHİN

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Herman SEDEF

Bu çalışmada, kablosuz teknoloji ile uzaktan kontrol edilebilen, üzerinde yerleşik bir kamera taşıyan bir mobil robot tasarlanmış ve uygulanmıştır. Android işletim sistemi tabanlı tablet bilgisayarlar (kontrolör) kablosuz olarak mobil robotu kontrol etmektedir ve kablosuz kontrol için de bir Android ara yüz programı tasarlanmıştır. Mobil robot mikrokontrolör tabanlı bir gömülü sistemdir ve donanımı Linux işletim sistemi üzerinde çalışmaktadır. Mobil robot ve kontrolör Wi-Fi haberleşme (socket haberleşme) ile haberleşmektedir. Mobil robotun kamerası sürekli görüntü alır ve bu görüntüyü kontrolör ekranına yollar. Bu video bileşeni kontrolör kullanıcısı tarafından değerlendirilerek, hız ve yön bilgisi dokunmatik ekrandan alınır ve bu bilgiler mobil robota gönderilir. Bu sayede mobil robotun hareketi sağlanmış olur. Mobil robotun hareketi doğru akım (DC) motor kontrolü ile sağlanır ve bu işlem Darbe Genişlik Modülasyonu (PWM) metodu ile gerçekleştirilir.

Sistem birbiriyle ilişkili iki sistemden oluşmaktadır. İlişkili sistemlerden biri mobil robot kısmı ve diğeri de kontrolör kısmıdır. Mobil robot sunucu olarak ve kontrolör de istemci olarak çalışmaktadır. Mobil robotun üzerindeki yerleşik web kamerası aracılığıyla elde edilen video, sunucudan istemciye kablosuz olarak gönderilir. İstemci videoyu alır ve ekranında gösterir. Kullanıcı Android tabletten ayarladığı yön ve hız aracılığıyla mobil robotu kontrol edebilir. Girilen bilgi sunucuya gönderilir ve sunucu bu bilgiyi kullanarak hareket parametrelerini ayarlar.

Gerçek zamanlı video aktarımı Linux işletim sistemi üzerinde Hareketli Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu (MJPEG) ile elde edilir. Sistem performansı sebebiyle, alınan video

saklanmaz. İstemci tarafında (kontrolörde), hız ileri hareket için 0'dan 100'e, geri hareket için 0'dan -100'e şeklinde ayarlanır ve kullanıcı sol, sağ ve düz yönleri ayarlayabilir. Kontrolör uygulama ekranında, kullanıcı girilen hız ve yön değerleri için canlandırılmış görüntüleri görebilir.

Anahtar Kelimeler: Android, soket haberleşme, kablosuz haberleşme, pwm, mjpeg

WIRELESS MOBILE ROBOT CONTROL WITH TABLET COMPUTER

Gonca ERŞAHİN

Department of Electronics and Communications Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Herman SEDEF

In this study, a mobile robot carrying an on board camera is designed and implemented, which can be controlled remotely with wireless technology. Android operating system based tablet computers (controller) control mobile robot remotely and one android interface program is designed for remote control. Mobile robot is a microcontroller based embedded system and its hardware works on Linux operating system. Mobile robot and controller communicate with Wi-Fi communication (socket communication). Mobile robot's camera takes video continuously and sends it to controller screen. These video contents are examined by the controller user; speed and direction information are entered from touch screen and these information are sent to mobile robot. In this manner, mobile robot movement is provided. Mobile robot motion is handled by direct current (DC) motors controlling and it is achieved with Pulse Width Modulation (PWM) method.

System consists of two interrelated systems. One interrelated system is mobile robot part and the other is controller part. Mobile robot works as a server and controller works as a client. Observed video, which are taking from on board mobile robot's web camera, send from server to client wirelessly. Client takes video and shows it on screen. User can control the mobile robot by setting direction and speed from android tablet. Entered information sent to server and server sets motion parameters by using this information.

Real-time video transportation is achieved with Motion Joint Photographic Experts Group (MJPEG) on Linux operating system. Because of the system performance, captured video is not saved. In client side (controller), speed is arranged 0 to 100 for forward motion, 0 to -100 for backward motion and user can set direction to left, right and direct. On controller application screen, user can see entered speed and direction values by the animated images.

Keywords: Android, socket communication, wireless communication, pwm, mjpeg

1.1 Literatür Özeti

Teknolojideki gelişmelerin hayatımıza getirdiği önemli yeniliklerden birisi de akıllı sistemlerdir. Günlük hayatımızın her anında karşılaştığımız akıllı sistemlerdeki gelişmeler her geçen gün hızlanarak artmaktadır. İlk zamanlarda yapılan buluşlar ve tasarımlar sadece belirli bir işi gerçekleştirmek için oluşturulurken, zamanla daha farklı sistemler bir araya getirilip, daha fazla iş aynı anda yapılır hale gelmeye başlamıştır. Gömülü sistemlerde bu sayede hayatımızda önemli roller almaya başlamıştır. Gömülü sistemlere hem akademik çevreler tarafından hem de endüstriyel şirketler tarafından yapılan yatırımlar sürekli artmaktadır. Bu alanda çalışan bilim insanları, araştırmacılar ve akademisyenler her geçen gün farklı çalışmaları hayatımıza sokmaktadırlar.

İnternetin de hayatımıza girmesiyle bilgiye daha kolay ulaşılması, yapılan çalışmalardan ilham alan ya da kafasında farklı planları olan insanların o konuları araştırıp gerekli bilimsel çalışmaları yapmasını hızlandırmaktadır. Yapılan çalışmalar adeta dünya üzerinde birbiriyle yarışmasına oldukça hızlı bir şekilde artmakta ve yeni fikirleri tetiklemektedirler.

Birçok bilimsel ve endüstriyel kuruluşun da çalışmalara yaptıkları katkılar azımsanamayacak kadar fazladır. Birçok kuruluş herhangi bir kar amacı gütmeyen açık kodlu sistemlerini ücretsiz olarak bilimsel dünyanın hizmetine sunarak, yapılacak iyileştirmeleri ve bulunacak yeni gelişmeleri desteklemektedirler. Bunların yanında birçok donanımsal ara yüzü de kullanıcının isteğine cevap verecek şekilde sistemlere entegre ederek daha kompleks sistemleri tasarlayabileceği düşük maliyetli bazı küçük

geliştirme kartları da bilim tutkunlarının çalışmalarına destek olmaktadır. Bu tarz mobil sistemleri yeniden her şeyiyle tasarlayarak kaybedilecek maliyet, zaman ve hız kayıpları da bu sayede hızla ortadan kalkmaya başlamıştır. Ayrıca bu tarz kartlarda kullanılan entegre ve parçalar daha fazla küçültülerek taşınırılık da arttırılmıştır.

Yazılım dünyasındaki hızlı gelişmeler de bilimsel çalışmalar yapmak isteyen insanların işlerini daha hızlı ve daha az karmaşık şekilde yapmalarına olanak sağlamaktadır. Kullanıcının işlerini kolaylaştırmak için tasarlanan yazılım geliştirme araçları sayesinde yazılan kodlar derlenip, bilgisayar ortamında çalışmaları da denenebilmektedir. Bu sayede donanım üzerinde son halini denemedi önce yazılım ile ilgili herhangi bir sorun varsa daha kolay bir şekilde keşfedilip düzeltilebilmektedir. Bazı yazılım arayüzleri kullanıcıya, donanımsal cihazlarda tasarlanan sistem nasıl bir çalışma sağlıyorsa onu bilgisayar ortamında da görmelerine olanak sağlayan araçlarda sunmaktadır.

Yazılım dünyasının gelişmesinde ve her geçen gün daha da büyüyor olmasında, hiç şüphesiz açık kaynak kodlu ve ücretsiz işletim sistemlerinin yaygın olarak kullanılmasının da katkısı büyüktür. İnsanların üzerinde çalışacakları işletim sistemine müdahale edebilmeleri ve herhangi bir ücret ödememeleri oldukça teşvik edicidir. Bu açık kaynak kodlu işletim sistemlerinden Linux ve Android işletim sistemleri günümüzde birçok çalışmada ve geliştirilmiş ürünlerde kullanılmaktadır.

Android işletim sistemi her ne kadar Linux tabanlı olsa da kullanım oranı her geçen gün artmaktadır. Android işletim sistemi ücretsiz, açık kaynak kodludur ve java yazılım dili ile yazılmaktadır. Dünya üzerinde çalışan cep telefonu ve tabletlerin büyük bir çoğunluğu Android işletim sistemi ile çalışmaktadır. Android işletim sistemi Google tarafından yaratılmış olup yine aynı şirket tarafından yayınlanıp geliştirilmeye devam etmektedir.

Mobil cihazların kullanımının günlük hayatta artması, farklı uygulamalarında tasarlanıp kullanıcıya sunulmasını da beraberinde getirmiştir. Farklı yazılım firmaları birçok uygulamayı tasarlayıp kimi zaman belirli bir ücret karşılığında kimi zamanda ücretsiz olarak kullanıcılara ulaştırmaktadır. Bunların yanı sıra birçok amatör ve profesyonel yazılımcı da farklı uygulamalar yazıp kimi zaman kendi ihtiyaçlarını gidermek için kimi zamanda bilimsel amaçla bunları kullanmakta ya da yayınlamaktadır.

Günümüzde yazılan bu tarz uygulamalarla günlük yaşantımızın parçası olan bir takım cihazları kontrol edebilmekteyiz. Telefonumuzdan ya da tabletimizden izlediğimiz televizyonu kontrol etmek artık oldukça kolay bir hal almıştır. Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın gibi evlerimizde kullandığımız cihazlarımızı uygulamalar aracılığıyla kontrol edip çalışma, enerji ve su tüketimi gibi durumlarını oturduğumuz yerden takip etmek artık mümkündür. Bunların yanı sıra evlerimize kurulan güvenlik kameralarını takip etmek, evde oluşacak yangın, su baskını gibi durumlar olağanüstü durumları uygulamalar aracılığıyla haber almak da mümkündür. Bebek ve çocuklarımızın neler yaptığını ve herhangi olağan üstü bir durum yaşayıp yaşamadıklarını görebilmemiz, onları takip edebilmemiz de artık akıllı uygulamalar sayesinde günlük hayatımızın içindeki yerini almıştır.

Mobil robotlar ise uzun yıllardır bilim insanlarının ilgisini çekmektedir ve her geçen gün uygulama alanları da artmaktadır. Mobil robotlar fabrikalarda kullanılan iş makinelerinden evlerimizde kullandığımız elektronik eşyalara kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Hayatı kolaylaştırmak amacıyla birçok durumda mobil robotlara başvurmaktayız.

Hem donanımsal hem de yazılımsal olarak bu kadar çok gelişmeler olurken, teknolojiye ilgi duyan insanların da bunların nasıl çalıştıklarını incelemeye başlamaları ve beraberinde yeni fikirleri hayata geçirmeleri kaçınılmaz olmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Mobil teknoloji ürünlerinin hayatımıza girmeye başlamasıyla hayatımız daha kolay hale gelmeye başlamıştır. Telefon, tablet, bilgisayar vb. cihazlar aracılığıyla binlerce kilometre uzaktan bile bazı cihaz ve aletleri kontrol edebilmek mümkündür. Günümüzde çiftçiler seralarını bir telefon aracılığıyla uzaktan istedikleri zaman sulayabilmektedir. Akıllı ev sistemleri aracılığıyla evde oluşan su baskını, yangın, gaz kaçağı gibi olağanüstü durumlarda birçok bilgi ev sahibine iletilebilmektedir. Ev içindeki beyaz eşyalar oturduğumuz yerden çalıştırılabilmekte ya da çalışma durumu kontrol edilebilmektedir. Hızla gelişen teknolojiyle artık birçok şeyi uzaktan kontrol edebilmek ve istenilen şeyleri yaptırabilmek mümkün hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında da,

kablosuz olarak uzaktan bir mobil sistemin kontrolüne örnek olacak bir sistem gerçekleştirilmiştir.

Deprem, heyelan, göçük gibi insanın elinde olmadan oluşabilecek bazı felaketlerde olayın olduğu bölgeye ya da o bölgede bazı alanlara girmek pek mümkün olamamaktadır. Bazı durumlarda da olayın olduğu alana girilebilse bile insanın fiziksel durumu sebebiyle ulaşamayacağı bazı noktalar olabilmektedir. İnsanların güvenliğini tehlikeye sokması sebebiyle insan tarafından müdahale edilemeyen bazı durumlar da oluşabilmektedir. Çeşitli patlayıcıların içinde olabileceğinin düşünüldüğü şüpheli paketin olduğu ortamlarda belirli bir bölge kapatılarak patlayıcılar konusunda uzmanlaşmış özel giyimli bir uzmanın gelmesi ve pakete müdahale etmesi beklenir. Bunlar gibi farklı durumlarda uzaktan kumanda edilebilecek bir cihazın varlığı işleri daha kolay ve güvenli hale getirecektir.

Yukarıda bahsedildiği gibi insanın erişemeyeceği ya da erişmesi çeşitli can ve mal kaybına sebep olabilecek ortamlar hakkında daha güvenli bilgi alınabilmesini sağlayacak alt yapının oluşturulması bu tez çalışmasının kapsamındadır. Bu tez çalışmasında yapılan sistem sayesinde uzaktan kumanda edilebilen bir robotun, üzerindeki kamera aracılığıyla dışarıdan önündeki tüm engeller ve etrafındaki her şey hakkında rahatlıkla görüntü alınıp, istendiği takdirde gideceği yön konusunda dışarıdan komut verilebilecektir.

Güvenlik amacıyla ev, ofis, fabrika, atölye gibi yerlere güvenlik kameraları yerleştirilmektedir. Kameralar yerleştirilirken kör noktaların kalmaması için maksimum çaba sarf edilmektedir. Bunun için kamera sistemi kurulacak yerin büyüklüğü, odaların konumu, kameraların baktığı yönlerin açılarının hesaplanması vb. gibi birçok iş gücü kullanılmaktadır. Ayrıca her kamera için bir sürü kablo, donanım ve cihaz harcamaları da yapılmaktadır. Fazla kablonun ve cihazın kullanımı onların bakımı için maliyet ve insan gücü ayrılmasını da beraberinde getirmektedir.

Bu tez çalışmasında olduğu gibi hareketli bir sistem kullanıldığında bir takım avantajlar elde edilmiş olacaktır. Kullanıcı evinden dışarıda olduğunda, istediği zaman Android tablet ya da cep telefonundan evindeki cihaza bağlanıp, evin istediği köşesine gidip kendisine görüntü iletmesini sağlayabilecektir. Evde oluşabilecek yangın, su baskını,

hırsız girmesi gibi durumlara karşı istediği zaman istediği yeri görüntülü olarak kontrol edebilecektir. Ofis gibi bir ortamda bu hareketli sistem kullanıldığında, ofisteki olağanüstü bir durum olup olmadığının kontrolü ya da ofiste unutup unutmadığınızdan emin olamadığınız bir eşyanın kimsenin gidip kontrol etmesine fırsat vermeden, orada olup olmadığının kontrolü yine bu hareketli sistem sayesinde daha az masraflı ve kolay olacaktır. Ayrıca birden fazla kullanıcının da android işletim sistemi ile çalışan cihazından bu sistemi kullanabilmesi de kullanılışlığı arttırmaktadır.

Uzaktan kontrol edebilecek kontrolör sistemin günümüzde kullandığımız Android işletim sistemli telefon ya da tablet bilgisayarlara rahatça kurulup çalıştırılabilir olması da sistemin taşınırılığı ve kullanımını kolaylaştırmaktadır.

1.3 Orjinal Katkı

Bu tez çalışmasında, üzerinde kendisinin çalıştırdığı bir kamera taşıyacak şekilde tasarlanan bir mobil robot, kablosuz olarak dışarıdaki bir kontrolöre görüntüyü göndermektedir ve kontrolörden aldığı hız ve yön bilgisine göre hareket etmektedir. Mobil robotun beyni, Linux işletim sistemi ile çalışan bir kart entegredir. Tasarlanan kontrolör ise Android işletim sistemi ile çalışan bir tablettir. Kontrolör uygulaması Android işletim sistemi ile çalışan cep telefonu, tablet ve tablet bilgisayarlarda çalışabilmektedir.

Günümüzde gelişmelerin bu kadar hızlı bir şekilde ilerlediği düşünülecek olursa bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran noktaların açıkça belirtilmesi gerekmektedir. Mobil robot ile alınan kablosuz görüntünün farklı görüntü işleme teknikleriyle bilgisayarda incelenmesi ve hareket miktarının tespiti [1] numaralı referanstaki çalışmada yapılmaktadır. [2]'de anlatılan çalışmada kontrol bilgisayar üzerinden yapılmasının yanı sıra üzerinde farklı sensörlere de yer verilmiş ve mikroişlemci olarak PIC kullanılmıştır. [3]'deki çalışmada mobil araç RF aracılığıyla bir bilgisayardan kontrol edilmiştir ve PIC mikroişlemcisi kullanılmıştır. Yerin belirli bir mesafe altındaki farklı cisimleri tespit etmek amacıyla üç boyutlu görüntüleme amaçlı bir başka mobil robot tasarımı da [4]'de yapılmaktadır. Bir başka gömülü sistem üzerinde yapılan mobil robot tasarımı da [5]'de anlatılmaktadır. [5]'deki çalışmada LEGO Mindstorms NXT robot platformu kullanılarak, farklı yazılım geliştirme ortamları üzerinde denemeler

yapılmıştır. Bir başka gömülü sistem platformu üzerinde kablosuz haberleşme ile görüntü ve video aktarımını akıllı sınıf projelerinde kullanılmak üzere bir projeksiyon cihazına aktarmak üzerine yapılan başka bir çalışmada da verilmektedir [6]. [7]'de verilen çalışmada, iki tekerlekli diferansiyel tip bir mobil robotun arızalı algılayıcı ölçümlerine sahip olması durumunda davranışı incelenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan gömülü sistem kısmı olan mobil robot ise Linux işletim sistemi üzerinde çalışmaktadır. Linux işletim sistemi, tasarlanan mobil robota farklı işlerin beraber ya da ardışık olarak yaptırılmasında kullanım özgürlüğü sağlamaktadır. Linux işletim sistemi üzerinde yüksek seviyeli programlama dilleri yardımıyla daha kompleks işler yaptırabilmek mümkündür. Tasarlanan mobil robotu kontrol etmek amacıyla dizaynı yapılan kontrolör uygulaması ise diğer çalışmalardan farklı olarak Android işletim sistemi ile çalışan cihazlarda çalışan bir uygulamadır.

İlerleyen bölümlerde sistemin donanımsal bileşenleri ve donanım üzerinde koşturulan yazılımlar hakkında daha ayrıntılı bilgiler verilmektedir. Bu çalışmada yaptırılan işlerin birbirleriyle olan ilişkileri ve beraber çalışmaları hakkında daha fazla bilgi takip eden bölümlerde anlatılmaktadır.

BÖLÜM 2

RASPBERRY Pİ

Bu tez çalışmasında hareketli kısım olan mobil robotun beyni Raspberry Pi'dir. Bu bölümde Raspberry Pi biraz daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.1 Raspberry Pi Nedir?

Raspberry Pi eğitim ve hobi amaçlı kullanımlar için tasarlanmış, kredi kartı büyüklüğünde, düşük maliyetli ve ARM tabanlı mini bir bilgisayardır. Bu tez çalışmasında kullanılan Raspberry Pi tipi "Type B (Tip B)" olarak tanımlanan sürümüdür. ARM tabanlı bu mini cihaz ile temel ofis uygulamaları ve oyunlar gibi normal bir bilgisayarda yapılabilecek çoğu işlemin yapılmasına imkân sağlanmaktadır. Bununla birlikte yüksek çözünürlüklü(HD) video oynatabilme yeteneğine de sahiptir.

ARM11 işlemcili bu bilgisayar, 700 MHz hıza ve 512MB RAM'e sahiptir. Kart üzerine takılabilecek SD karta Linux işletim sistemi kurulabilmektedir.

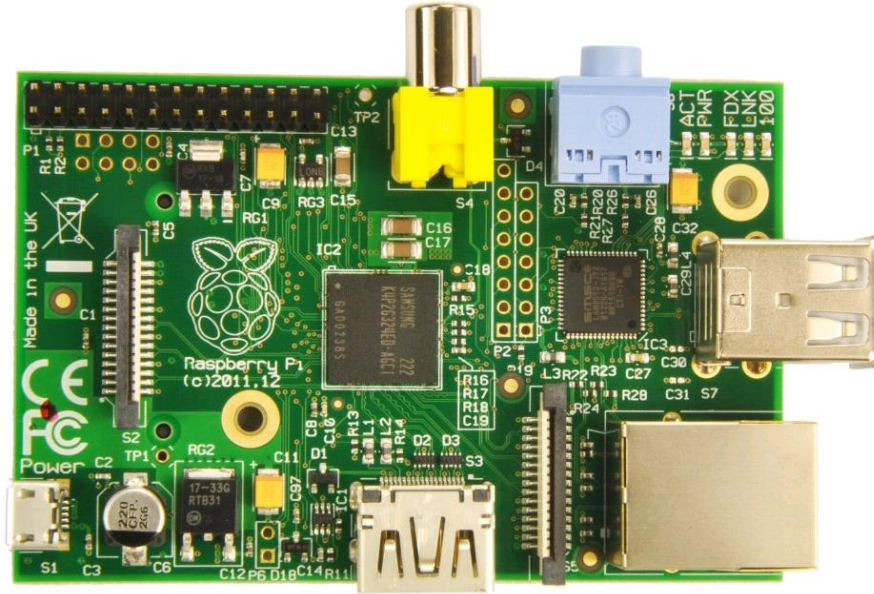
Kart üzerinde 3.5mm ses ve RCA video jackı, HDMI çıkışı, SD kart yuvası, güç girişi, RJ45 Ethernet soketi, CSI kamera konektörü, GPIO pinleri ve iki adet USB portu bulunmaktadır. HDMI çıkışından dijital video ve audio sinyali verilmektedir. 1920x1200'e kadar çözünürlüğe sahiptir. RCA video jackından analog sinyal alınmaktadır. 480i, 576i çözünürlüğe sahiptir [15] ,[16], [17].

Raspberry Pi'nin özellikleri ve ayrıntıları Çizelge 2.1'de verilmektedir.

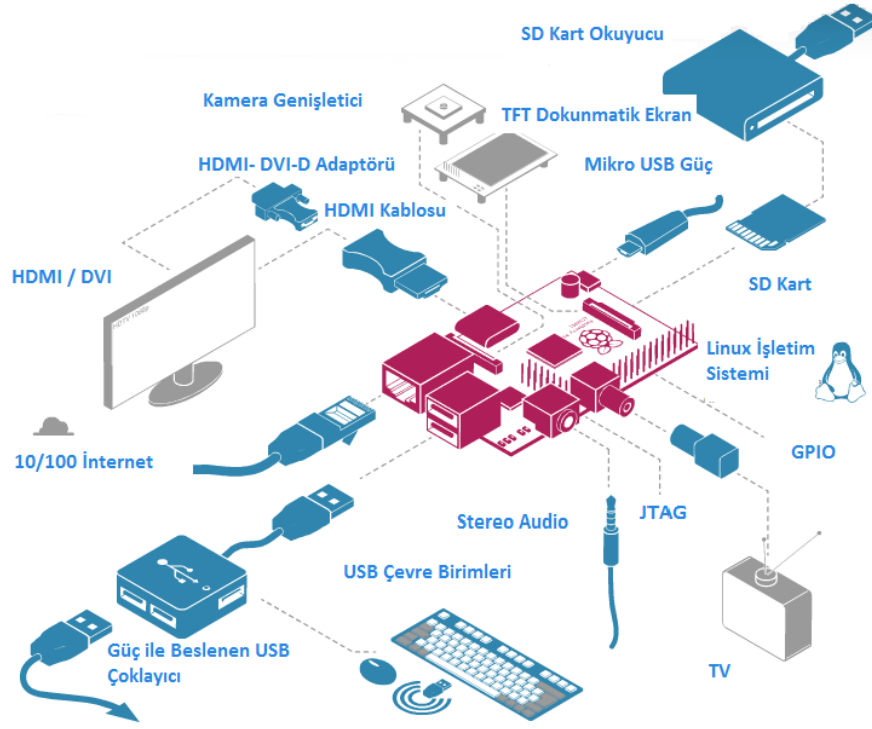
Raspberry Pi'nin üstten görünümü Şekil 2.1'de verilmiştir. Şekil 2.2'de de çevre birimlerin nerelerden bağlandığı gösterilmektedir.

Çizelge 2. 1 Raspberry Pi'nin özellikleri

Özellikler	Ayrıntıları
Boyutları	8.6cm x 5.4cm x 1.7cm
CPU	700MHz ARM1176-JZFS
GPU	Broadcom VideoCore IV
Hafıza	512 MB SDRAM
Video	HDMI, kompozit
Audio	HDMI, stereo analog
USB	2 x USB2.0 (model B)
Bellek	SD Kart
Bağlantı	10/100 Ethernet
Güç	5V mikro USB



Şekil 2. 1 Raspberry Pi'nin üstten görünümü



Şekil 2. 2 Raspberry Pi'ye çevresel birimlerinin bağlanması

2.2 Raspberry Pi Kurulumu İçin İhtiyaç Duyulan Minimum Donanımlar

Raspberry Pi kurulumu için bir takım donanımsal bağlantıların istenilen görüntüyü almak ve işlem yapabilmek için Raspberry Pi' ye bağlanması gerekmektedir. İhtiyaç duyulan bu donanımlar ve gerekli açıklamalar Çizelge 2.2' de verilmektedir. Çizelge 2.2, [11]'e dayanılarak hazırlanmıştır.

Çizelge 2. 2 Raspberry Pi kurulumu için gerekli olan bağlantılar

Madde	Minimum önerilen şartlar ve notlar
SD Kart	Minimum 4Gb boyutlu ve sınıf 4 olmalı.
HDMI'dan HDMI'a / HDMI'dan DVI'a Dönüştürücü	HDMI' dan HDMI'a (HD TV'ler ve HDMI girişi olan monitörler için) ya da HDMI'dan DVI'a (DVI girişli monitörler için)dönüştürücü kablosu kullanılmalıdır.
RCA Video Kablosu	HDMI çıkış kullanılmıyorsa, analog görüntü bu kablo aracılığıyla alınabilir.
Klavye ve Fare	Herhangi bir standart USB klavye ve fare ile çalışılabilir.

Çizelge 2. 2 Raspberry Pi kurulumu için gerekli olan bağlantılar (devamı)

Madde	Minimum önerilen şartlar ve notlar
İnternet (Ağ) Kablosu (Tercihe Bırakılmıştır)	• Ağ bağlantısı zorunlu değildir. Güncelleştirmeleri almak ve Raspberry Pi için yazılımları almak kullanıldığında daha kolaydır.
Güç Adaptörü	• İyi kalitede, 700mA ve 5V mikro USB güç sağlayıcı kullanılmalıdır. • Bazı mobil telefon şarj cihazları da uyumlu olabilmektedir.
Audio Girişi	• Eğer HDMI kullanılıyorsa, dijital ses bu yolla verilmektedir. • Eğer analog RCA bağlantısı kullanılıyorsa, stereo ses için 3.5mm prizi RCA konektörünün yanındadır.

2.3 Raspberry Pi İçin SD Kart Kurulumu

Raspberry Pi' yi kullanabilmek için bir İşletim Sistemi (Operating System - OS) SD karta kurulmalıdır. Bir İşletim Sistemi, temel programların ve yardımcılarının kurulumlarının bilgisayarda koymasına olanak tanır.

Bu kısımda, Raspberry Pi' ye Windows, Linux ve Mac işletim sistemi ile çalışan bilgisayarlar yardımıyla, SD kart aracılığıyla işletim sistemi kurmanın yolları anlatılacaktır. Bu yöntemler için [11]'de anlatılan yollar takip edilmiştir.

Bu anlatım kurulum işini kolaylaştırmak ve anlaşılmayı arttırabilmek için maddeler halinde şu şekilde ifade edilebilir:

1. 4 GB ya da daha büyük boyutta olan bir SD kart, kartın şekillendirileceği bilgisayara takılır. Bu tez çalışmasında, farklı kurulumların da yapılabilme olasılığına karşı, ileride doğabilecek sorunların önüne geçebilmek için 8 GB boyutunda bir SD kart kullanılmıştır.
2. Raspberry Pi'nin SD kartı okuyabilmesi için kartın formatlanması gerekmektedir. Bu işlem farklı işletim sistemi ile çalışan bilgisayarlarda farklı şekillerde yapılabilmektedir. Bunlar işletim sistemlerine göre şu şekilde açıklanabilir:

a. Windows İşletim Sistemi

- i. SD kart ile ilgili formatlama aracı [12]'de verilen bağlantıdan indirilir.
- ii. Formatlama aracı bilgisayara kurulur ve çalıştırılır.
- iii. "Options (Opsiyonlar)" menüsünden "FORMAT SIZE ADJUSTMENT (Format Boyut Ayarı)" opsiyonu "ON (Açık)" yapılır.
- iv. SD kartın, araç tarafından seçildiği kontrol edilir.
- v. "Format" tuşuna basılır.

b. Mac İşletim Sistemi

- i. SD kart ile ilgili formatlama aracı [13]'de verilen bağlantıdan indirilir.
- ii. Formatlama aracı bilgisayara kurulur ve çalıştırılır.
- iii. "Overwrite Format (Üstüne yazma formatı)" seçilir.
- iv. SD kartın, araç tarafından seçildiği kontrol edilir.
- v. "Format" tuşuna basılır.

c. Linux İşletim Sistemi

- i. "gparted" kullanılması tavsiye edilmektedir. Ya da "parted" komut satır versiyonu.
 - ii. Takılan disk FAT olarak formatlanır.
3. "New Out Of Box Software (NOOBS)" [14]'de verilen adresten indirilir.
 4. İndirilen dosya sıkıştırılmış haldedir. Bu dosya açılır.
 - a. Windows İşletim Sistemi: Sağ tuşa tıklanarak "hepsini çıkar" denilir.
 - b. Mac İşletim Sistemi: Dosya üzerine çift tıklanır.
 - c. Linux İşletim Sistemi: "unzip [indirilen dosya adı]" çalıştırılır.
 5. Çıkarılan dosyalar formatlanan SD karta kopyalanır.
 6. Kopyalamadan sonra SD kart Raspberry Pi'ye takılır ve güç kaynağına bağlanır.

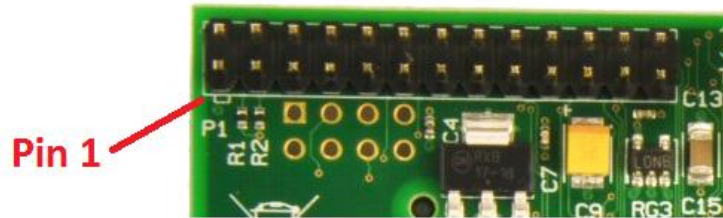
Raspberry Pi, ön yüklemede (boot) içindeki NOOBS sebebiyle, işletim sistemleri listesi gösterecektir. Kurulum için seçim yapılması gerekmektedir. Eğer ekranda görüntü yoksa ekran görüntüsünü bağlanan çıkışı doğru seçilir ve klavyeden aşağıda açıklamaları verilen numaralara basılır.

1. HDMI modu: Bu standart ekran modudur.
2. HDMI güvenli modu: HDMI konektör kullanılıyorsa ve Pi ön yüklenirken ekranda hiçbir şey görülmüyorsa bu mod seçilir.
3. Kompozit PAL modu: Kompozit RCA video konektör kullanılıyorsa, bu modu ya da kompozit NTSC modu seçilir.
4. Kompozit NTSC modu.

2.4 Raspberry Pi’de GPIO

GPIO, “General Purpose Input/Output (Genel Amaçlı Giriş/Çıkış)” ın kısaltmasıdır. Bilgisayarlarda kullanılan klavye, fare, monitör giriş ve çıkış cihazlarına örnek olarak verilebilir. Fakat bunlar özelleştirilmiş ve iyi tanımlanmış cihazlardır. GPIO’nun içerdiği “General (Genel)” kelimesi, kendi cihazımızı tasarlayabileceğimizi ve Raspberry Pi’ ye bağlayabileceğimizi ifade eder. GPIO, çip üzerindeki jenerik bir pindir. Giriş ya da çıkış pini olup olmayacağı dâhil davranışları yazılım tarafından programlanır.

Bu tez çalışmasında Raspberry Pi’nin GPIO’su kullanılmaktadır. Raspberry Pi’nin GPIO pinlerinin board üzerinde gösterimi ve Pin 1’in işaretlenmiş gösterimi Şekil 2.3’de verilmektedir.

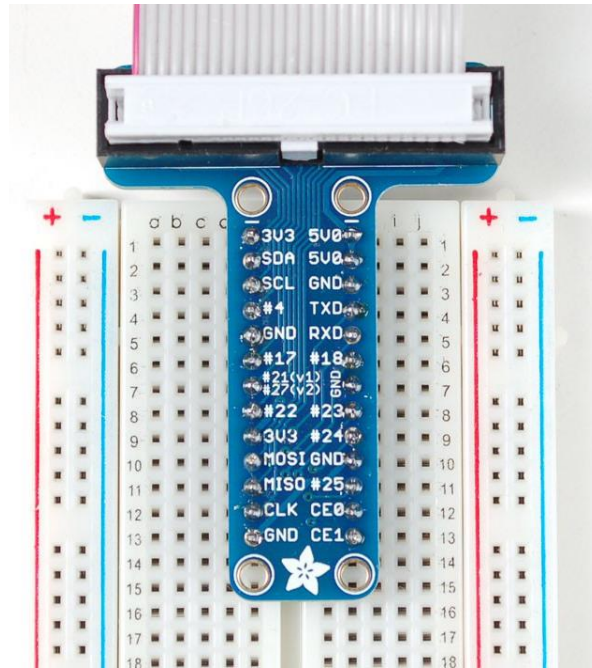


Şekil 2.3 Raspberry Pi’nin GPIO pinleri ve pin 1’in gösterimi

Raspberry Pi’ nin her sırası 13 pinden oluşan 2 sırası olmak üzere toplamda 26 pini bulunmaktadır. GPIO pinleri 3.3V toleransa sahiptirler. Yüksek voltaj için board

üzerinde koruma yoktur. Ciddi olarak ara bellekli, seviye çeviren ve analog I/O'lu harici boardlar kullanılacaksa, direk boardun üstüne lehim yapmaktan kaçınılmalıdır. Raspberry Pi'nin elektronik bir board olması, üzerindeki pinlere sürekli GPIO bağlantılarının takılıp çıkarılması, SD karta ve diğer donanımlara yanlışlıkla zarar verebilir. Bunun önüne geçebilmek için arada donanımsal bir pin bağlantısı yardımıyla, pinler dışarıda bir boarda taşınabilir. Bu tez çalışmasında dışarıdan rahatça kullanabilmek için ara bir pin uzatma birimi kullanılmıştır (Şekil 2.4).

Pinler 3.3V ile beslenmelidir. 3.3V pini üzerinden akmasına izin verilen maksimum akım 50mA'dır. 5V pini üzerinden akmasına izin verilen maksimum akım değeri ise güç kaynağına bağlıdır. Fakat Raspberry Pi'nin çalışmasına yetecek olan akım yeterlidir.



Şekil 2. 4 GPIO'lara dışarıdan kolayca erişim için kullanılan ara birim

Tüm GPIO'lar alternatif kullanımlarda SPI, PWM, I2C ve başka şekillerde tekrar konfigüre edilebilir. Şimdi de GPIO pinlerini daha ayrıntılı olarak ele alalım. Çizelge 2.3'de tüm GPIO pinlerinin numaraları, ne oldukları ve fonksiyonları verilmiştir.

GPIO modunda 17 pin çalışmak için uygundur. Bunlar giriş ya da çıkış olarak tasarlanabilir. Bu pinler için yüksek(high) değeri 3.3V, düşük (low) değeri de 0V'dur.

Pin 3 ve pin 5, I2C (Inter – Integrated Circuit) pinleri olarak kullanılmaktadır. I2C, çoklu I2C köle cihazların bağlanabileceği bir ara yüzdür. Raspberry Pi, master (ana) bus olarak görev almaktadır.

Çizelge 2. 3 GPIO pin dizilimi ve açıklamaları

Tanım	Fonksiyon	Pin No	Pin No	Fonksiyon	Tanım
	3.3V	1	2	5V	
Veri	I2C0 SDA	3	4	DNC ¹	
Saat	I2C0 SCL	5	6	GROUND	Toprak
	GPIO 4	7	8	UART TXD	İletmek
	DNC ¹	9	10	UART RXD	Almak
	GPIO 17	11	12	GPIO 18	
	GPIO 21	13	14	DNC ¹	
	GPIO 22	15	16	GPIO 23	
	DNC ¹	17	18	GPIO 24	
Master Out, Slave In (Ana Çıkış, Köle Girişi)	SP10 MOSI	19	20	DNC ¹	
Master In, Slave Out (Ana Giriş, Köle Çıkışı)	SP10 MISO	21	22	GPIO 25	
Serial clock (Seri Zaman)	SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N	Kanal etkinleştirme 0. Ayrıca köle seçici (Slave Select (SS))
	DNC ¹	25	26	SP10 CE1 N	Kanal etkinleştirme 1. Ayrıca köle seçici (Slave Select (SS))

¹ DNC: Do Not Connect (Bağlamayın). Bu pinler gelecek uygulamalar için saklanmış pinlerdir.

Pin 19, 21, 23, 24 ve 26 Serial Peripheral Interface (SPI) (Seri Çevresel Arayüz) olarak kullanılabilir.

SPI, çoklu SPI köle cihazların bağlanabileceği bir ara yüzdür. Raspberry Pi’de de beş tane SPI pini bulunmaktadır.

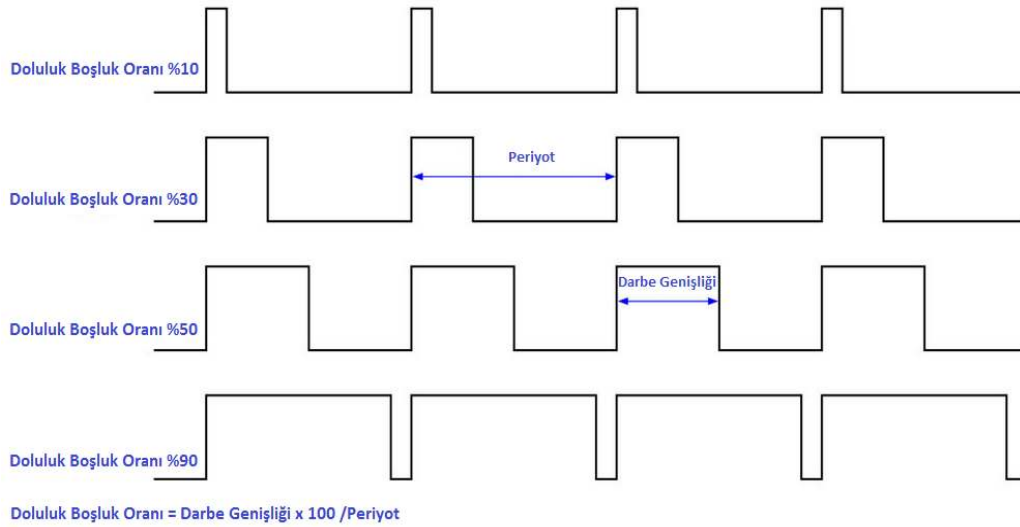
Pin 8 ve pin 10 Universal Asynchronous Receiver/Transmitter –UART (Evrensel Asenkron Alıcı/Verici) olarak çalışmaktadır. UART, seri bus bağlantısıdır. Bu pinler 3.3V ile çalışmaktadır ve RS232 spesifikasyonu 12V’dur.

Eğer RS232 seri cihazı bağlamak gerekirse, Raspberry Pi muhtemelen zarar görecektir. Bu sebeple böyle bir bağlantı yapılacaksa dikkatli olunmalıdır.

Tüm GPIO pinlerine değişen fonksiyonlar uygulanabilir. 6 farklı fonksiyona kadar çalışabilirler fakat her pin için bu mümkün değildir [15], [16], [17], [18].

DARBE GENİŞLİK MODÜLASYONU

Darbe Genişlik Modülasyonu (PWM - Pulse Width Modulation), darbe genişlik modülasyonu anlamına gelir. PWM sinyali frekansı belirli olan ve genliği ayarlanabilir bir kare sinyaldir. PWM frekansı sabit fakat darbe genişliği değişen sinyallerdir. PWM’de darbe genişliği Doluluk Boşluk Oranı (Duty Cycle) ile gösterilir.



Şekil 3. 1 PWM’de periyot, darbe genişliği ve doluluk boşluk oranı gösterimi

Bir kare dalga sinyali, belirli bir T zamanı içinde hem düşük (LOW) hem de yüksek (HIGH) değerleri taşıyan bir sinyal olup T süresi değişmeden bu süre içindeki LOW ve HIGH süreleri değiştirilerek genlik değişimi sağlanır.

Örnekle açıklamak gerekir ise $T=100\mu s$ olan bir kare dalgada doluluk boşluk oranı %50 ise “ $T = T_{low} + T_{high}$ ” şeklindedir. Yani High süresi 50 us ve Low süreside 50 us dir. Şimdi

de doluluk boşluk oranı %10 olan aynı sinyale göz atacak olursak. High süresi 10us, low süresi ise 90us olacaktır. $T=10+90=100$ olup T değeri değişmemiştir.

Günümüzde PWM yönteminin en çok duyulduğu yer; DC motorların hızlarının ayarlanması ve güç kaynaklarıdır. SMPS güç kaynaklarında, düzenlenecek olan çıkış voltajlarını bu teknikten yararlanarak elde etmektedirler. Bu sayede, yüksek akım ve düşük voltajlı güç elde etmek için, transformatörlerden çok daha etkin ve çok daha küçüklerdir.

DC gerilimi ayarlama PWM; DC gerilim tepe değerini bir seviyede tutarak, belli aralıklara bölünmüş sinyalin genişliğini ayarlama stratejisine dayanmaktadır. Böylece DC gerilimin değeri ayarlanmış olur.

3.1 Raspberry Pi’de PWM

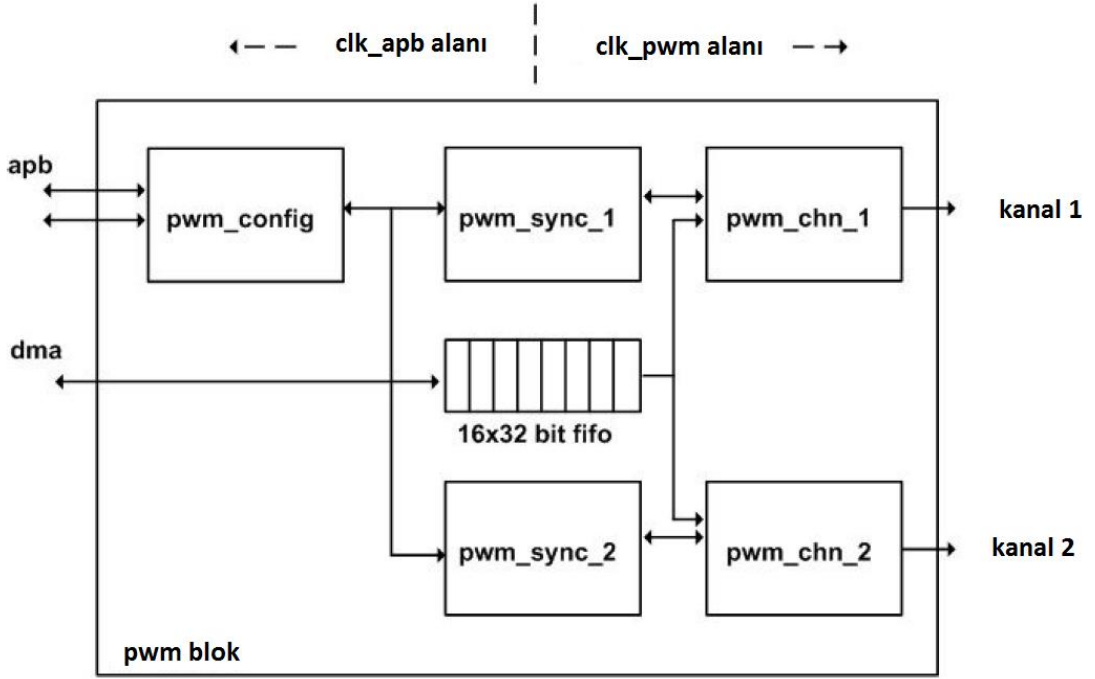
Bu bölüm de, Pulse Width Modulator (PWM) çevresel cihazı tarafından sağlanan özelliklerin ayrıntılı açıklaması yapılmaktadır [16].

PWM Kontrolörü şu özellikleri içermektedir:

- 2 bağımsız çıkış bit akışı sabit frekansa zamanlanmıştır
- Bit akışı, ayrı ayrı her PWM ya da 32-bit kelimesinin serileştirilmiş versiyonu olarak tasarlanır.
- Serileştirilmiş mod veri yükleme ve / veya veriyi bir FIFO depolama bloğundan okuyarak yapılandırılır. FIFO depolama bloğu 8 tane 32-bit kelimeye kadar depolayabilir.
- Her mod clk_pwm tarafından zamanlanabilir. clk_pwm normalde 10MHZ’dir. Fakat zaman yöneticisi tarafından çeşitlendirilebilir.

3.2 Raspberry Pi PWM Blok Diyagramı

Raspberry Pi’ de kullanılan çip tarafından desteklenen PWM’ in blok diyagramı Şekil 3.2’ de verilmektedir [16].



Şekil 3. 2 Raspberry Pi çipi, PWM blok diyagramı [16]

3.3 Raspberry Pi’de Yazılım ile PWM Kullanımı

LED parlaklığı, servo motorların yönünün kontrolü ya da DC motor hızını ayarlamak için PWM kullanımına ihtiyaç vardır. Bu tez çalışmasında DC motorları sürebilmek ve hızını ayarlayabilmek için Raspberry Pi tarafından PWM ile kontrol yapılmıştır. DC motorları sürebilmek için verilen gücün miktarını ayarlamak PWM tarafından yapılmaktadır.

PWM, cihazın hızlıca gücünün kapatılması ve açılmasını sağlayabilir. Bu açma ve kapama süresi arasında geçen zaman Doluluk Boşluk Oranıdır.

Raspberry Pi’ de PWM farklı yollarla çalıştırılabilir [19]. Bunlar:

- **Üzerindeki donanımla:** Donanımsal olarak PWM Raspberry Pi’de çalıştırılabilir. Sadece GPIO18 pini ile yapılabilir ve eğer aktif edilirse, audio jackına engel olabilir. Bu da çalışmayı zorlaştırır. Kernelin de tekrar derlenmesi gerekmektedir.
- **Yazılımla:** Yazılımsal olarak PWM Raspberry Pi’de çalıştırılabilir. Bu oldukça kolay bir opsiyondur. Donanımsal PWM kadar kusursuz olmasa da yazılımsal olarak PWM örnekleri vardır.
- **Harici donanımla:** Raspberry Pi’de PWM çalıştırabilmek için harici parçalar bulmak mümkündür.

Bu tez çalışmasında birden fazla DC motor sürmek gerekmektedir. Ayrıca onların kontrolü de yapılmak zorundadır. Bu sebeplerle, yazılım ile PWM kontrolü yapılma yoluna gidilmiştir. PWM kontrolünü yazılımla gerçekleştirme işlemi sırasında PWM kontrolü sağlayabilmek için Pi-Blaster Kütüphanesi indirilip kullanılmıştır [20]. Kütüphanenin indirildiği adres referanslar arasında verilmiştir [20].

Bu kütüphane Raspberry Pi'nin Terminali üzerinde bazı Linux komut satırları girilerek indirilmiştir. Arkasından bulunduğu dizine gidilmiştir ve son olarak sadece bir defaya mahsus cihaz üzerinde bu kütüphane derlenmiştir. Kullanılan komutlar şu şekildedir:

```
pi@raspberrypi ~ $ git clone https://github.com/mwilliams03/pi-blaster.git
pi@raspberrypi ~ $ cd pi-blaster
pi@raspberrypi ~ $ make pi-blaster
```

Bu işlemlerden sonra kullanıcı ara yüzünde pi-blaster kullanılmaya başlar. Bir kere pi-blaster çalıştırılınca arka planda uygulama öldürülene kadar çalışmaya devam eder. Eğer herhangi bir parametre girilmeden pi-blaster başlatılırsa, cihaz varsayılan pinleri aktif edecektir. Pi-blaster'ı çalıştırmak için şu komut satırı girilir:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./pi-blaster
```

Cihazın varsayılan pinleri şu şekildedir [19]:

Çizelge 3. 1 Cihazın varsayılan PWM pinlerinin bilgisi [19]

Kanal Numarası	GPIO Numarası	P1 Başlık Üst Bilgisi Pini
0	4	P1-7
1	17	P1-11
2	18	P1-12
3	21	P1-13
4	22	P1-15
5	23	P1-16
6	24	P1-18
7	25	P1-22

Çizelge 3.1' de gösterildiği gibi PWM aktif edildiğinde 8 tane kanal aktif olur. Bu 8 kanala kadar PWM işlerinin yapılabileceği anlamına gelir. Sadece PWM olarak

kullanmak için başlangıçta pinler belirlenebilir. Pin 22, 24, 17 ve 16 için PWM aktif etmek şu şekilde yapılabilir:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./pi-blaster 22 24 17 16
```

PWM, pin üzerinde yapılandırılabilir. Pi-blaster, /dev/pi-blaster içerisinde özel bir dosya (FIFO) yaratır. Şu şekilde kullanımıyla alakalı bazı örnekleri verilecek olursa[19],[20]:

- Pin 1'i %20 PWM olarak kurmak:
sudo echo "1=0.2" > /dev/pi-blaster
- Pin 0'ı tamamen kapatacak olursak:
sudo echo "0=0" > /dev/pi-blaster
- Pin 1'i tamamen açacak olursak:
sudo echo "1=1" > /dev/pi-blaster

Bu örneklerden de anlaşılacağı gibi burada frekans değeri ile oynanıp hız arttırılıp azaltılabilir. Bu da bu projede motor kontrolü sırasında hızın rahatça ayarlanabileceğini göstermektedir.

Pi-blaster bir kere aktif edildiğinde durdurulana kadar işlemci üzerinde çalışmaya devam eder. Yapılacak işler bittiğinde kapatılması gerekmektedir. Pi-blaster'ı durdurabilmek için şu komut kullanılır:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo killall pi-blaster
```

Buraya kadar anlatılan kısım, Raspberry Pi' de basitçe pwmın nasıl çalıştırabileceğini göstermektedir. Burada terminal üzerinde yapılan komutlar ile pwm çalıştırılmıştır. Fakat bu tez çalışmasında terminale yaptırılan işler sistemin çalışma kodu içerisinde istenilen işleri yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Bölüm 4' de oluşturulan sistem kısmı içerisinde kütüphanenin nasıl kullanıldığı açıklanmıştır.

OLUŞTURULAN SİSTEM

Bu tez çalışmasında oluşturulan sistem robot adı verilen bir mobil sistem ile uzaktan kumanda eden başka bir sistemin beraber çalışmasından oluşmaktadır. Bundan sonra motorlara sahip aracı da içeren kısımdan bahsedilirken “Robot” ve uzaktan kontrol eden sistem için de “Kontrolör” ifadesi kullanılarak sistem anlatılacaktır.

4.1 Robot Birimi

Robot şu bileşenlerden oluşmaktadır:

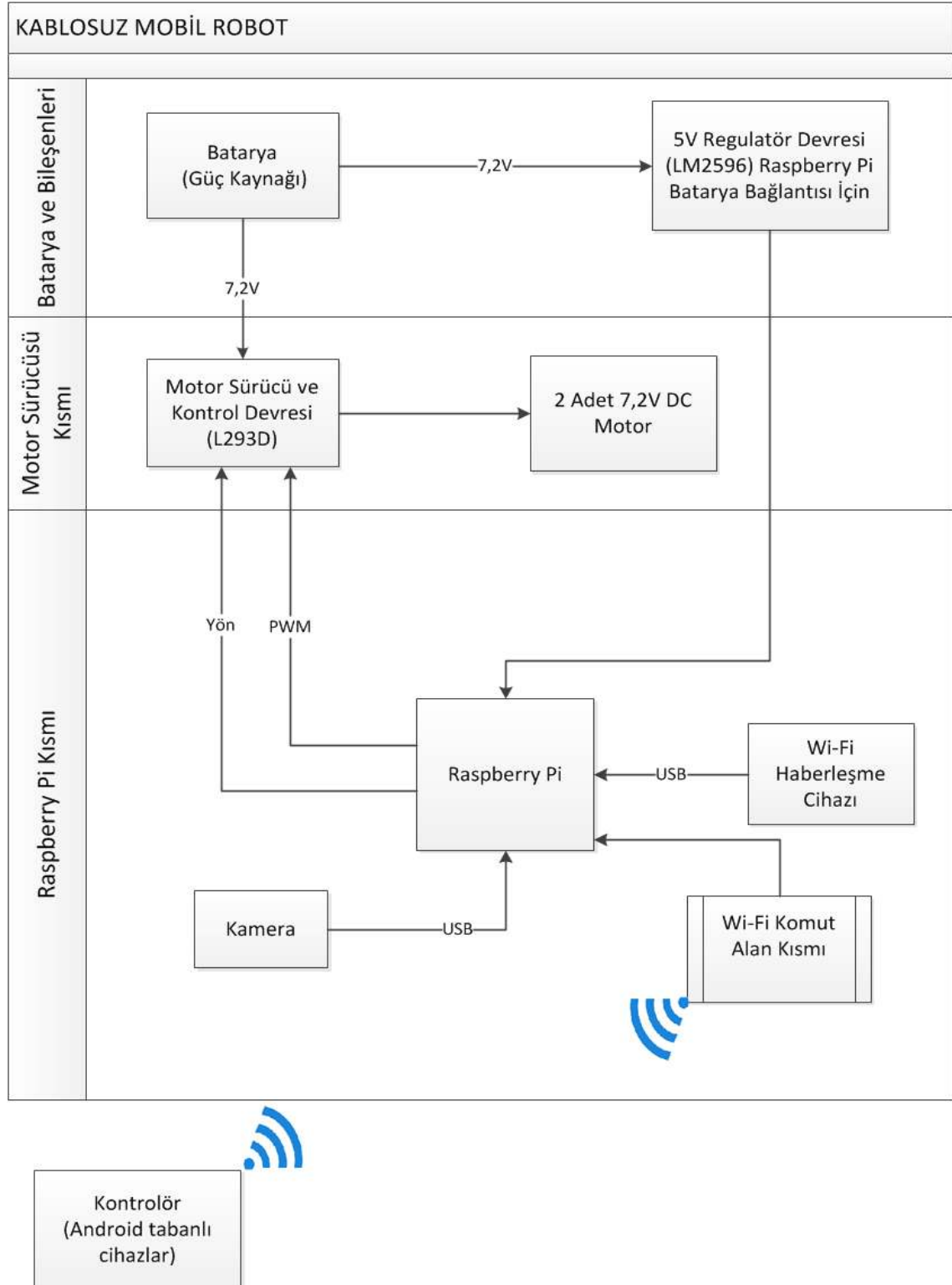
- Batarya ve bileşenleri
- Motor sürücüsü kısmı
- Raspberry Pi kısmı

Robot birimini oluşturan parçaların grafiksel gösterimi ve ayrıntılı olarak birbirleri ile olan ilişkileri Şekil 4.1’ de görülmektedir. Bu grafikte, grafiği oluşturan parçalar, parçaların birbirleri ile olan ilişkileri belirtilmiştir.

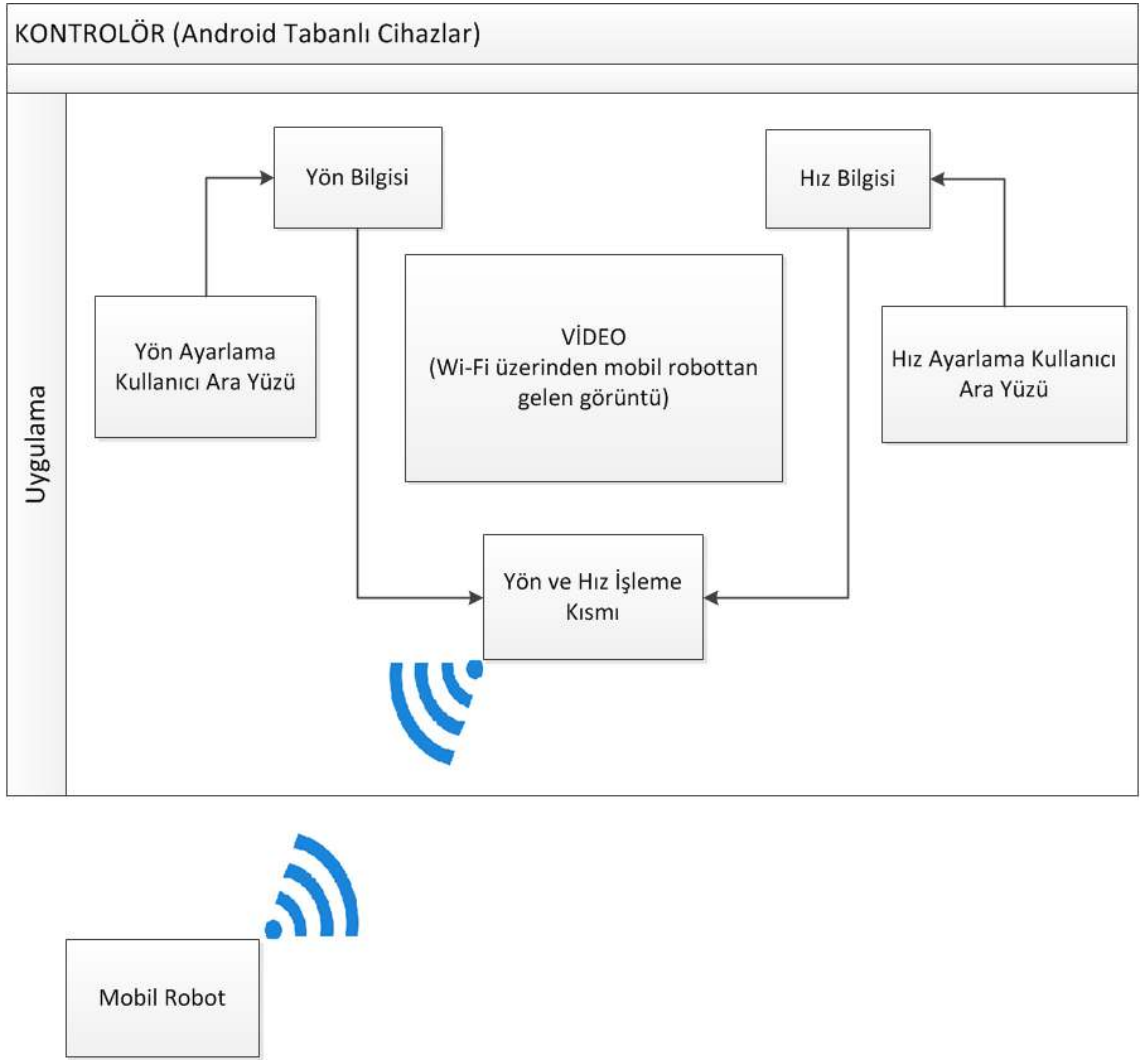
4.2 Kontrolör Birimi

Robot birimi ile haberleşen ve robot birimini kontrol eden Kontrolör birimi, Android İşletim Sistemi ile çalışabilen akıllı telefon, tablet bilgisayar vb. kablosuz internete bağlanabilen tüm cihazlara rahatça kurulabilmektedir ve robot birimi kontrol edilebilmektedir.

Kontrolör kısmını oluşturan parçaların grafiksel gösterimi ve ayrıntılı olarak birbirleri ile olan ilişkileri Şekil 4.2’ de görülmektedir. Bu grafikte, grafiği oluşturan parçalar, parçaların birbirleri ile olan ilişkileri belirtilmiştir.



Şekil 4. 1 Robot kısmının bileşenleri ve birbirleriyle olan ilişkileri



Şekil 4. 2 Kontrolör kısmının bileşenleri ve birbirleriyle olan ilişkileri

Şekil 4.1’ de görülen Robot ve Şekil 4.2’ de görülen Kontrolör birimleri soket haberleşme sayesinde birbirine kablosuz olarak bağlanmaktadır. Bölüm 4.3 ve bölüm 4.4 ‘de bu birimlerin çalışmaları ayrıntılı bir şekilde verilmektedir.

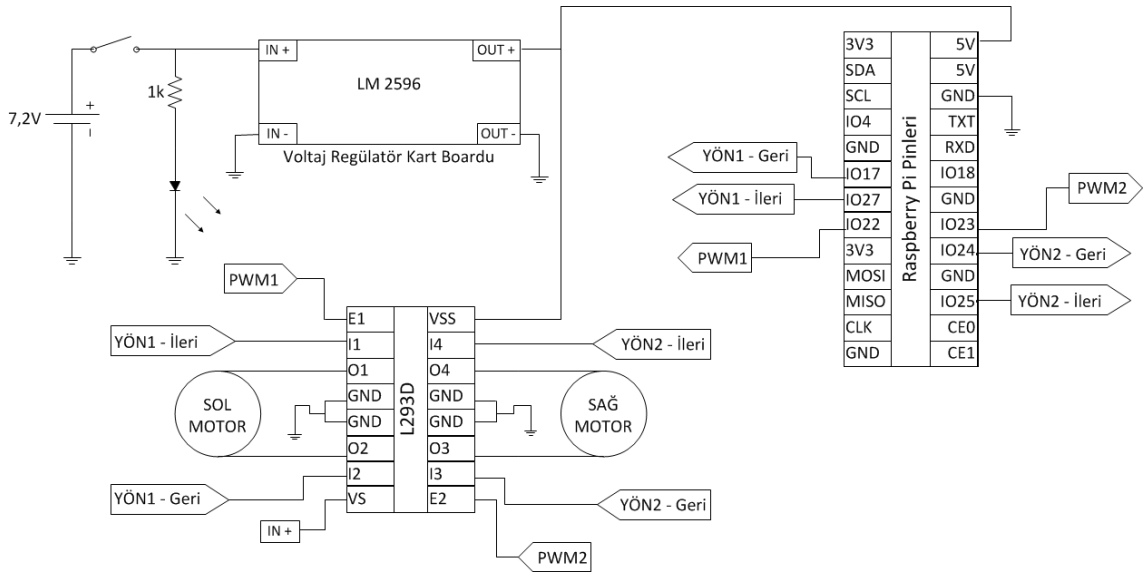
4.3 Robot Birimi Bileşenlerinin Çalışma Prosedürleri

Robot birimi Şekil 4.1’den de kolayca görülebileceği gibi 3 farklı kısmın birbiriyle eşzamanlı çalışmasıyla oluşmaktadır. Bu kısımlar şu şekilde tekrar belirtilebilir:

- Batarya ve bileşenleri
- Motor sürücüsü kısmı
- Raspberry Pi kısmı

Robot biriminin beyni bu sistemde Raspberry Pi'dir. Raspberry Pi üzerinde USB'den bağı kablolu haberleşme kurabileceği bir Wi-Fi haberleşme cihazı taşır. Raspberry Pi, sistemin ayakta kalmasını sağlarken, üzerindeki USB'den bağı web kamerası aracılığıyla görüntüyü alır ve kablolu olarak kontrolör birimine iletir. Ayrıca kontrolör biriminden gelen hız ve yön bilgisi doğrultusunda motorların istenen şekilde hareketini sağlar. Yani Yön ve PWM bilgisini Motor Sürücüsü kısmına iletir. Gelen veri Raspberry Pi tarafından anlamlandırılmış bir şekilde gelir. Gelen bilgi doğrultusunda DC motorlara verilen gerilimler ile motorlar çalışır ve hareket sağlanmış olur.

Raspberry Pi'nin iki GPIO pini PWM pinleri olarak ayarlanmıştır. Bunlar robotun hareketi için kullanılmaktadır. Dört adet GPIO pini ise ileri ve geri hareket için kullanılmaktadır. Bu pinlerden ikisi sağ motorun ileri-geri hareketi için diğer iki pin de sol motorun ileri-geri hareketi için kullanılmaktadır. Toplamda altı GPIO pini robotun hareketi için kullanılmaktadır. Mobil robotun devre çizim illüstrasyonu Şekil 4.3'de verilmektedir.



Şekil 4.3 Mobil robotun devre çizim illüstrasyonu

4.3.1 Sistemin Güç Kaynağı ile Beslenmesi

Sistemin hareket edebilmesi için bir güç kaynağı ile beslenmesi gerekmektedir. Raspberry Pi, güç girişi 5V olacak şekilde dönüştürülmüş bir mini USB güç kablosu ile

beslenmektedir. Fakat bu tez çalışmasında şebekeden çekilecek bir kablo hareketi kısıtlayacağı için güç kaynağı ile beslemek gerekmektedir. Bu sebeple 7.2V, 1.5A'lık bir güç kaynağı sistemi beslemek için kullanılmıştır.

Güç kaynağını Raspberry Pi'ye doğrudan bağlamak ısınma, yanma ve bir takım başka sorunlara sebep olabilir. Bu sebeple cihaz ile güç kaynağı arasına güç devresi yerleştirilmesi gerekmektedir. Raspberry Pi'ye batarya bağlantısı için LM2596, 5V regülatör devresi kullanılmıştır. Bu sayede giriş ne olursa olsun çıkışta 5V voltaj alınacak şekilde ayarlama yapılmış ve Raspberry Pi kaçak akıma karşı korumaya alınmıştır.

Şekil 4.4'de görülen devre Raspberry Pi'yi beslemek için güç kaynağı ile arasında kullanılan kart devredir. Bu DC-DC step-down voltaj regülatör kartı üzerinde, anahtarlamalı gerilim regülatörü olan LM2596 entegresi bulunmaktadır. Regülatör üzerinden 3A'e kadar akım akıtılabilmektedir. Giriş gerilimi 4-35V arasındadır. Bu aralıkta uygulanan voltaja değerine göre kart üzerindeki trimpottan yararlanılarak 1.25-30V arası çıkış gerilimi elde edilebilir. Kart üzerinde yer alan IN+ pozitif besleme girişi, IN- toprak, OUT+ pozitif çıkış gerilimi, OUT- ise toprak çıkışıdır [69].



Şekil 4. 4 Raspberry Pi ile güç kaynağı arasında kullanılan devre

4.3.2 Motor Sürücüsü Kısım

Bu çalışmada hareketleri sağlayacak donanımsal kısım bir maket araçtır. Bu aracın biri sağda biri solda olmak üzere iki tane 7.2V doğru akım motoru vardır. Robotta kullanılan doğru akım motorlarını sürebilmek için iki adet L293D motor sürücüsü entegresi kullanılmıştır. Bu entegre 16 pinli yapıda, 2 kanallı motor sürücüsüdür. Motorlara 5-36V

ve motor başına 0.6A akım verecek yapıdadır. Entegre içerisinde H-köprüsü yapısına sahiptir.



Şekil 4. 5 L293D motor sürücü entegresi

4.3.3 Raspberry Pi'nin Sistemdeki Konumu

Raspberry Pi, sistemdeki kritik kısımlardan birisidir. Raspberry Pi, web kamera aracılığıyla aldığı görüntüyü sunucu olarak çalışarak, istemciye yani kontrolöre kablosuz olarak gönderir. Kontrolörden hızını ve gideceği yönü ayarlayabilmek için bilgi bekler. Bilgi geldiğinde gelen bilgiye göre PWM frekansını aktif eder ve ona göre hareket eder. Pi-blaste kütüphanesi üzerinden aktif edilen PWM kullanımında her iki motor için de birer kanal aktif edilir. Yani Raspberry Pi'nin sadece 2 adet GPIOsu PWM ile motoru sürmek için çalışır şekilde ayarlanmıştır.

Pi-blaste kütüphanesinde PWM için 0-1 arası frekans değerleri verilmektedir. Sistemin çalışmasında bu aralık 100 birime karşı gelecek şekilde ayarlanmıştır. 0 yani durma komutu 0 birim frekansı ile 1 yani maksimum güç çalışma frekansı da 100 birim frekansa denk gelecek şekilde 0 – 100 arasındaki değerlere ayarlanmıştır.

Raspberry Pi'de sunucu yazılımı için C programlama dili kullanılmıştır.

Sunucu, istemciden her iki motor için bir frekans değeri bekler. Kontrolör üzerinden gelen bilgi "[1. Motorun Frekansı] [2. Motorun Frekansı]" şeklindedir. Hareketin hangi yön için nasıl olacağı kontrolör tarafında yapılmaktadır. Bu işlemin kontrolöre yaptırılmasının sebebi, robot kısmının daha hızlı olabilmesi ve karar verme süresinde yapacağı işlemler sırasında fazla işlemciyi meşgul etmemesi içindir. Görüntünün alınıp gönderilmesi işleminin de yine burada yapılması sebebiyle işlemcinin daha hızlı çalışması da bu sayede sağlanmıştır. Kontrolör tarafından gönderilen iki frekans değeri robotun hareketinin nasıl olması isteniyorsa öyle hareket etmesini sağlayacak şekilde

ayarlanmıştır. Bu işlem için kullanılan algoritma mantığı Bölüm 4.4’de ayrıntılı şekilde anlatılmaktadır.

Raspberry Pi, web kamerasını çalıştırmak ve görüntüyü göndermek için bir ortam oynatıcısına ihtiyaç duyar. Kameradan alınan görüntü ile istemciye gönderilen görüntü arasında bir zaman farkı vardır. Sistemin daha kullanışlı ve gerçek zamanlıya yakın şekilde çalışmasını sağlayabilmek için bu zaman kaybının oldukça az tutulması gerekmektedir.

Burada yine önemli olan noktalardan birisi de kamera ile alınan görüntünün formatıdır. Kameradan gelen görüntünün gönderilmeden önce kodlanması sırasında Raspberry Pi üzerinde işlenmesi belirli bir zaman almaktadır. Ayrıca işlemcinin kullanımını da arttırmaktadır.

Sistemde kameranin görüntü alıp hafızada saklanması sırasında, gelen görüntünün kodlanması sırasında ve istemciye gönderilmesi sırasında geçen toplam sürenin kısıllığı sistemin kullanışlılığı açısından oldukça önemlidir. Bu sebeple bu sürenin mümkün olduğunca az tutulması gerekmektedir.

Alınan görüntüyü Raspberry Pi üzerinde saklamadığımız durumda sistem açısından herhangi bir kayıp olmamaktadır. Bu sebeple kameradan alınan görüntü Raspberry Pi’de saklanmamaktadır. Sadece bu işlemin yapılması sürenin kısaltılmasına yeterli olmamaktadır.



Şekil 4. 6 Tez çalışmasında kullanılan Logitech C170 model web kamerası [61]

Kameranin aldığı görüntünün formatı bu noktada önemli bir yer tutmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan Web Kamerası USB aracılığıyla bağlanılan Logitech markasının

C170 modelidir (Şekil 4.6). Bu ürün USB 2.0 tipinde, tak ve çalıştır özellikli, en çok 1024 X 768 piksel görüntü yakalama özellikli, önerilen sistemde 640 x 480 pikselde görüntülü arama yapabilme kabiliyeti olan bir üründür [61].

Bu ürünün görüntü yakalama özellikleri Çizelge 4.1 'de verilmektedir. Çizelge 4.1, [62]'de verilen bilgilerden görüntü için olan kısımları özetlenerek verilmiştir.

Çizelge 4. 1 Sistemde kullanılan web kamerasının görüntü yakalama özellikleri

Görüntü Yakalama (4:3 SD)	640x480, 1.3MP, 3MP, 5MP
Görüntü Yakalama (16:9 W)	320x180, 360P
Film Karesi Oranı (mak.)	640x480@30

Bu kamera, YUV ve MJPEG formatlarını desteklemektedir. Bu iki formattan eğer YUV formatı seçilirse videonun Raspberry Pi'de kodlanıp öyle istemciye gönderilmesi gerekmektedir. Bu da çok büyük bir verinin kodlanması ve arkasından internet üzerinden gönderilmesi demektir. Bu işlem süremizi oldukça fazla etkileyecek bir durumdur. Kameranin desteklediği diğer format olan MJPEG içinse kamera kendi üzerinde kodlamasını yapıp öyle veriyi Raspberry Pi'ye vermektedir. Bu da süreyi kısaltmaktadır. Bu sebeple MJPEG formatında görüntü kullanmak sistemin çalışmasını iyileştirmektedir.

Bu durumda Raspberry Pi'nin de MJPEG formatını destekleyip desteklemeyeceği sorusu ortaya çıkmaktadır. Raspberry Pi, Linux işletim sistemi ile çalışan bir cihazdır. Linux işletim sistemi üzerinde bazı kütüphaneleri istenilen şekilde ekleyip çıkarabilmek mümkündür. Bu sebeple Raspberry Pi'ye "MJPEG-streamer" kütüphanesi [63] kurulmuştur.

MJPEG(MJPEG), "Motion JPEG" - " Motion Joint Photographic Experts Group – Hareketli Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu" demektir. Multimedya da MJPEG bir video formatıdır. MJPEG ayrı JPEG resimlerin birbiri arkasına gelerek akmasıdır. MJPEG' de her film karesi, gelen JPEG resmi olarak kodlanır. MJPEG'in kullanım alanları web tarayıcıları, medya oynatıcılar, oyun konsolları, IP kameralar, web kameraları, akış sunucuları, video kameraları ve lineer olmayan editörlerdir [64].

“MJPEG-streamer” kütüphanesi, tekli giriş uyumlu yazılımından aldığı JPG film karesini çoklu çıkış uyumlu yazılıma kopyalar. “MJPEG-streamer” kütüphanesi, IP tabanlı ağlar üzerinde web kamerasından aldığı JPEG akış dosyalarını TCPMP(The Core Pocket Media Player – Temel Paket Medya Oynatıcısı) oynatıcı çalıştırılabilen Firefox, Google Chrome gibi web tarayıcılarında ya da Android, IOS veya Windows Mobil gibi cihazlar üzerinde çalıştırabilir. Bu kütüphane RAM ve CPU açısından çok sınırlı kaynaklara sahip gömülü cihazlar için yazılmıştır [65].

“MJPEG-streamer” kütüphanesi Raspberry Pi’ye indirildikten sonra derlenmiştir. Bu kütüphaneyi Raspberry Pi’ye kurabilmek için bazı paketlerin cihaza indirilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle aşağıdaki komutlar aracılığıyla paketler indirilip kuruldu.

```
pi@raspberrypi ~ $ apt-get install libv4l-dev
pi@raspberrypi ~ $ apt-get install libjpeg8-dev
pi@raspberrypi ~ $ apt-get install subversion
pi@raspberrypi ~ $ apt-get install imagemagick
```

Bu komutlardan libv4l-dev ve libjpeg8-dev bağımlılık için gerekmektedir. Subversion ve ImageMagick kodun derlenmesi için gerekmektedir. Bu paketlerin kurulumundan sonra mjpeg streamer için gerekli olan her şey hazır olduğundan, kütüphane indirilip derlenebilir. Bunun için aşağıdaki komutlar kullanılır.

```
pi@raspberrypi ~ $ svn co https://mjpeg-streamer.svn.sourceforge.net/svnroot/mjpeg-streamer mjpeg-streamer
pi@raspberrypi ~ $ make USE_LIBV4L2=true clean all
pi@raspberrypi ~ $ make DESTDIR=/usr install
```

Bundan sonra sistem mjpeg streamer kullanmak için hazır oluyor. Aşağıdaki komut çalıştırılarak mjpeg streamer kullanılmaya başlanır.

```
pi@raspberrypi ~ $ mjpeg_streamer -i "/usr/lib/input_uvc.so -d /dev/video0 -r 640x360 -f 5" -o "/usr/lib/output_http.so -p 8090 -w /var/www/mjpeg_streamer"
```

Bu komut ile mjpeg akışı 8090 portunda 640x360 piksel çözünürlüğünde saniyede 5 kare olarak çalışmaya başlar. Burada kullanılan “-d: cihaz (device)”, “-r: çözünürlük

(resolution)", "-f: film karesi oranı (frame rate)" anlamlarına gelen giriş tanımlayıcılarıdır. "-d" ile ifade edilen giriş tanımlayıcısı Linux tarafından kameraya atanmış olan cihaz adını gösterir. "-r" ile 640x360 piksel çözünürlükte görüntü alacak şekilde ayarlama yapılmıştır. "-f" ile de saniyede 5 tane kare alması istenmiştir.

Aynı kod satırındaki çıkış tanımlayıcıları ise "-p:port" ve "-w: web sağlayıcı alt dizini (web serving directory)"dır. Bu tez çalışmasında port olarak 8090 verilmiştir [66].

Raspberry Pi'de çalışan kamera 16:9 formatında görüntü almaktadır. Kameranın 16:9 için alabildiği en büyük görüntü boyutu 360P yani 640x360 görüntü boyutu bu tez çalışmasında kullanılmıştır (Bakınız Çizelge 4.1).

İkinci bölümde bahsedildiği gibi Raspberry Pi kablolu ağ bağlantısı desteğiyle gelmektedir. Ancak söz konusu sistemin tasarımında ağ bağlantısı için kablosuz bağlantı yöntemi tercih edilmiştir. Bu nedenle Raspberry Pi'de USB girişinden bağlanan bir kablosuz ağ adaptörü kullanma ihtiyacı oluşmuştur.

Raspberry Pi işletim sisteminde bazı kablosuz ağ adaptörleri doğrudan desteklenmesine rağmen, kullanılan Ralink 5572 çip setine sahip ağ adaptörü desteklenmemektedir. Bu çip setin sürücülerini indirilerek derlenmiş ve işletim sistemine çekirdek (kernel) modülü olarak tanıtılmıştır.

```
pi@raspberrypi ~ $ apt-get install linux-headers-rpi-rpfv
```

Sürücü dosyaları kernel modülü olarak derleneceğinden, mevcut sistemin başlık (header) dosyalarının indirilmiş olması gerekmektedir. Bu komut ile işletim sistemi çekirdek başlıkları yüklenir.

```
pi@raspberrypi ~ $ wget
```

Komutu ile sürücü kaynak dosyaları arşivi internetten Pi üzerine [67]'den indirilir. Aşağıdaki komut ile arşiv mevcut klasöre açılır.

```
pi@raspberrypi ~ $ tar xvf DPO_RT5572_LinuxSTA_2.6.0.1_20120629.tar.bz2.bz2
```

Aşağıdaki komut aracılığıyla klasör içerisine girilir ve make komutu ile kaynak dosyaları derlenir.

```
pi@raspberrypi ~ $ cd DPO_RT5572_LinuxSTA_2.6.0.1_20120629
```

```
pi@raspberrypi ~ $ make
```

```
pi@raspberrypi ~ $ make install
```

Derleme tamamlandıktan sonra, oluşan kütüphane dosyalarının işletim sistemine gömülmesi sağlanır.

```
pi@raspberrypi ~ $ ifup wlan0
```

Bu komut çalıştırılarak kablosuz ağ arabirimi ayağa kaldırılır. İşletim sistemi her açıldığında bu arabirim kendiliğinden çalışmaya başlayacaktır.

Robot biriminin genel olarak çalışması parçalara ayrılarak ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu parçalarının her birinin tek tek çalışmasında yapılan işlemler verilmiştir. Fakat bu parçaların hep birlikte tek seferde çalışması, sistemin işlevselliği açısından önemlidir.

Özetle Raspberry Pi çalıştığında, üzerinde PWM için kurulu olan kütüphanenin aktif olması, kameranın çalışmaya başlayıp görüntüyü internet üzerinden göndermeye başlaması ve sunucunun aktif olarak çalışması gerekmektedir. Bunların hepsinin senkronize bir şekilde çalışabilmesi için açılışta sistemin çalışması gerekmektedir. Bu amaçta açılışta bu işleri yapabilmesi için bir script (senaryo) yazılmıştır. Bu başlangıç scriptinin açılışta çalışabilmesi için Raspberry Pi'nin açılışına bu scripti çağırması için bir tetikleyici eklenmiştir. Bu tetikleyici komut "/etc/rc.local" dosya dizinine eklenmiştir. Bu izin Raspberry Pi'nin açılış sırasında her şeyi çalışır duruma getirdiği bir dizindir. Tüm işleri yapabilmesi için yazılan script şu şekildedir:

```
#!/bin/bash
```

```
#Pi-blaster PWM kontrol uygulamasini baslat:
```

```
sudo /home/pi/pi-blaster/pi-blaster 22 23
```

```
#Kamera uygulamasini baslat:
```

```
mjpg_streamer -i "/usr/lib/input_uvc.so -d /dev/video0 -r 640x360 -f 5" -o  
"/usr/lib/output_http.so -p 8090 -w /var/www/mjpg_streamer" &
```

```
#Communicator uygulamasini baslat
```

```
/home/pi/Desktop/My_Soket_Communication/server &
```

Bu script'in çalışması bir cümle ile ifade edilecek olursa; öncelikle PWM için iki tane pin aktif ediliyor sonrasında kamera uygulaması başlatılıyor ve soket haberleşmesi için sunucu çalıştırılıyor.

Böylelikle robot birimi artık çalışır hale getirilmiştir.

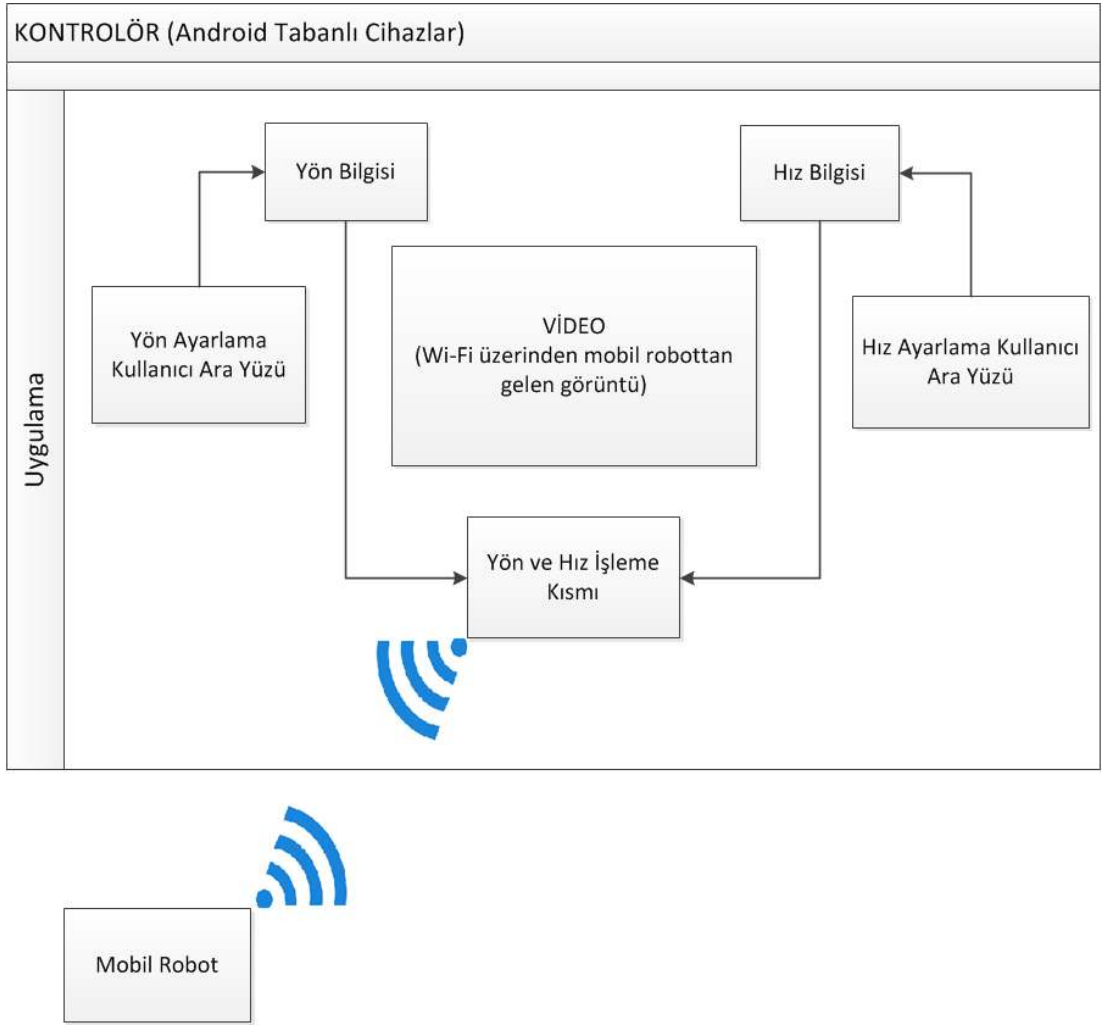
4.4 Kontrolör Biriminin Çalışma Prosedürü

Kontrolör birimi kullanım kolaylığı ve her an ulaşılabilir verimliliğine sahip olabilmesi gereken bir birimdir. Bu sebeple bunun kullanımını daha yaygın kullanılan ve ücretsiz olan bir işletim sisteminde tasarlamak daha doğru olacaktır. Bu sebeple Android'de bu birimin tasarlanmasına karar verilmiştir.

Kontrolör biriminin yapması gereken işler; görüntüyü sunucudan alıp ekrana basmak, yön ve hız bilgisini de kullanıcının isteğine göre sunucuya iletmektir. Tasarlanan sistemin fiziksel yapısının görüntüsü Şekil 4.2'de verilmektedir. Şekil 4.7'de Şekil 4.2 tekrar verilmiştir.

Şekil 4.7'de görülen Kontrolör, kontrol amacıyla kullanacağımız Android cihazın ekranı olarak düşünülebilir. Çünkü cihazda kullanılacak Android uygulama ara yüzü bu şekilde tasarlanmıştır. Ekranın sol tarafı yön ayarı yapabilmek için, sağ tarafı da hız ayarı yapabilmek için tasarlanmıştır. Yön bilgisi soldan sağa hareketle ayarlanırken, hız bilgisi aşağıdan yukarıya doğru hızlanacak şekilde tasarlanmıştır.

Yön için görsel olarak bir direksiyon resmi kullanılmıştır. Bu direksiyon, araç direksiyonu gibi sağa doğru parmak sürüklendiğinde sağa hareket için yön bilgisini, sola doğru parmak sürüklendiğinde sola hareket için yön bilgisi vermektedir. Direksiyon resmi düz olarak görüldüğü konumda da düz gitmesi için yön bilgisi vermektedir. Yön bilgisinde sola dönüş için -100 ile 0 arasında değerler ve sağa dönüş içinde 0 ile 100 arası değerler verilmiştir. Burada 0'dan uzaklaştıkça dönüş açısı artmaktadır. Yön için verilen direksiyonun üst tarafında, ekranın sol üstüne yakın bir bölgeye gelecek şekilde yön bilgisi ekrana yeşil renkli olarak derece cinsinden basılmaktadır.



Şekil 4. 7 Kontrolör kısmının bileşenleri ve birbirleriyle olan ilişkileri

Hız için görsel olarak bir gaz pedalı resmi kullanılmıştır. Bu pedal ilk başlangıçta ekranın sağ tarafında ortasında durmaktadır. Bu konum aracın durduğu "0" hız bilgisi içermektedir. Dokunmatik ekranda parmak 0 noktasından yukarı doğru sürüklendiğinde hız ileri yönde hareketi sağlayacak şekilde artmaktadır. Yine benzer şekilde dokunmatik ekranda parmak 0 noktasından aşağı doğru sürüklendiğinde hız geri yönde hareketi sağlayacak şekilde artmaktadır. Maksimum ileri yönde 100 hızına ulaşıldığında kullanılan görsel ekranın sağ üstü köşesine doğru çıkmaktadır. Benzer şekilde maksimum geri yönde -100 hızına ulaşıldığında kullanılan görsel ekranın sağ alt köşesine doğru gitmektedir. Parmağın hareketiyle kullanılan görselde aşağı ve yukarı şekilde hareket etmektedir. Hız için verilen görselin üzerinde (maksimum ileri yönde hıza ulaştığında görselin az daha sağında kalacak şekilde) bir yere yerleştirilmiş bir gösterge ile hız bilgisi yeşil renkli olarak yüzde cinsinden ekrana basılmaktadır.

Bunların dışında, ekranın hız ve yön göstergelerinin ortasına denk gelecek şekilde uygulamanın mobil robot ile bağlantı durumunu göstermek için ekranda bağlantı durumu da gösterilmektedir. Bağlantı kurulduğunda “bağlandı” yazısı ekrana yazdırılmaktadır.

Hız ve yön ile ilgili görseller ve bilgilerini içeren tüm bilgiler tam ekrana yerleşecek şekilde verilen sunucudan gelen videonun üzerine basılmaktadır. Yani ekranın tamamına yerleşecek şekilde, robot biriminden gelen görüntü basılmaktadır.

Yukarıda anlatılan görsellerin nasıl görüldüğünün şekli Şekil 4.8’de verilmiştir.

Bu tez çalışmasında kontrolör için kullanılan Android cihaz Grundig markasının GTB 701 kodlu modelidir. Bu cihaz üzerindeki işletim sistemi Android 4.1 Jelly Bean’dır. 7” LCD (1024 x 600) kapasitif dokunmatik ekranı vardır ve 802.11 b/g/n kablosuz ağ bağlantısı mevcuttur [68].

Cihazda kullanılan işletim sistemi bilgisi, uygulama bilgisayar ortamında yazılırken üzerinde çalışabileceği cihazların sürümüyle uyumlu olması açısından önemlidir. Ekran çözünürlüğü olan 1024 x 600 bilgisi, bu tez çalışmasında yön ve hız bilgilerini dokunmatik olarak algılanabilmesi için bir takım kısıtların verilmesi sırasında kullanılmıştır.

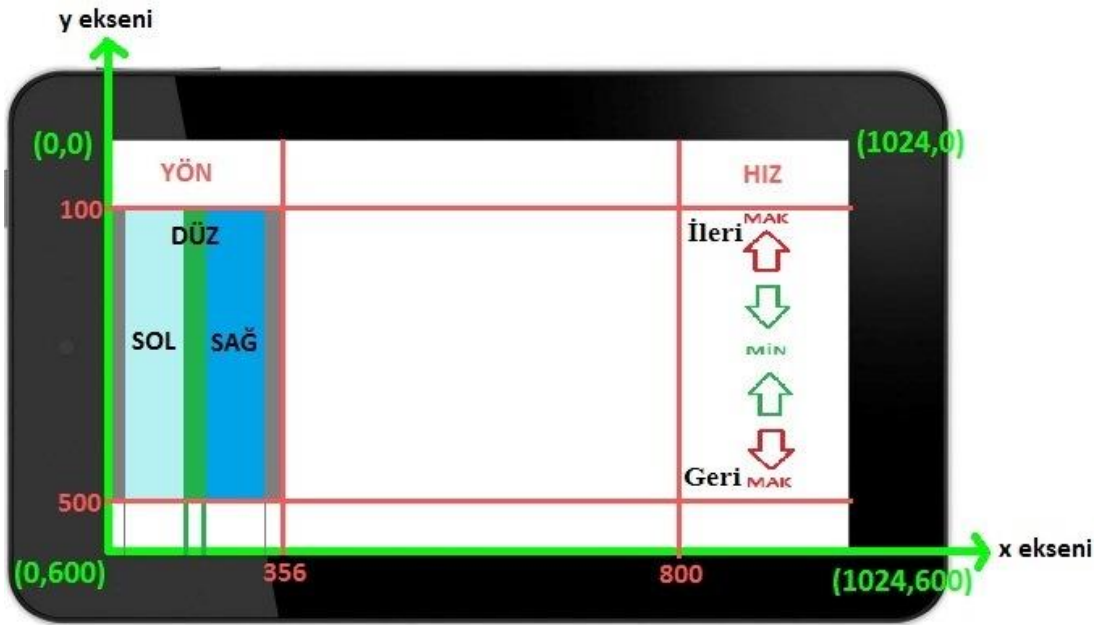
Kontrolör için uygulama yazılırken programlama dili olarak java ve konfigürasyon içinde xml dosyaları kullanılmıştır.

Şekil 4.9’da kontrolör için kullanılan 7” 1024 x 600 ekran çözünürlüğü bilgisine göre ayarlanmış hız ve yön bilgilerinin yerleşimleri gösterilmektedir. Şekil 4.9’dan da görülebileceği şekilde y eksenini bilgisi yukarı doğru çıktıkça azalmakta yani 0’a doğru yaklaşmaktadır. Daha önceden de bahsedildiği gibi yön bilgisi ekranın sol tarafında, hız bilgisi ise ekranın sağ tarafında kalacak şekilde ayarlanmıştır.

Şekil 4.9 da yön için ayrılan kısım x eksenini üzerinde (356,0) koordinatı ile sol tarafta sınırlandırılmıştır. Bu bölgeye Şekil 4.8’de görüldüğü gibi bir direksiyon resmi yerleştirilmiştir. Direksiyon resmi, yön için ayrılan kısmın sol ve sağ taraflarında 40ar birim boşluk kalacak şekilde ayarlanarak yerleştirilmiştir. Bu durum çalışması için yazılan kod ile de gerçekleşmiştir. Şekil 4.9’da bu bölgeler gri renk ile gösterilmiştir.



Şekil 4. 8 Kontrolörün ekran görüntüsü



Şekil 4. 9 Kontrolörde hız ve yön ayarlarının koordinat sisteminde yerleşimi

Şekil 4.9'da yön kısmının ortasında görülen yeşil renkli bölge düz hareketi sağlayabilmek için ayrılmış bölgedir. Bu bölge 56 birimlik bir kısımda çalışabilecek şekilde ayarlanmıştır. Üzerinde "DÜZ" yazısı ile de şekil üzerinde işaretlenmiştir. Düz kısmını gösteren yeşil bölgenin sağı ve solu, yine aynı isimli yönler doğru hareket için ayarlanmıştır. Açık mavi ile gösterilen kısım sola hareketi, koyu mavi ile gösterilen kısımda sağa hareketi göstermek için renklendirilmiştir. Her iki yön içinde ayarlanan çalışma aralığı 100er birimdir.

Çizelge 4. 2 Yön ve hız için kullanılan ara yüzlerin koordinat eksenindeki karşılıkları

	x eksenini başlangıcı	y eksenini başlangıcı	x eksenini bitişi	y eksenini bitişi	x ekseninde ayrılan birim sayısı	y ekseninde ayrılan birim sayısı
Yön = Sol	40	0	140	600	100	600
Yön = Düz	140	0	196	600	56	600
Yön = Sağ	216	0	316	600	100	600
Hız = İleri	800	300	1024	100	224	200
Hız = Geri	800	300	1024	500	224	200

Sola hareket düz gitmek için ayrılan bölümün en sol koordinatından başlayıp sola doğru ilerledikçe 0'dan -100'e doğru değişmektedir. -100 olduğu nokta x ekseninde 40 koordinatına karşılık gelmektedir. Üzerinde "SOL" yazısı ile de Şekil 4.9 üzerinde işaretlenmiştir. Sağa hareket ise düz gitmek için ayrılan bölümün en sağ koordinatından başlayıp sağa doğru ilerledikçe 0'dan 100'e doğru değişmektedir. 100 olduğu nokta x ekseninde 316 koordinatına karşılık gelmektedir. Üzerinde "SAĞ" yazısı ile de Şekil 4.9 üzerinde işaretlenmiştir. Çizelge 4.2'de bu anlatımların rakamsal olarak ifadeleri verilmektedir.

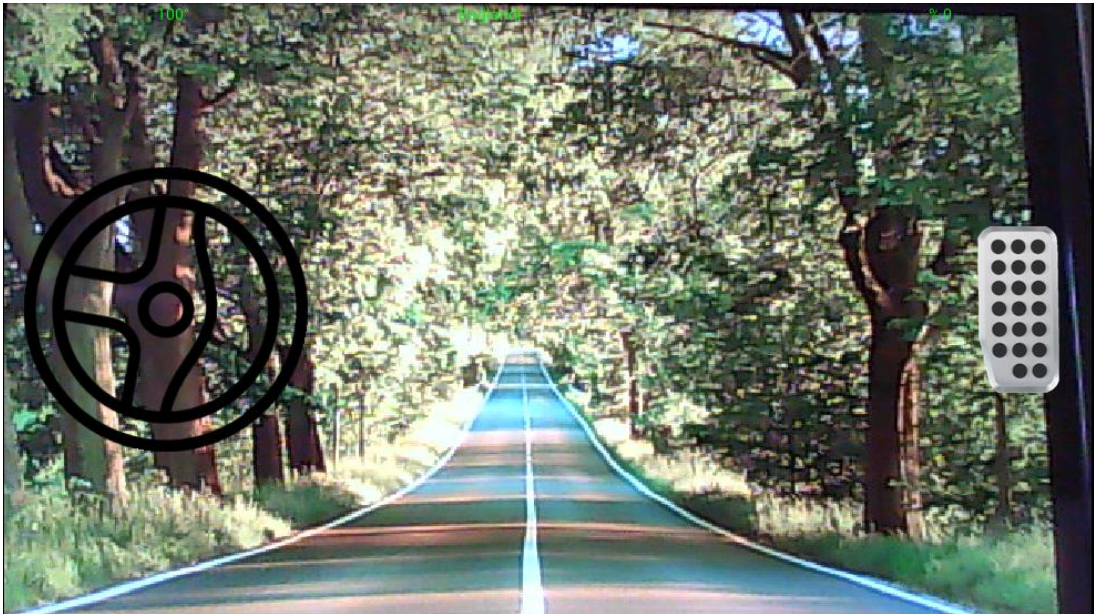
Hız değişimi öncelikle y eksenini ile sınırlandırılmıştır. Hız aşağıdan yukarıya doğru 400 birimlik bir aralıkta hareket edecek şekilde belirlenmiştir. Hız için kullanılan gösterge ilk uygulama başlatıldığında ekranın ortasında 0 konumunda yani y ekseninde 300 noktasında durmaktadır. Bu noktadan dokunmatik ekrandan yukarı doğru hareket edildiğinde ileri yönde hareket, aşağı doğru hareket edildiğinde geriye doğru hareket sağlanmış olur. Hızın kontrolünde değişimi ileri yönde hızlanırken 0 ile 100 arasındadır ve geri yönde hızlanırken 0 ile -100 arasındadır. Hız eksenini ayrıca x ekseninde 800 koordinatı ile 1024 koordinatları arasında kalacak şekilde ayarlanmıştır. Çizelge 4.2'de bu açıklamaların rakamsal olarak karşılıkları gösterilmektedir.

Kontrolörün sola hareketi sırasında direksiyon şeklinin değişimin uygulamadaki halinin gösterimi Şekil 4.10'da verilmektedir. Bu şekilde tam sol hareketinin gösterimi verilmiştir. Kontrolörün sağa hareketi sırasında direksiyon şeklinin değişiminin

uygulamadaki halinin gösterimi de Şekil 4.11’de verilmiştir. Bu şekilde tam sağ hareketinin gösterimi verilmiştir.



Şekil 4. 10 Uygulamada tam sola dönüşün görseli

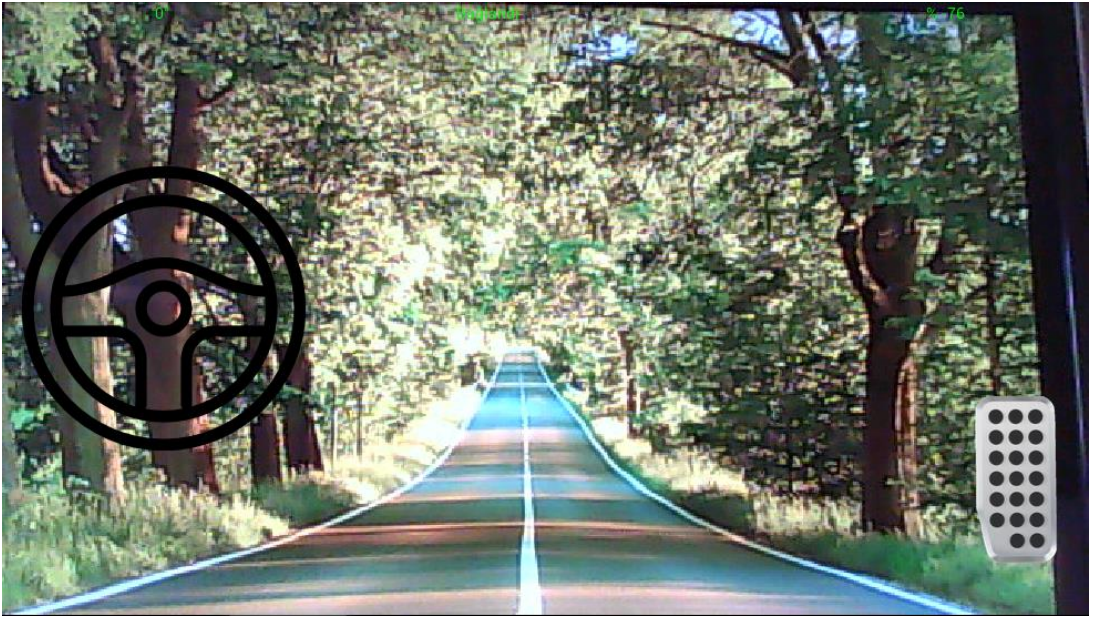


Şekil 4. 11 Uygulamada tam sağa dönüşün görseli

Şekil 4.12’de kontrolörün hız göstergesi için kullanılan gaz pedalı resminin, ileri yönde hızlanma sırasında nasıl görüldüğü gösterilmektedir. Şekil 4.13’de de geri yönde hızlanma sırasında gaz pedalının durumu verilmektedir. Şekil 4.14 ise 0 noktası olarak tanımlanan, robotun hareketi için herhangi bir hız verilmediği durumda gaz pedalının durumu verilmiştir.



Şekil 4. 12 İleri yönde hızlanma



Şekil 4. 13 Geri yönde hızlanma



Şekil 4. 14 Hareket için herhangi bir hız verilmediğindeki durum

Bu çalışmada robot kısmında olan iki motorun hızlarının yön bilgilerine göre ayarlanmasının kontrolör tarafından yapılıp, ona göre robota hız bilgilerinin iletildiği daha önce belirtilmişti. Bu durumda hesapların nasıl yapıldığı bu kısımda açıklanabilir.

Robot kısmında biri sağda biri solda olmak üzere iki motor bulunmaktadır. Düz bir şekilde hareket ederken bunların ikisine de iletilen hız kullanıcının hız ayarlama kısmında verdiği hızla aynıdır. Fakat sağa ve sola dönüşlerde çalışmaları gereken hızlar aynı değildir. Bunun için bu çalışmada farz edilip yapılan hesaplamalar şu şekildedir:

Öncelikle sol motor için konuşacak olursak eğer kullanıcı sağa doğru dönmek isterse verdiği hızın bu motorun çalışması gereken hız olduğu kabul edilmiştir (Denklem 4.1). Fakat sola dönülüyorsa robota gönderilecek hızın hesaplanması Denklem 4.2'deki gibi olmalıdır.

$$\text{Sağa Dönüş} \rightarrow v_{Sol} = v \quad (4.1)$$

$$\text{Sola Dönüş} \rightarrow v_{Sol} = v - \frac{v \times (-1 \times d)}{100} \quad (4.2)$$

Sağ motorun çalışmasında eğer kullanıcı sola dönmek isterse verdiği hızın bu motorun çalışması gereken hız olduğu kabul edilmiştir (Denklem 4.3). Fakat sağa dönülüyorsa robota gönderilecek hızın hesaplanması Denklem 4.4'deki gibi olmalıdır.

$$Sola Dönüş \rightarrow v_{Sağ} = v \quad (4.3)$$

$$Sağa Dönüş \rightarrow v_{Sağ} = v - \frac{v \times d}{100} \quad (4.4)$$

Yukarıda verilen Denklem (4.1), (4.2), (4.3), (4.4)'deki kısaltmaların anlamları şu şekildedir:

d : Yön

v : Hız

$v_{Sağ}$: Sağ Motorun Hızı

v_{Sol} : Sol Motorun Hızı

Dönüş işlemleri motorlara yukarıdaki denklemlerden yararlanarak yapılacak şekilde algoritmaya dökülmüş ve işlem yaptırılmıştır.

Sonuç ve Öneriler bölümünde bu bölümde anlatılan tüm çalışmaların tek parça olarak nasıl çalıştığı ve sonuçları verilmektedir.

4.5 Sistemin Çalışması

Bölüm 4.3 ve 4.4'de anlatıldığı üzere sistem birbiriyle haberleşen iki kısım aracılığıyla oluşturulmuştur. Bu bölümde yukarıda ayrıntılı olarak anlatılan her şeyin bir bütün olarak çalışması anlatılmaktadır.

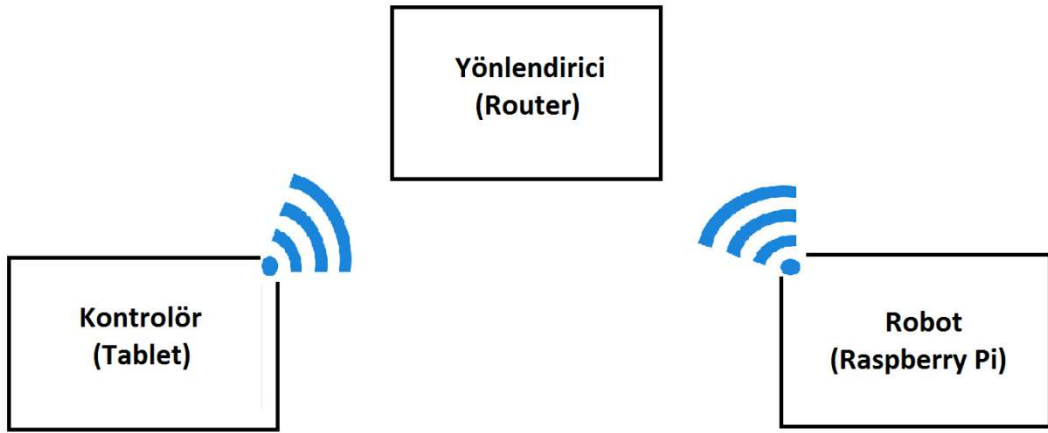
Robot ve kontrolör birimleri birbirleriyle ağ üzerinden haberleşmektedirler. Buda her iki biriminde bir ağa bağlanmasını gerektirmektedir. Bu tez çalışması gerçekleştirirken iki cihazında bir Router (Yönlendirici) aracılığıyla aynı ağa bağlanması sağlanmıştır. Bu bağlantıda robot biriminin sabit bir IP adresi alması sağlanmıştır. Bu sayede kontrolör biriminde çalışan uygulama robot birimine ulaşır ve sunucu olan robot birimi ile socket haberleşme kurar.

Şekil 4.15'de sistemin temsili bir resmi verilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi Kontrolör ve Robot birimleri wi-fi üzerinden Router'a bağlıdır. Router burada sadece bir ağıdır. Cihazların kablosuz haberleşme ortamını sağlayabilmek amacıyla kullanılmıştır.

Mobil robot başlatma işleminden sonra çalışmaya başlamaktadır. Robot açılış işlemlerini tamamlayınca kamera çalışmaya başlamaktadır ve PWM kısmı kontrolörden

komut beklemeye başlamaktadır. Bu durumda sunucu istemci haberleşmesini beklemeye başlar.

Kontrolör kısmında ise uygulama başlatıldığında, kontrolör robottan gelen videoyu alır ve dokunmatik ekranda göstermeye başlar. Başlangıçta robot kısmı statiktir. Ne zaman hız ve yön bilgisi kontrolörden gelirse, robot hareket etmeye başlamaktadır. Hız ve yön bilgileri dokunmatik ekran aracılığıyla kullanıcıdan alınmaktadır. Kontrolör ve mobil robotun fotoğrafı ise Şekil 4.16'da verilmektedir. Tüm sistemin fotoğrafı Şekil 4.17'de verilmektedir.



Şekil 4. 15 Sistemin temsili resmi



Şekil 4. 16 Kontrolör ve mobil robotun fotoğrafı



Şekil 4. 17 Tüm sistemin fotoğrağı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmaya insanın fiziksel durumu ve can güvenliği kısıtlamaları esin kaynağı olmuştur. İnsanlar doğal afetlerde, can ve mal güvenliği riskinin olduğu bazı şartlarda kendilerini ve etraflarını riske atmadan bir takım arama kurtarma çalışmalarında bu çalışmada açıklanan sistemi kullanabilirler. Aynı sistem, güvenlik kamerası amacıyla da bazı iş yeri, ofis ve fabrika gibi ortamlarda da kullanılabilir. Bu gibi yerlerde bu sistemi kullanmak maliyeti ve iş gücünü azaltacaktır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen sistemin en önemli farklarından birisi Android işletim sistemi üzerinde çalışan bir kontrolöre sahip olmasıdır. Bu da kullanıcıya ekstra bir cihaza ihtiyaç duymadan, kendi Android işletim sisteminde çalışan cihazlarını kullanma özgürlüğü tanımaktadır. Ayrıca birden fazla kullanıcının istediği her yerden robot ile haberleşip sistemi kullanabiliyor olması kullanımın yaygın şekilde olmasına olanak sağlamaktadır.

Önemli başka bir nokta da mobil robotun Linux İşletim Sistemi üzerinde çalışıyor olmasıdır. Linux'un ücretsiz ve açık kaynak kodlu olması benzer diğer çalışmalara göre bu çalışmanın mali olarak daha uygun olmasını da sağlamaktadır.

Yapılan literatür taramalarında farklı mobil robot uygulamalarıyla karşılaşılmıştır. Fakat Android işletim sistemi üzerinde tasarlanan bir uygulama ile kontrol edilen bir mobil robot sistemi ile karşılaşılmamıştır. Ayrıca Linux işletim sistemi kullanan bir mobil robot tasarımına da yapılan literatür aramalarında rastlanılmamıştır. Android işletim sistemi üzerinde çalışacak şekilde tasarlanan uygulamanın sunucu olarak konfigüre edilmesi sistemin farklılıklarından biridir. Kontrolör ve mobil robot arasında kurulan soket haberleşmede, sunucu ve istemci farklı işletim sistemlerinde ve farklı programlama

dillerinde yazılmıştır. Sunucu yani kontrolör Android işletim sisteminde java programlama dili ile yazılmıştır. İstemci, yani mobil robot ise Linux işletim sisteminde C programlama dili ile yazılmıştır.

Tasarlanan mobil robot açılışta Wi-Fi bağlantısını yapıp, PWM pinlerini aktif ederek kamera görüntüsü alacak şekilde özelleştirilmiştir. Kontrolör tarafından bağlanma isteğinin gelmesiyle mobil robot görüntüsünü kontrolöre göndermeye başlar. Kontrolör uygulaması, mobil robot ile bağlantı kurduktan sonra görüntüyü ekrana basmaya başlar.

Günlük hayatında da mobil cihazlar kullanan birçok insan, bu sistemi kolayca kullanabilecektir. İlerleyen çalışmalarda uçan ya da tırmanan bir sisteme de uyarlanabilecek bir çalışma temeli de bu çalışma ile atılmıştır. Böylelikle uzaktan kontrol edilebilen sistemlere katkılar artacak ve kullanım kolaylığı sayesinde de kullanım yaygınlaşabilecektir.

Bunlara ek olarak, bu tez çalışması, **“Wireless Mobile Robot Control With Tablet Computer”** isimli bildiri olarak İstanbul Üniversitesi Dünya Teknoloji, İnovasyon ve Girişimcilik Konferansında 29 Mayıs 2015 tarihinde sözlü sunum olarak İstanbul’da sunulmuştur. Bu konferansta kabul edilen aynı isimli tam metin bildiri ELSEVIER tarafından endekslenmiş ve SCIENCE-DIRECT tarafından yayınlanmıştır (**“Wireless Mobile Robot Control With Tablet Computer”** isimli çalışma, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 195, 3 July 2015, Pages 2874–2882, World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship).

KAYNAKLAR

-
- [1] Erişti, E., (2009). Kablosuz Görüntü Aktarımı ile Yer Belirleme Amaçlı Bir Mobil Robot Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
 - [2] Yiğiter, E., (2010). Mobil Keşif Robotu Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
 - [3] Önal, Ö., (2011). Seri Porttan Kablosuz Ağ ile Haberleşebilen Kameralı Araç Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
 - [4] Kızılhan, A., (2010). Üç Boyutlu Görüntüleme Amaçlı Mobil Robot Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
 - [5] Çömlekçiler, İ.T., (2009). Gömülü Bilgisayar Tabanlı Mobil Robot Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
 - [6] İlhan, H.O., (2012). Gömülü Sistemlerde Kablosuz Haberleşme Protokolü ile Görüntü ve Video Aktarımı, Yüksek Lisans Tezi, Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yalova.
 - [7] Akkoç, H., (2008). Robot Kontrol Sistemlerindeki Algılayıcılarda Meydana Gelen Arızaların Tespit ve Teşhisi İçin Algoritmalar, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
 - [8] Embedded Linux Wiki, RPi Hub, http://elinux.org/RPi_Hub, 14 Nisan 2014.
 - [9] Oxford Cambridge and RSA Examination (OCR), (Ocak 2013). Raspberry Pi Getting Started Tutorials, Cambridge, İngiltere.
 - [10] Dr Eben Upton, Programming the Raspberry Pi, <http://www.element14.com/community/docs/DOC-44424/1/presentation--programming-the-raspberry-pi-with-dr-eben-upton>, 14 Nisan 2014.
 - [11] Raspberry Pi Org., Quick Start Guide, http://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2012/04/quick-start-guide-v2_1.pdf, 14 Nisan 2014.
 - [12] SD Association, SD Formatter 4.0 for Windows, https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/eula_windows/, 14 Nisan 2014.
 - [13] SD Association, SD Formatter 4.0 for Mac, https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/eula_mac/, 14 Nisan 2014.

- [14] Raspberry Pi Org., Downloads, <http://downloads.raspberrypi.org/noobs>, 14 Nisan 2014.
- [15] Thompson, E., (2013). Raspberry Pi GPIO for the Software Geek, LinuxFest Northwest, Bellingham.
- [16] Broadcom, (2012). BCM2835 ARM Peripherals, Cambridge.
- [17] Embedded Linux Wiki, RPi Low-Level, http://elinux.org/RPi_Low-level_peripherals#GPIO_hardware_hacking, 14 Nisan 2014.
- [18] Semillero ADT UPB Bucaramanga, How to Use GPIOs on Raspberry Pi (Simple I/O, PWM and UART), <https://sites.google.com/site/semilleroadt/raspberry-pi-tutorials/gpio>, 14 Nisan 2014.
- [19] OzzMaker.com, Software PWM on a Raspberry Pi, <http://ozzmaker.com/2013/09/23/software-pwm-on-a-raspberry-pi/>, 14 Nisan 2014.
- [20] GitHub Enterprise, Pi-blaster, <https://github.com/mwilliams03/pi-blaster>, 14 Nisan 2014.
- [21] Perkins, C., (2003). RTP: Audio and Video for the Internet, First Edition, Addison Wesley, Boston.
- [22] Geier, J., (2004). Wireless Networks First-Step, Cisco Press, Indianapolis, USA.
- [23] Chen, J. ve Zhang, T., (2004). IP-Based Next-Generation Wireless Networks, John Wiley & Sons, USA.
- [24] Roshan, P. ve Leary, J., (2003). 802.11 Wireless LAN Fundamentals, Cisco Press, Indianapolis, USA.
- [25] Khan, J. ve Khwaja, A., (2003). Building Secure Wireless Networks with 802.11, John Wiley & Sons, USA.
- [26] Wheat, J. ve Hiser, R. ve Tucker, J. ve Neely, A. ve McCullough, A., (2001). Designing a Wireless Network, Syngress Publishing, Rockland.
- [27] Tse, D. ve Viswanath P., (2005). Fundamentals of Wireless Communication, Cambridge University Press, U.K.
- [28] Stojmenović, I., (2002). Handbook of Wireless Networks and Mobile Computing, John Wiley & Sons, USA.
- [29] Macaulay, T., (2002). Hardening IEEE 802.11 Wireless Networks, EWA, Canada.
- [30] Webb, W., (1998). Introduction to Wireless Local Loop, Artech House, London.
- [31] IBM International Technical Support Organization, (1999). IP Network Design Guide, Second Edition, USA.
- [32] Muller, N.J., (2003). Wireless A to Z, McGraw-Hill, USA.
- [33] Bensky, A., (2004). Short-Range Wireless Communication – Fundamentals of RF System Design and Application, Second Edition, Newnes, USA.

- [34] Clark, M.P., (2003). Data Networks, IP and the Internet – Protocols, Design and Operation, John Wiley & Sons, England.
- [35] Morinaga, N. ve Kohno, R. ve Sampei, S., (2002). Wireless Communication Technologies: New Multimedia Systems, Kluwer Academic Publishers, USA.
- [36] Goldsmith, A., (2005). Wireless Communications, Cambridge University Press, U.K.
- [37] Vacca, J.R., (2003). Wireless Data Demystified, McGraw-Hill, USA.
- [38] Dubendorf, V.A., (2003). Wireless Data Technologies, John Wiley & Sons, England.
- [39] Wong, K.D., (2005). Wireless Internet Telecommunications, Artech House, Norwood.
- [40] Android, Android'le Tanışın, <http://www.android.com/meet-android/>, 16 Nisan 2014.
- [41] Nedir?com, Android Nedir?, <http://android.nedir.com/>, 16 Nisan 2014.
- [42] Google Play, Google Store, <https://play.google.com/store>, 23 Nisan 2014.
- [43] Vikipedi, Android (İşletim Sistemi), [http://tr.wikipedia.org/wiki/Android_\(i%C5%9Fletim_sistemi\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Android_(i%C5%9Fletim_sistemi)), 16 Nisan 2014.
- [44] Wikipedia, Android Version History, http://en.wikipedia.org/wiki/Android_version_history, 16 Nisan 2014.
- [45] HubPages, Cupcake, Donut, Eclair, Froyo, Gingerbread, Honeycomb, IceCream Sandwich... Google Android OS Code Names and History, <http://hubpages.com/hub/Cupcake-Donut-Eclair-Froyo-Gingerbread-Honeycomb-Android-OS-Version-Codenames-and-Why#slide4095533>, 16 Nisan 2014.
- [46] KnowAhead, Android's Versions Are Named in Alphabetical Order, <http://www.knowahead.in/dyk/androids-versions-are-named-in-alphabetical-order/>, 16 Nisan 2014.
- [47] Tech, From Cupcake to KitKat: A Look at the History of the Android OS, <http://tech.firstpost.com/news-analysis/from-cupcake-to-kitkat-a-look-at-the-history-of-android-os-214967.html>, 16 Nisan 2014.
- [48] Android Stack Exchange, What Are the Names of the Various Versions of the Android OS, and How Are These Names Chose?, <http://android.stackexchange.com/questions/11400/what-are-the-names-of-the-various-versions-of-the-android-os-and-how-are-these>, 16 Nisan 2014.
- [49] Wikipedia, Android Historical Version Distribution, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Android_historical_version_distribution_-_vector.svg, 23 Eylül 2015.
- [50] Developer Android, Get the Android SDK, <http://developer.android.com/sdk/index.html>, 23 Nisan 2014.

- [51] Kur Sistem Bilişim Teknolojileri, C Dersleri | IDE Nedir?, <http://cdersleri.kursistem.com/c-dersleri-ide-nedir.cdersleri>, 23 Nisan 2014.
- [52] Wikipedia, Integrated Development Environment, http://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_development_environment, 23 Nisan 2014.
- [53] Eclipse, Eclipse Downloads, <https://www.eclipse.org/downloads/>, 23 Nisan 2014.
- [54] Vogel, L., (2013). Eclipse IDE: Eclipse IDE Based on Eclipse 4.2 and 4.3 (Vogella Series), Third Edition, Lars Vogel.
- [55] Felker, D., (2011). Android Application Development For Dummies, Wiley Publishing, Indianapolis.
- [56] Conder, S. ve Darcey, L., (2011). Android Wireless Application Development, Second Edition, Addison-Wesley, USA.
- [57] Friesen, J., (2010). Learn Java for Android Development, Apress, New York.
- [58] Gargenta, M., (2011). Learning Android, O'Reilly Media, First Edition, Sebastopol.
- [59] Burnette, E., (2008). Hello, Android, The Pragmatic Bookshelf, First Edition, USA.
- [60] Meier, R., (2009). Android Application Development, Wiley Publishing, Indianapolis.
- [61] Logitech, Logitech Webcam C170 Teknik Özellikler ve Resim Galerisi, <http://www.logitech.com/tr-tr/product/webcam-c170>, 14 Nisan 2014.
- [62] Logitech, Logitech Webcam C170 Technical Specifications, http://logitech-en-emea.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/24412/~logitech-webcam-c170-technical-specifications, 14 Nisan 2014.
- [63] GitHub Enterprise, Mjpg-Streamer, <https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer>, 14 Nisan 2014.
- [64] Wikipedia, Motion JPEG, http://en.wikipedia.org/wiki/Motion_JPEG, 14 Nisan 2014
- [65] Google Project Hosting, Mjpg-Streamer, <https://code.google.com/p/mjpg-streamer/>, 14 Nisan 2014.
- [66] Justrobots.net, RaspberryPi: Fast Mjpg-streaming for Robotics, <http://www.justrobots.net/?p=97>, 29 Nisan 2014.
- [67] L'Antre du Trphon, Computing Information, Plain and Simple!, http://www.ctheroux.com/publicfiles/DPO_RT5572_LinuxSTA_2.6.0.1_20120629_EDITED.tar.bz2.bz2, 05 Mayıs 2014.
- [68] Grundig, Grundig Tablet GTB 701, <http://www.grundig.com.tr/bilgisayar/tablet/gtb-701.html>, 14 Nisan 2014.

- [69] Robotistan, Mini Ayarlanabilir 3A Voltaj Regülatör Kartı - LM2596-ADJ, <http://www.robotistan.com/Mini-Ayarlanabilir-3A-Voltaj-Regulator-Karti-LM2596-ADJ,PR-2105.html>, 28 Eylül 2015.
- [70] Kernel.org, Ramfs, Rootfs and Initramfs, <https://www.kernel.org/doc/Documentation/filesystems/ramfs-rootfs-initramfs.txt>, 28 Eylül 2015.

KÖK DOSYA SİSTEMİ (ROOTFS)

Rootfs, ramfs'in özel bir örneğidir. Kök dosya sistemi anlamına gelmektedir. Sistemlerde her zaman bulunur ve sistemden kaldırma (unmount) yapılamaz.

İşletim sistemi çekirdeği (Kernel) başlatılırken mutlak suretle minimal dosya sistemi kaydedilir, buna rootfs denir. Dosya sistemi implementasyonunda kodu fs/ramfs/inode.c içinde bulunur. Bu durum ramfs dosya sistemi için kod parçası içerisindedir. Tüm uygulamalar, kurulumlar, cihazlar, veriler ve daha fazlasını içerir. Root dosya sistemi olmadan Linux çalışamaz.

Kernel, yani işletim sistemi çekirdeği, işletim sisteminin kalbidir. Sistem açılırken belleğe yüklenir ve sistem kapatılıncaya kadar bellekte kalır [70].

KABLOSUZ AĞLARIN TANIMLANMASI

Bir kablosuz ağ (wireless network), insanların haberleşmesine, uygulamalar ve bilgiye erişimini kablosuz olarak sağlar. Bu durum farklı yapılar, şehirlerde ya da dünyanın herhangi bir yerinden genişleyen uygulamalara erişimi ve hareket özgürlüğünü sağlar.

Çizelge B. 1 Kablosuz ağ tiplerinin kıyaslaması [22]

Tip	Kapsama	Performans	Standartları	Uygulamaları
Kablosuz PAN	Bir kişiyi algılayan	Orta	Bluetooth, IEEE 802.15, ve IrDa	Çevre birimleri için kablo yerine koyma
Kablosuz LAN	Bir bina ya da kampüs içinde	Yüksek	IEEE 802.11, Wi-Fi, ve HiperLAN	Kablolu ağların mobil uzatması
Kablosuz MAN	Bir şehir için	Yüksek	Proprietary (kişisel), IEEE 802.16, ve WIMAX	Evler, iş yerleri ve internet arasında sabitlenmiş kablosuz
Kablosuz WAN	Dünya çapında	Düşük	CDPD ve Hücresel 2G, 2.5G, ve 3G	Dış alandan internete mobil erişim

Kablosuz ağlar, dayandıkları fiziksel alan boyutlarına göre çeşitli kategorilere ayrılırlar. Bu kapsama yetenekleri ile ilgilidir. Birçok kullanıcının ihtiyaçlarını gideren kablosuz ağlar şu şekildedir:

- Kablosuz Kişisel Alan Ağı (Wireless Personal - Area Network (PAN))
- Kablosuz Yerel Alan Ağı (Wireless Local – Area Network (LAN))
- Kablosuz Şehir İçi Alan Ağı (Wireless Metropolitan – Area Network (MAN))
- Kablosuz Uzak Alan Ağı (Wireless Wide – Area Network (WAN))

Kablosuz ağ tiplerinin kıyaslaması Çizelge B.1’de verilmektedir.

B-1 Kablosuz PAN

PAN kısa mesafeli düşük güçlü tüketimi ile bir kişi ya da cihazın yakın çevresinde bulunan başka bir kişi ya da cihazla iletişimde kullanılır. Kablosuz PAN’ın başarılı şekilde uygulandığı bazı örnekler cep telefonları, Kişisel Dijital Asistanlar (Personal Digital Assistant (PDA)), ve ses kulaklıklarıdır. Birçok kablosuz PAN, bilgiyi havada taşıyabilmek için radyo dalgalarını kullanır. Örneğin Bluetooth spesifikasyonu, 2.4 GHz frekans bandında 15 metre aralığında 4Mbps veri oranına kadar tanımlanır. IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers – Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) 802.15 standardı, Bluetooth spesifikasyonunu kablosuz PAN ile birleştirmiştir.

Bazı kablosuz PAN’lar kızılötesi ışıklarıyla da bilgiyi bir noktadan başka bir noktaya taşıyabilirler. Kızılötesi Veri Kuruluşu (The Infrared Data Association (IrDA)) spesifikasyonu kızılötesi ışık sıçramasının kullanımını tanımlamaktadır.

PAN birçok uygulamada kullanılabilir. Örneğin bir oda ya da araç içerisinde bir kişinin kablosuz olarak iletişim kurabilmesine olanak tanır. İnsanlara, PDA ya da dizüstü bilgisayarlar aracılığıyla bir toplantı odası ya da ad-hoc ağı içerisinde dinamik olarak haberleşme olanağı tanır. PAN üzerinde çalışan bir servis keşif protokolü ile yakın çevrede bulunan yazıcı, projeksiyon cihazları gibi servis cihazlarına ulaşmak mümkündür [22], [23].

B-2 Kablosuz LAN

Kablosuz LAN ofis binası, fabrika ve evler gibi yapıların etrafında yüksek performans sağlar. Bu bölgelerde bulunan kullanıcılar dizüstü bilgisayarlarını, kişisel bilgisayarlarını ve geniş ekranlı PDA ve işlemcilerini rahatlıkla kullanabilmektedirler.

Kablosuz LAN ağı kurulmuş iş yerlerinde kullanıcılar kablosuz olarak bilgisayarlarını masaları dışında toplantı odası gibi iş yeri içerisindeki farklı yerlerde rahatça kullanabilmektedirler. Kablosuz LAN ağı veri oranı 54 Mbps'a kadar çıkmaktadır. Bu sayede LAN ağı olan yerlerde maillere eklenen dosyalar ve videolar yüksek hızla sunucudan oynatılabilir.

Kablosuz LAN, performans, bileşenler, maliyet ve çalışma olarak kablolu internet LAN' a benzemektedir.

IEEE 802.11, 2.4GHz ve 5 GHz frekans bandında çalışan, kablosuz LAN'ın en yaygın standardıdır. 802.11'in bir problemi, standardın çeşitli versiyonları arasında limitli şekilde uyumlu çalışmasıdır. Bu problemi çözebilmek için Wi-Fi Alliance (Wi-Fi İttifakı), 802.11'in fonksiyonlarını Wireless Fidelity (Wi-Fi) (Kablosuz Bağlantı Alanı) olarak tanımlamıştır. Bu yerel kablosuz LAN için oldukça önemlidir.

B-3 Kablosuz MAN

Kablosuz MAN, şehirlerin büyüklüğünü çevreleyen alanlardır. Birçok durumda uygulamalar sabit bağlantı gerektirir, ama bazı uyarlamalarda mobilite mümkündür. Örneğin bir hastanenin farklı birimleri ve klinikleri farklı lokasyonlarda olsun, bu hastane ve birimleri arasında MAN ağı kurulduğunda herhangi birinde olan bir işlem sonucunu diğer birimden görmek mümkün hale gelecektir. Benzer durum farklı yerlerdeki aynı kuruluş işletmeleri içinde geçerlidir.

B-4 Kablosuz WAN

Kablosuz WAN, mobil uygulamalara ülke ya da kıtada geniş alan kapsamı sunar. Ekonomik sebeplerle Telekom operatörleri kablosuz WAN'ı uzun mesafe bağlantılarında pahalı bir şekilde sağlamaktadırlar.

Kablosuz WAN, çoklu telekom şirketleri işbirliğiyle neredeyse dünyanın her yerine kapsama alanı sunmaktadır. Bir kullanıcı herhangi bir Telekom servis sağlayıcısına ödeme yaparak limitli şekilde internet servislerine kablosuz WAN aracılığıyla dünyanın herhangi bir yerinden erişebilir.

Kablosuz WAN'ın performansı 170kbps veri oranıyla nispeten düşüktür. Kablosuz WAN kullanan her kullanıcının veri oranı nispeten düşüktür ama bu cep telefonu, PDA gibi küçük cihazlar için kabul edilebilir bir orandır.

Kablosuz WAN uygulamaları kullanıcıların internete girmelerini, mail alıp göndermelerini ve birçok uygulamaya ev ve ofis gibi alanlar dışında erişebilmelerini sağlar.

SOKET HABERLEŞME

Soketler, aynı veya farklı hostlar üzerindeki süreçlerin haberleşmesini sağlayan bir haberleşme(inter process communication) yöntemidir. Soket, soyut bir tanımla haberleşme uç noktalarıdır. Soket haberleşmede sık sık kullanılacak bazı kavramlar kısaca şöyle tanımlanabilir:

İstemci (Client): Hizmet isteyen soket programlara denir.

Sunucu (Server): Hizmet veren soket programdır.

Port: Bir bilgisayarda birden çok soket bulunabilir. Soketleri birbirinden ayırt etmek ve istemciyi sunucudaki uygun program ile buluşturmak için her soket programın PORT denilen bir numarası vardır. Standart servislerin port numaraları /etc/services dosyasında tanımlıdır. 1-1024 arasındaki portlar yalnız kök dizin tarafından kullanılabilir, normal kullanıcılar bu portlara bağlanamazlar.

IP Numarası: TCP/IP protokolü hostları, sadece kendisine ait olan bir IP numarası ile tanımlar. Bilgisayarlar birbiri ile IP numarasını kullanarak haberleşirler. Bir istemci soket program, önce IP numarasını kullanarak sunucunun bulunduğu bilgisayara, sonra PORT numarasını kullanarak hizmet istediği sunucu program ile temasa geçer. IPV4 standardına göre IP'ler 192.168.1.10 gibi [0-255].[0-255].[0-255].[0-255] formatına sahiptir. IPV6 standardı 128 bit adres kullanır.

Sarmalama (Encapsulation): Her katman kendisine gelen pakete bir başlık ekler ve bir sonraki protokole aktarır. Buna encapsulation (sarmalama) denir. Karşı tarafta paket açılırken yine her katman kendisi ile ilgili başlığı açar.

C-1 TCP/IP Protokol Yapısı

TCP/IP, "Transaction Control Protocol and Internet Protocol" için bir kısaltmadır. TCP/IP, DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency) projesi olarak 1970'lerde Amerika'daki bazı devlet kurumlarını birbirine bağlamak amacı ile geliştirildi. Daha sonra BSD(Berkeley Software Distribution) UNIX'e eklenerek uygulama alanı buldu.

TCP/IP 4 katmanlı bir modeldir:

1. Uygulama Katmanı (Application Layer)
2. Taşıma Katmanı (Host to host or Transport Layer)
3. İnternet Katmanı
4. Ağ Erişim Katmanı

İletişim ortamının karakteristik özelliklerini, sinyalleşme hızını ve kodlama şemasını belirleyense Fiziksel Katmandır. Bu katmanlar aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır.

C-1.1 Uygulama Katmanı

Uygulama Katmanı, farklı sunucular üzerindeki süreç ve uygulamalar arasında iletişimi sağlar. TCP/IP protokolünün en üstünde yer alır. Taşıma katmanının sağladığı UDP ve TCP protokollerini kullanarak veri aktarımı yapabilirler. Telnet, FTP, SMTP, http uygulama katmanı protokolleridir.

C-1.2 Taşıma Katmanı

Noktadan noktaya veri akışını sağlar. Bu katman transparan bir şekilde verinin hosttan hosta taşınmasını sağlar. Akış kontrolünü ve hata düzeltmeyi sağlar. Veri transferinin bittiğinden emin olur. TCP ve UDP protokolleri bu katmana aittir. Ağ katmanı bağlantı yönelimli (connection oriented) bağlantı sağlamaz. Taşıma katmanı bunu sağlar. Ağ katmanı ulaşan paketlerin, gönderildiği sırada ulaştığını da garanti etmez. Taşıma katmanı her paketi numaralandırarak bunu basitçe çözer. Hata oluştuğu durumda paketi yeniden ister. Böylece oluşabilecek hataların önü kesilir.

Taşıma Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol) (TCP): TCP, IP ortamında uçtan uca güvenli haberleşme sunan bağlantı yönelimli (connection oriented) bir

protokoldür. RFC 793'de tanımlanmıştır. Uygulama katmanının hemen altında bulunur. Aynı zamanda süreçler arası haberleşme (interprocess communication) protokolüdür. İki süreç arasında sanal bir devre oluşturur. Telnet, TCP kullanan popüler uygulamalardan birisidir.

TCP, zarar görmüş, kaybolmuş veya sırası bozulmuş veriyi kurtarabilir. Aktarılan her sekizlik için sıra numarası tutar ve alıcı noktadan olumlu ACK (Acknowledge-alldığını bildirmek) bekler. Eğer ACK, bir zamanaşımı (timeout) süresi içerisinde gelmezse veri yeniden aktarılır. Alıcı taraf verileri sıralı almamış veya geciken ACK'lerden dolayı birden fazla almış olabilir. TCP bunları düzeltir. Her bir segmente bir kontrol toplamı (checksum) eklenerek alıcı tarafın aldığı verinin doğru olup olmadığını denetlemesi sağlanır.

TCP, veri akışlarını birbirinden ayırt etmek için port tanımlayıcı kullanır. Her TCP birbirinden bağımsız port tanımlayıcı sunar. Bu nedenle port tanımlayıcılar tek olmayabilir. Bu nedenle soket oluşturulurken internet adresi de kullanılır.

Bir bağlantı tamamen uçlardaki soketler arasında oluşur. Yerel bir soket pek çok dış soket ile bağlantı yapabilir. Bağlantı iki yönlü veri taşımada (fullduplex) kullanılabilir.

TCP segmentleri internet datagramları olarak gönderilir. Çünkü altında IP protokolü vardır. TCP segmentleri, IP tarafından paketlenip gönderilir.

Kullanıcı Datagram Protokolü (User Datagram Protocol) (UDP): RFC 768'de tanımlanmıştır. Bu protokol uygulamalar için en az protokol yükü ile haberleşme olanağı sağlar. Protokol işlemi gerçekleştirmeye yöneliktir. Dağıtım ve güvenliği temin etmez. Kontrol toplamı değeri tutar ancak paket bozulmuşsa yeniden paketi dağıtmaz.

DNS ve tftp bu protokolü kullanan en popüler uygulamalardır.

Bu iki türün özellikleri ve aralarındaki temel farkları şöyle sıralayabiliriz:

1. Akış soketleri verileri sıralı gönderir, datagram soketleri sıralı göndermeyebilir. (TCP protokolu, paketleri sıralı göndermeyi garanti eder. UDP garanti etmez. TCP paketlerin başlık bilgisinde sıra numarası vardır, UDP' de yoktur. TCP, her zaman sıradaki paketi ister. Örneğin 4 numaralı paket yerine 5 numaralı paket eline ulaşırsa karşı tarafa bunu bildirir ve 4'ü ister. 4'ü alınca da 5'ten önceye koyar.)

2. Akış soketleri güvenlidir, Datagram soketler güvensizdir. (TCP protokolu güvenliği garanti eder, UDP garanti etmez. Çünkü TCP aldığııı bildirmek ile denetim yapar. Yani bir paketi gönderdiği zaman, karşı taraf paketi aldığııı haber vermeden o paketi göndermiş saymaz kendini tekrar gönderir. Ayrıca paketin doğru gidip gitmediğini anlamak için başlık bilgisinde kontrol bilgisi (checksum) tutar. UDP'de kontrol bilgisi tutar ancak kontrol bilgisi yanlışsa aynı paketi tekrar istemez.)
3. Akış soketleri, işlem bitene kadar kesintisiz bir bağlantı kurar. Datagram soketler ise bağlantı kurmaz. Sadece veri göndereceğı zaman bağlantı kurar ve işi bitince bağlantıyı koparır.

TCP bir veri karşıya 6x32+Veri boyu kadar bir paket olarak gitmektedir. Yani her paket fazladan 192 bit başlık bilgisi taşımaktadır. Oysa UDP paketleri 64 bitlik başlık bilgisine sahiptir.

UDP kullanmanın en önemli nedeni az protokol yüküdür. Video sunucu gibi gerçek zamanlı veri akışı gerektiren bir uygulama için TCP fazla yük getirir ve görüntü gerçek zamanlı oynamaz. Bu nedenle çoğa gönderim (multicast) uygulamalarında Datagram soketler kullanılır. Ayrıca video ve ses görüntülerinde genelde az bir veri kaybı sesi veya görüntüyü bozmaz. Bu nedenle sıkı paket kontrolüne gerek yoktur. Eğer iyi bir fiziksel bağlantınız varsa hata oranı düşük olacaktır ve bu nedenle TCP'nin yaptığı hatalı paket kontrol işlemleri fazladan yük olacaktır.

UDP her ne kadar kendisi paket güvenliğini denetlemese de bunu yazılımcı yapabilir. Örneğin TCP bir paketi gönderdiğinde karşı tarafın onu aldığııı anlamak için aldığııı bildirmesini bekler. UDP bunu yapmaz. Fakat bunu soket yazılımcısı yapabilir. Yazılımcı, gönderilen her pakete bir cevap bekleyerek bunu sağlar.

C-1.3 İnternet Katmanı

Yönlendiriciler (router) ile birbirine bağlanmış ağlar boyunca verinin kaynaktan hedefe yönlendirilmesini sağlar.

Bu katman adresleme, paketleme ve yönlendirme fonksiyonlarını yerine getirir. IP, ARP, ICMP ve IGMP protokolleri, bu katmana ait çekirdek protokollerdir. Bu katmanda kullanılan bazı terimlerin açıklamaları şu şekildedir:

İnternet Protokolü (Internet Protocol) (IP): Adres bilgilerini ve paket yönlendirme için bazı kontrol bilgilerini içerir. RFC 791'de tanımlanmış olup en önemli internet protokolüdür. İki önemli görevi vardır:

1. Ağlar arasında bağlantısız datagram dağıtımını yapmak,
2. Fregmantasyon ve veri katmanına yardımcı olarak değişik maksimum taşıma birimi (MTU) (maximum-transmission unit) değerleri ile datagramları yeniden oluşturmak.

Versiyon: Kullanılan internet başlığının biçimini, versiyonunu gösterir.

IP Başlık Uzunluğu (IP Header Length) (IHL):Datagram başlığının 32 bit olarak boyutunu gösterir. Doğru bir IP başlığı için başlık boyutu en az 5 olmalı.

Servis Tipi (Type of Service): İstenilen hizmet kalitesi ile ilgili soyut parametreler sunar. Örneğin bazı ağlar, önceliği destekler. Trafiğin bir kısmına öncelik verilebilir.

Toplam Uzunluk (Total Length): Başlık ve veri bilgisi ile birlikte toplam datagram boyutunu gösterir. 16 bittir, buradaki değer byte olarak gösterir. Yani IP paketi en fazla 64K boyutunda olabilir.

Tespit (Identification): Gönderen tarafından yazılır. Datagram parçalarını biraraya getirmeye yardımcı olur.

Bayraklar (Flags): Paketin parçalanabileceğini veya parçalanamayacağını gösterir.

Parça Denkleştirme (Fragment Offset): Bu paketin datagram içerisinde nereye ait olduğunu tanımlar.

Yaşam Süresi (Time to Live): Sürekli azalan tam sayıdır. Paketin hangi noktada yok edileceğini belirtir. Paketin sonsuza dek ağda kalmasına engel olur.

Protokol: IP'nin işi bittikten sonra paketi hangi üst protokol alacağını gösterir.

Başlık Kontrol Bilgisi (Header Checksum): IP başlığının bozulmadığına emin olmak için tutulan değer

Kaynak Adresi (Source Address): Gönderen noktayı gösterir.

Varış Adresi (Destination Address): Alıcı noktayı gösterir.

Opsiyonlar (Options): IP, güvenlik gibi değişik seçenekleri destekler.

Veri (Data): Üst katmana verilecek veriyi tutar.

C-1.4 Ağ Erişim Katmanı:

Uç sistem ile alt ağ arasındaki lojik arabirime ilişkin katmandır. Bu katman TCP/IP paketlerini fiziksel ağa bırakmak ve aynı zamanda fiziksel ağdan gelen paketleri almakla görevlidir.

C-2 Uygulamadaki Temel Prensipler

Soketler her zaman iki uca sahiptir: Alıcı ve gönderici. Bütün mesajlar ve protokol gereği olan başlıklar nihayetinde fiziksel katmandan, mantıksal 1 ve 0'a karşılık gelen elektriksel sinyaller olarak gönderilir.

Soket program ya istemci, ya da sunucudur. Programları daha karışık olmakla beraber bazı soket programlar her iki görevi de yapmaktadır. Sunucu program ile istemci program arasında çalışma olarak bazı farklar vardır. Aşağıdaki tablo her iki tarafta olayların nasıl gittiğini göstermektedir:

Çizelge C. 1 Sunucu program ile istemci program arasındaki çalışma

İSTEMCİ	SUNUCU
Soket oluştur, socket()	Soket oluştur, socket()
	Adres bilgilerini yerleştir sockaddr_in
	Soket adını adresi ile ilişkilendir bind()
	Soketi dinlemeye geç, accept()
Bağlantı yap, connect()	Bağlantıyı kabul et, accept()
Veri gönder, send()	Veri al, recv()
Veri al, recv()	Veri gönder, send()
...	...
Diğer işlemler	Diğer işlemler
...	...
Soketi kapat, close()	Soketi kapat, close()

ANDROİD İŞLETİM SİSTEMİ

Bu tez çalışmasında robot birimini kontrol edebilmek amacıyla tasarlanan kontrolör birimi Android işletim sisteminde yapılmıştır. Bu sebeple bu bölümde Android hakkında biraz daha detaylı bilgi verilmiştir.

Android, akıllı telefon ve tablet bilgisayarlar için tasarlanmış Linux tabanlı açık kaynak kodlu bir işletim sistemidir. Android de, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Linux, Mac vb. gibi bir işletim sistemidir. Android işletim sisteminin bunlardan farkı mobil cihazlar için tasarlanmış olmasıdır. Android Google ve Open Handset Alliance tarafından kodlanmıştır[40], [41].

Android işletim sistemi uygulamaları çeşitli sitelerden indirilebildiği gibi Google tarafından işletilen, kurumsal uygulama mağazası Google Play Store'dan da indirilebilir [41], [42]. Tüm dünyada bir milyardan fazla telefon ve tableti Android çalıştırmaktadır. Hem özelleştirilebilir hem de kullanımı kolaydır [40].

Android geliştiricileri ilk olarak aygıtı Google'ın java kütüphanesi aracılığıyla kontrol ederek java dilinde yazmışlardır. *Open Handset Alliance, 5 Kasım 2007'de Android'i kurduğunu duyurmuş ve ardından 34 tane donanım, yazılım ve Telekom şirketi, mobil cihazlar için telif hakkı olmayan bir işletim sisteminin teknolojinin gelişimi için yararlı olduğu konusunda hem fikir olmuşlardır. 2008'de piyasaya sürüldüğünde, bir çok Android İşletim Sistemi Apache free-software ve Açık Kaynak Kodlu lisansı ile geliştirilmeye açık hale gelmiştir [41].*

Google, Android INC.'yi Temmuz 2005'de almıştır ve ufak bir başlangıç şirketini Palo Alto'da kurmuştur. Android'in kurucuları da Google'a çalışmak için gitmişlerdir. Google,

Android'i satın aldıktan sonra telefon üreticilerini yanına alarak Open Handset Alliance(OHA) birliğini kurmuştur. Android'in gelişimi OHA eliyle yönetilmeye başlanmıştır [43] [44].

D-1 Android'in Sürümleri

Android ilk olarak piyasaya çıktığından beri farklı yazılım sürümlerini yayınlamaktadır. Her bir Android sürümüne bir tatlının adı verilmektedir ve alfabetik sıra ile bu isimler devam etmektedir [40]. Android mobil işletim sisteminin sürüm tarihi, Android Beta'nın Kasım 2007'de yayınlanmasıyla başlamıştır. İlk ticari versiyon Android 1.0, Eylül 2008'de yayınlanmıştır. Her versiyon bir takım özellikler ve yenilikler içermektedir. Çizelge D.1'de Android versiyonları isimleri, resmi yayınlanma tarihleri, uygulama programlama ara yüz (Application Programming Interface - API) seviyeleri verilmektedir. Bu çizelge [44], [45], [46], [47], [48] den yardım alınarak düzenlenmiştir. Çizelge D.1'de ismi aynı olan versiyonlar okunurluğu arttırmak için aynı renk dolgu ile renklendirilmiştir.

API Seviye 1 ve 2, özel bir ürün için üretilmişlerdir. Çizelge D.1'deki versiyon isimleri Cupcake(ufak kek), Donut (donut, lokma), Froyo (frozen yoğurt – dondurulmuş yoğurt), Gingerbread (zencefilli kek/çörek), Ice Cream Sandwich (dondurmalı sandviç), Jelly Bean (jöleli küçük şekerleme), KitKat(bir çikolata adı)'dır.

Çizelge D. 1 Android versiyon, isim, API seviyesi ve sürüm tarihleri

Versiyon	İsim	API Seviyesi	Sürüm Tarihi
Android 1.0	-	API Seviye 1	23 Eylül 2008
Android 1.1	-	API Seviye 2	9 Şubat 2009
Android 1.5	Cupcake	API Seviye 3	30 Nisan 2009
Android 1.6	Donut	API Seviye 4	15 Eylül 2009
Android 2.0	Eclair	API Seviye 5	26 Ekim 2009
Android 2.0.1		API Seviye 6	3 Aralık 2009
Android 2.1		API Seviye 7	12 Ocak 2010
Android 2.2	Froyo	API Seviye 8	20 Mayıs 2010
Android 2.2.1			18 Ocak 2011

Çizelge D. 1 Android versiyon, isim, API seviyesi ve sürüm tarihleri (devamı)

Android 2.2.2	Froyo	API Seviye 8	22 Ocak 2011
Android 2.2.3			21 Kasım 2011
Android 2.3	Gingerbread	API Seviye 9	5 Aralık 2010
Android 2.3.1			Aralık 2010
Android 2.3.2			Ocak 2011
Android 2.3.3		API Seviye 10	9 Şubat 2011
Android 2.3.4			28 Nisan 2011
Android 2.3.5			25 Temmuz 2011
Android 2.3.6			2 Eylül 2011
Android 2.3.7			21 Eylül 2011
Android 3.0	Honeycomb	API Seviye 11	22 Şubat 2011
Android 3.1		API Seviye 12	10 Mayıs 2011
Android 3.2		API Seviye 13	15 Temmuz 2011
Android 3.2.1			20 Eylül 2011
Android 3.2.2			30 Ağustos 2011
Android 3.2.3			
Android 3.2.4			Aralık 2011
Android 3.2.5			Ocak 2012
Android 3.2.6			Şubat 2012
Android 4.0	Ice Cream	API Seviye 14	19 Ekim 2011
Android 4.0.1	Sandwich		21 Ekim 2011
Android 4.0.2			28 Kasım 2011
Android 4.0.3		API Seviye 15	16 Aralık 2011
Android 4.0.4			29 Mart 2012
Android 4.1	Jelly Bean	API Seviye 16	9 Temmuz 2012
Android 4.1.1			23 Temmuz 2012
Android 4.1.2			9 Ekim 2012
Android 4.2		API Seviye 17	13 Kasım 2012
Android 4.2.1			27 Kasım 2012

Çizelge D. 1 Android versiyon, isim, API seviyesi ve sürüm tarihleri (devamı)

Android 4.2.2	Jelly Bean		11 Şubat 2013
Android 4.3		API Seviye 18	24 Temmuz 2013
Android 4.3.1			3 Ekim 2013
Android 4.4	KitKat	API Seviye 19	31 Ekim 2013
Android 4.4.1			5 Aralık 2013
Android 4.4.2			9 Aralık 2013
Android 4.4.3			14 Nisan 2014
Android 4.4W	KitKat	API Seviye 20	25 Haziran 2014
Android 4.4W.1	(giyilebilir		6 Eylül 2014
Android 4.4W.2	teknoloji)		21 Ekim 2014
Android 5.0	Lollipop	API Seviye 21	12 Kasım 2014
Android 5.1			9 Mart 2015

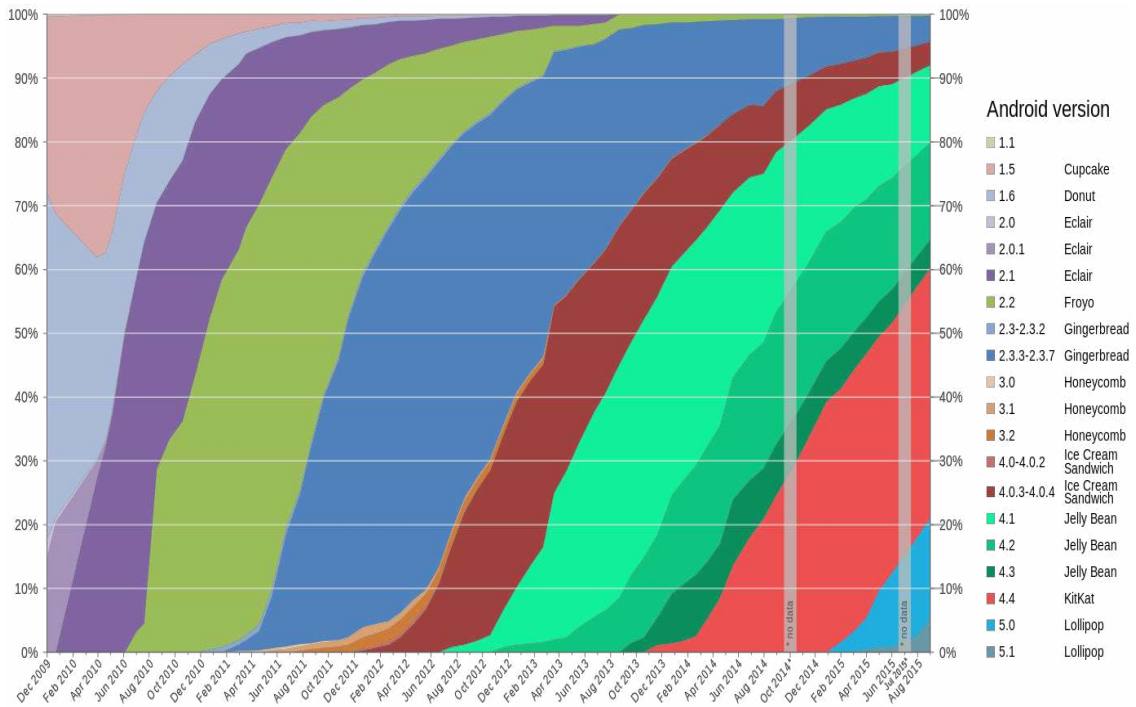


Şekil D. 1 Android versiyonları için tasarlanan maketlerin fotoğraflar [47]

Android Versiyonlarına verilen tatlıların maketleri Google Kampüste de sergilenmektedirler. Bu maketlerin çekilmiş fotoğrafları [47]'den alınarak, Şekil D.1'de verilmektedir. Şekil D.2'de de versiyonlara verilen adlara göre oluşturulan simgeler verilmektedir. Şekil D.3'de dünya üzerinde kullanılan Android versiyonlarının dağılımı gösterilmektedir. Bu grafikte Aralık 2009'dan Eylül 2015'e kadar geçen sürede hangi versiyonun ne kadar kullanıldığı yüzdeler halinde verilmiştir [49].



Şekil D. 2 Android versiyonlarını ifade eden görselleri [47]



Şekil D. 3 Android versiyonlarının 2009 - 2014 arasındaki kullanım yüzdeleri [49]

D-2 Android Yazılım Geliştirme Ortamı

Android Yazılım Geliştirme Ortamı, “Android Software Development Kit” in Türkçesidir. Bu açılımın kısaltması SDK’dır. Android SDK, Android ortamında yazılım geliştirebilmek için yazılım geliştirilecek bilgisayara kurulması gereken bir yazılım geliştirme ortamıdır. Android SDK, kullanılacak bilgisayarın işletim sistemi fark etmeksizin, Android’in kendi sitesinden Mac, Windows ve Linux işletim sistemleri için indirilebilir [50]. Android SDK, kullanıcıya Android de tasarım yapabilmek, test yapabilmek ve hata çözebilmek için API kütüphanelerini ve geliştirici kitini sağlar. Android programlayıcısı olarak yeni olanlara geliştirme yapabilmek için [50]’de ADT paketinin indirilmesi önerilmektedir. ADT (Android Developer Tools – Android Geliştirme Aracı), Android SDK bileşenlerini ve Eclipse IDE ara yüzünü de içermektedir. IDE, “Integrated Development Environment”in kısaltması olup, Bütünleşmiş Geliştirme Ortamı demektir. IDE, yazılım geliştirmek için programcıya kapsamlı imkânlar sunan bir yazılım uygulamasıdır. IDE’ler normalde kaynak kodu editörü, otomatik derleme aracı ve hata ayıklama aracından oluşur. IDE’ler kaynak kodlara özgü editörlerdir. Birçok IDE’nin akıllı kod tamamlama özelliği de vardır [51], [52].

IDE’ler bir programın içerisinde tüm geliştirme araçlarını toplayarak programcının verimini arttırmak için tasarlanmıştır. Kod yazmak, modifiye etmek, derlemek, uygulamak ve yazılım hatası ayıklamak gibi özellikler sağlar. Birçok IDE, birden fazla programlama dili için çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. En çok kullanılan IDE’ler Eclipse, ActiveState Komodo, IntelliJ IDEA, Oracle JDeveloper, NetBeans, Codenvy ve Microsoft Visual Studio’dur [52].

Android SDK, Eclipse IDE’sini kullanmaktadır. Eclipse IDE, Eclipse’in kendi sayfasından ücretsiz olarak indirilebilmektedir [53]. Yine Eclipse’in kendi sitesinden, kullanılan bilgisayarın işletim sistemi tipine göre ayarlanmış ve farklı amaçlı kullanımlar için özelleştirilmiş sürümler de indirilebilmektedir. Kullanılan bilgisayar özel [53]’de belirtilen adresten indirilen Eclipse IDE’si bilgisayara sıkıştırılmış “.zip” klasörü şeklinde inecektir. Bundan sonra bu klasörü açmak ve oluşan Eclipse klasöründeki eclipse.exe yi çalıştırmak gerekmektedir. Eclipse açık kaynak kodlu bir bütünleşmiş geliştirme

ortamıdır. Java ve Java ile ilgili teknolojiler ana hedefi olmasına rağmen farklı programlama dilleri içinde kullanılabilir [54].

D-3 Android SDK Kurulumu

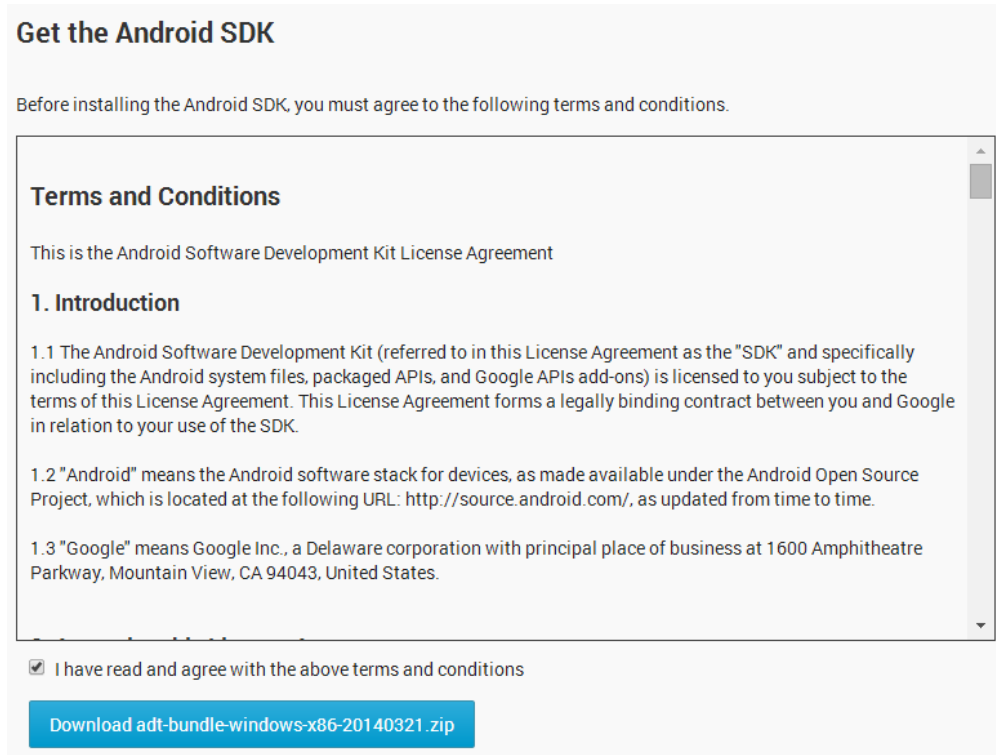
Android SDK kurulumu için [50]'den kullanılacak bilgisayarda herhangi bir IDE yokmuş gibi düşünülerek SDK ADT paketi indirilir. Şekil D.4'de kullanılacak platforma göre hangi paket seçimlerinin yapılabileceği verilmektedir. Bu şekilde hem sadece SDK indiriminin mi yapılacağı yoksa SDK ADT paketinin mi indirileceğinin kararı verilebilmektedir.

^ DOWNLOAD FOR OTHER PLATFORMS			
ADT Bundle			
Platform	Package	Size	MD5 Checksum
Windows 32-bit	adt-bundle-windows-x86-20140321.zip	535085536 bytes	b61495a6bf591cc374c31bce4fc46ec0
Windows 64-bit	adt-bundle-windows-x86_64-20140321.zip	535287324 bytes	a6f4699bbdc5a29b371ed60610535651
Mac OS X 64-bit	adt-bundle-mac-x86_64-20140321.zip	501955296 bytes	4a08649cea9b098cdf7349f452294014
Linux 32-bit	adt-bundle-linux-x86-20140321.zip	527971926 bytes	943ae4d28fe7c79108c8bf2aafd5e6d2
Linux 64-bit	adt-bundle-linux-x86_64-20140321.zip	528187678 bytes	f2a2153b5c7dbaeb86b550bf4f770c36
SDK Tools Only			
Platform	Package	Size	MD5 Checksum
Windows 32 & 64-bit	android-sdk_r22.6.2-windows.zip	108917505 bytes	6e5bfdb7b9c1d231ed6ec78b31551cbf
	installer_r22.6.2-windows.exe (Recommended)	87383126 bytes	2a68b8b22ecd0aba779b1581a914b395
Mac OS X 32 & 64-bit	android-sdk_r22.6.2-macosx.zip	74639394 bytes	2a319c862dd1dcf450bfe2a6b3d9c608
Linux 32 & 64-bit	android-sdk_r22.6.2-linux.tgz	101050024 bytes	ff1541418a44d894bedc5cef10622220

Şekil D. 4 ADT paketi ya da SDK aracı seçiminin yapılması

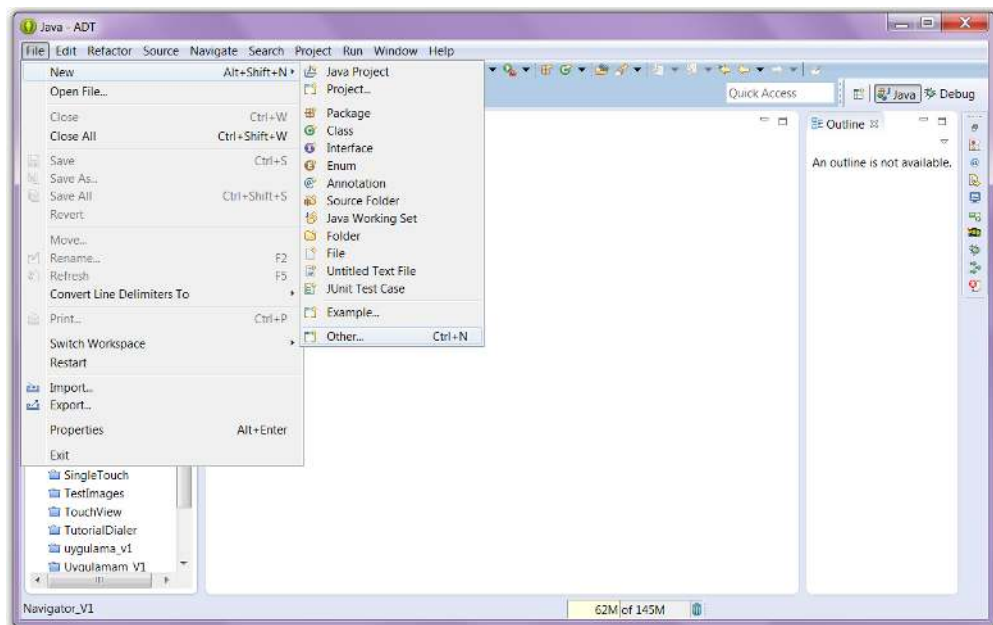
Bu tez çalışmasında yazılan Android uygulamasında Windows işletim sistemli bir bilgisayar kullanıldığı için Windows için olan SDK kurulumu bu bölümde anlatılmaktadır. Windows için seçim yapıldığında kullanıcıya terimler ve şartları kabul etmesi için Şekil D.5'deki gibi bir ekran açılır. Burada şartları kabul ettikten sonra paketin bilgisayara indirilmesi başlar. Arkasından indirilen paket nerede saklanmak isteniyorsa orada olacak şekilde açılır ve program kurulur. Eclipse ve ADT kurulumu tamamlandıktan sonra “SDKManager.exe” çalıştırılır ve gerekli SDK güncellemeleri tamamlanır. Bundan sonra kullanılacak bilgisayar Android'de program yazabilmek için

gereken yazılımlara sahip olmuş olur. Yeni program yazabilmek için Eclipse klasöründeki eclipse.exe çalıştırılır.

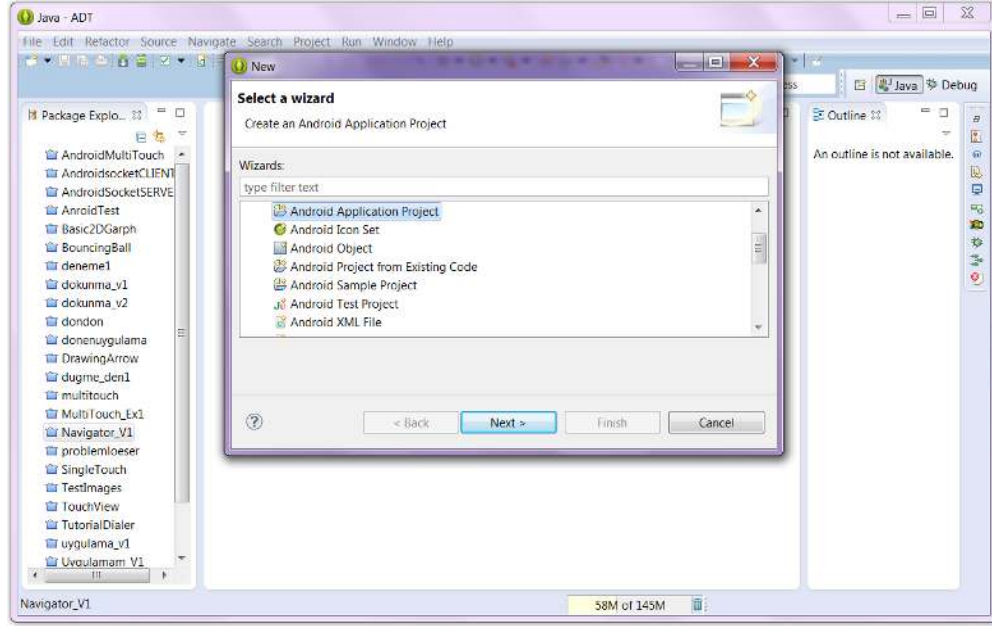


Şekil D. 5 Android SDK kurulumu için şartların kabul edildiği ekran görüntüsü

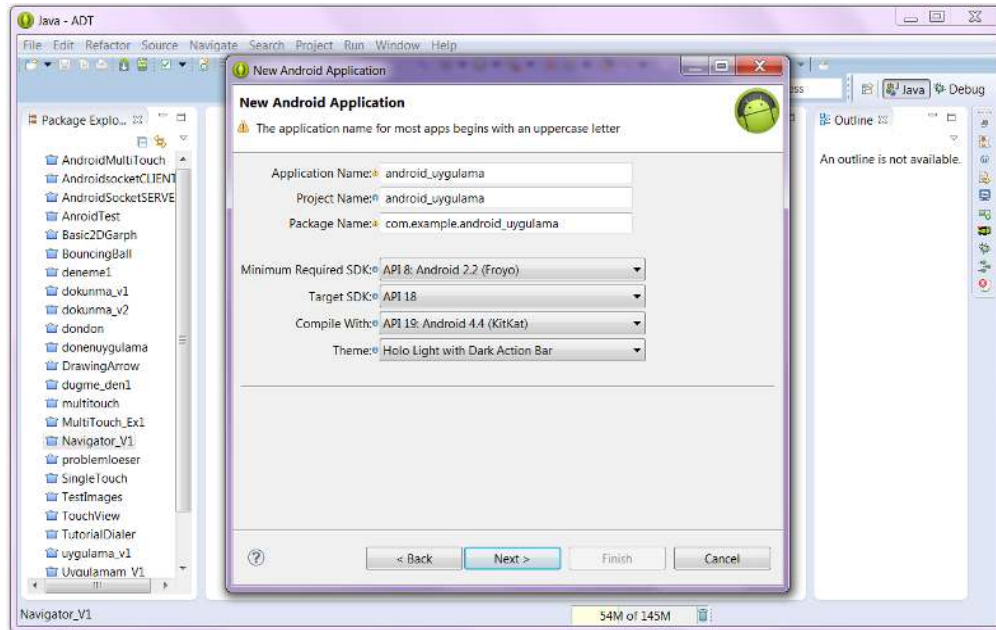
Şekil D.6’da yeni bir projenin nasıl oluşturulduğu verilmektedir. Burada “File (dosya)” seçilir ve yanında açılan seçimlerden “Other (diğer)”e tıklanır.



Şekil D. 6 Android’de yeni proje oluşturmak



Şekil D. 7 Android uygulama projesi oluşturmak

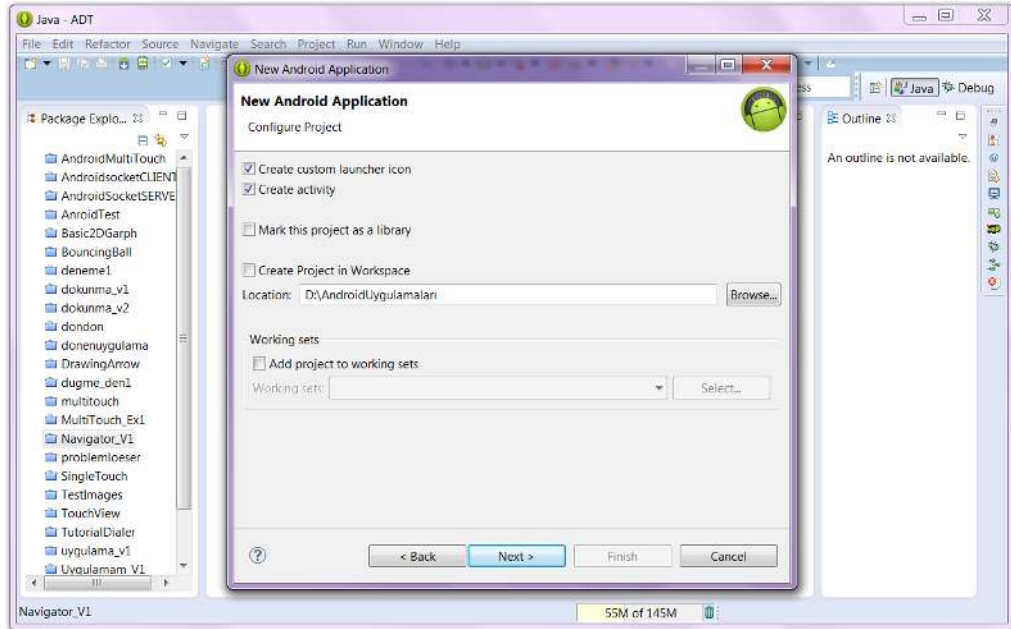


Şekil D. 8 Android uygulamasına isim vermek ve API seviyesi ayarlamak

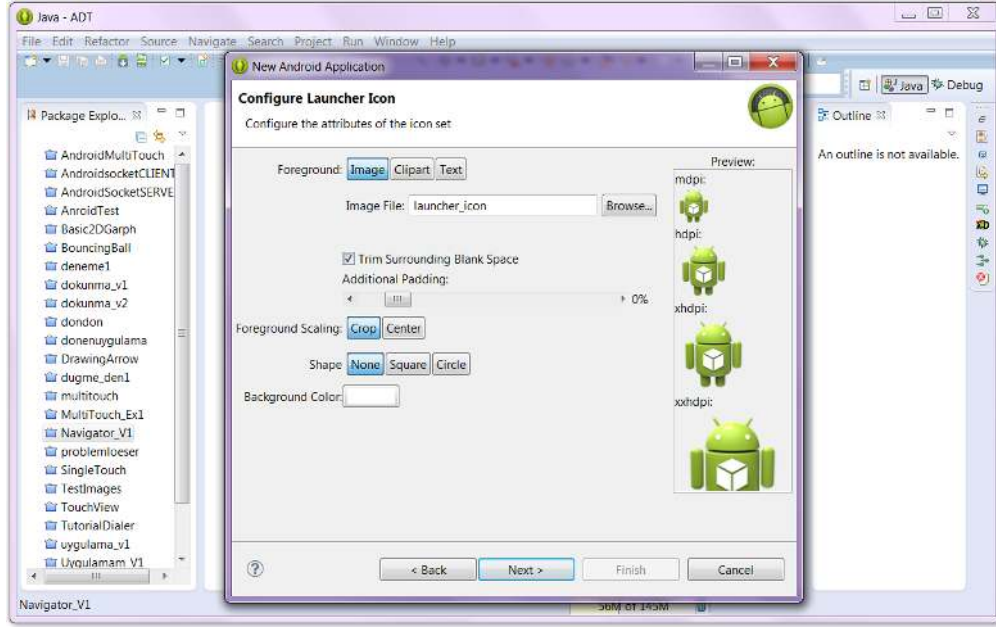
Şekil D.7’de görülen ekrandan “Android Application Project (Android Uygulama Projesi)” seçilir ve “Next (sonraki)” yapılır. Ekranda Şekil D.8’deki pencere açılacaktır. Bu pencerede uygulamamıza vermek istediğimiz isim “Application Name (Uygulama ismi)” yanına yazılır. Program “Project Name (Proje ismi)” ve “Package Name (Paket ismi)” kısımlarını kendisi otomatik dolduracaktır.

Şekil D.8’den yazılacak yazılımın kullanılacağı Android cihazların üzerinde koştan minimum yazılım API’si “Minimum Required SDK (Minimum Gerekli SDK)”dan, “Target SDK (Hedef SDK)”dan da maksimum çalışması istenen API seviyesi seçilir. Daha sonrasında “Next (sonraki)” denir. Bu seçimlerin yanlarında mavi renkli yuvarlak bir kutucukta “i” simgesi vardır. Bu “information (bilgi)”nın i’sidir. Üzerine fare ile gidildiğinde gerekli açıklamaları görülmektedir.

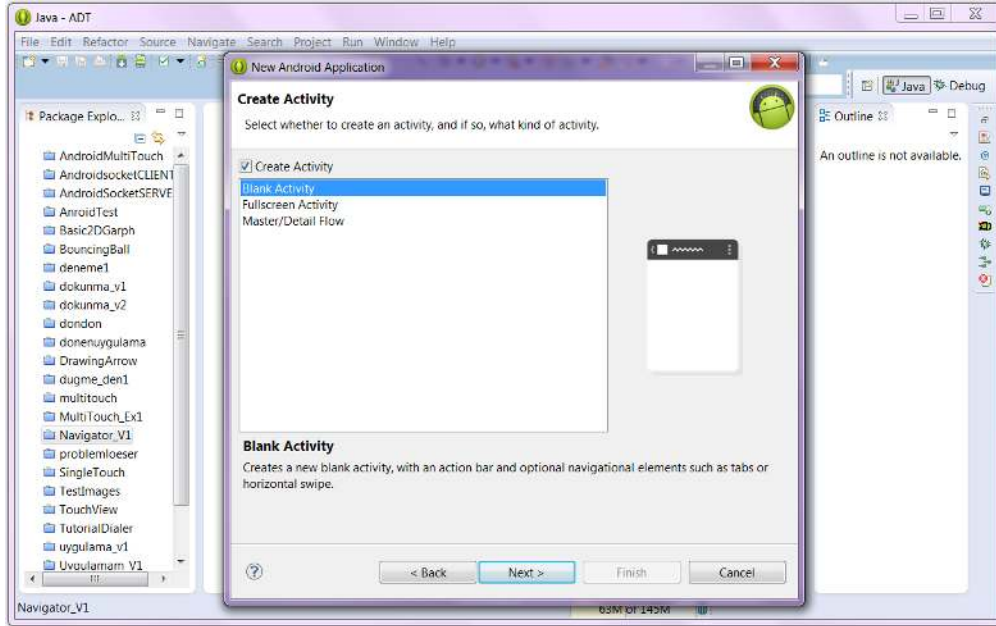
Şekil D.9’da isimlendirilen projenin yapılandırılması sayfasının ekran görüntüsü görülmektedir. Şekildeki gibi ayarlamalar yapılarak “Next (sonraki)” yapılır. Sonrasında Şekil D.10’da görülen ikon gruplarının özelliklerinin yapılandırılmasının yapıldığı sayfa gelir. “Next (sonraki)” ile devam edilir. Yapılandırılacak aktivitenin ne tür bir aktivite olacağının seçimi Şekil D.11’de görülen sayfadan seçilir.



Şekil D. 9 Projenin yapılandırılması

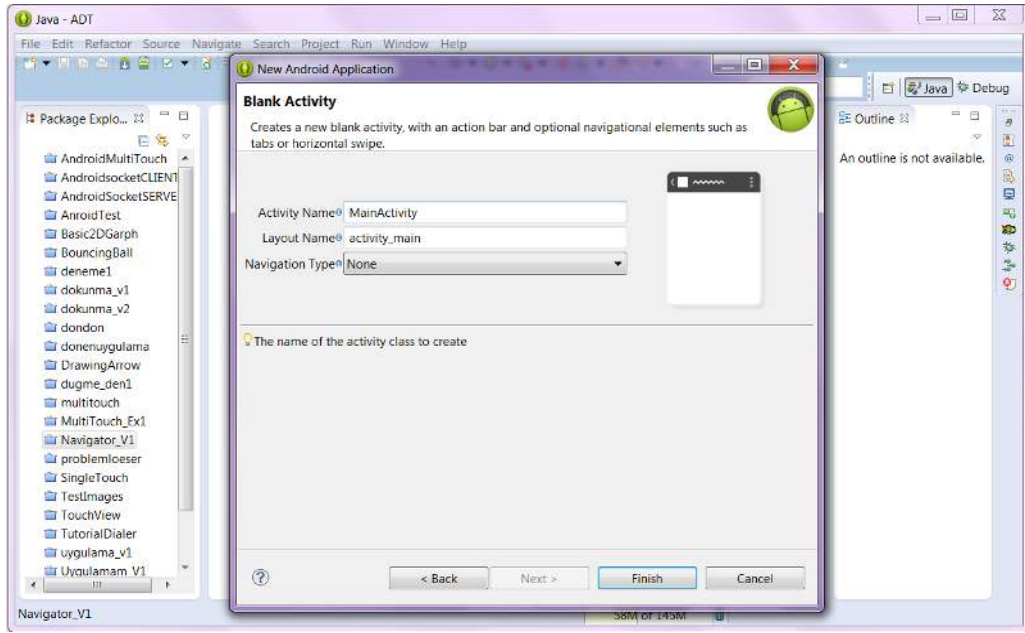


Şekil D. 10 İkon gruplarının özelliklerinin yapılandırılması

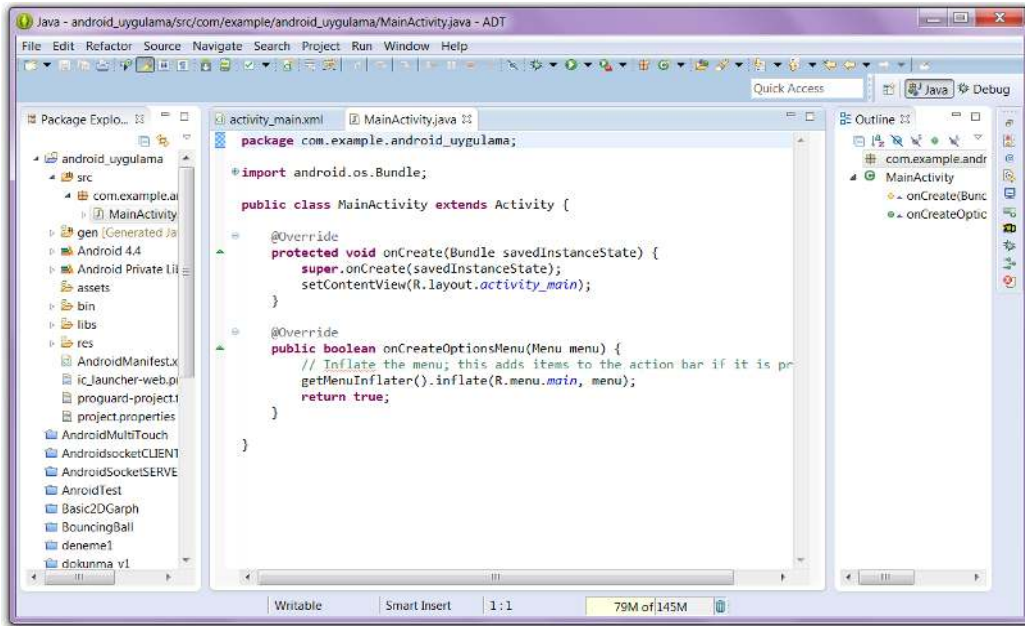


Şekil D. 11 Aktivite yaratmak

Şekil D.12’de oluşturulan aktiviteye isim verilir. Burada “Activity Name (Aktivite İsmi)” kısmına aktiviteye verilecek isim yazılır. Eğer “Layout Name (yerleşim planı ismi)” değiştirilmezse program otomatik olarak o kısmı da dolduracaktır. Sonrasında “Finish (bitti)” butonuna tıklanarak uygulama projesi yaratılması tamamlanmış olur.



Şekil D. 12 Oluşturulan aktiviteye isim vermek



Şekil D. 13 Oluşturulan aktivitenin java ve xml dosyaları

Şekil D.13’de de oluşturulan aktivitenin otomatik olarak oluşturduğu boş birer java ve xml dosyalarının ekrandaki görüntüsü verilmiştir.

Android projesinin oluşturulmasından sonra artık Android uygulaması programlaması yapılabilir duruma gelir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Gonca ERŞAHİN
Doğum Tarihi ve Yeri :03.04.1985 ANKARA
Yabancı Dili :İngilizce, Almanca
E-posta :ersahin.gonca@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y.Lisans	Elektronik – Haberleşme Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2015
Lisans	Elektrik – Elektronik Mühendisliği (İng.)	Dokuz Eylül Üniversitesi	2010
Lise	Fen Bilimleri (Alm.)	Kalaba Anadolu Lisesi	2003

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2014	Arçelik A.Ş.	Uzman / Ar-Ge Yazılım Tasarım
2011	Arçelik A.Ş.	Mühendis / Ar-Ge Yazılım Tasarım

YAYINLARI

Makale

1. Erşahin, G. ve Sedef, H., (2015). “Wireless Mobile Robot Control With Tablet Computer”, Procedia - Social and Behavioral Sciences, World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship, 195:2874–2882.

Bildiri

1. Erşahin, G. ve Sedef, H., (2015). “Wireless Mobile Robot Control With Tablet Computer”, İstanbul Üniversitesi, Dünya Teknoloji, İnovasyon ve Girişimcilik Konferansı, 28-30 Mayıs 2015, İstanbul.

Patent

1. Erşahin, G., Çelebican, Ö., Ölçücü, H., Altıncık, G. ve Cömert F., (2013). “Image Display Device with Program-Based Automatic Audio Signal and Subtitle Switching Function”, Avrupa Patent Ofisi, Patent Numarası: WO2013EP78011 20131226.
2. Erşahin, G., Çelebican, Ö., Ölçücü, H., Altıncık, G. ve Cömert F., (2013). “Image Display Device with Program-Based Automatic Channel Switching Function”, Avrupa Patent Ofisi, Patent Numarası: WO2013EP78010 20131226.
3. Erşahin, G., Çelebican, Ö., Ölçücü, H., Özbilek, B. ve Cömert F., (2013). “Method for Operating an Image Display Device with Voice-Over Feature”, Avrupa Patent Ofisi, Patent Numarası: WO2013EP78149 20131230.
4. Ölçücü, H., Altıncık, G., Çelebican, Ö., Erşahin, G. ve Cömert F., (2014). “A Digital Broadcast Receiving Device Comprising a Signal Measurement Unit”, Avrupa Patent Ofisi, Patent Numarası: WO2014102379 (A1) 2014-07-03.
5. Erşahin, G., Çelebican, Ö., Ölçücü, H., ve Cömert F., (2014). “Image Display Device with Automatic Sound Enhancement Function”, Avrupa Patent Ofisi, Patent Numarası: WO2014EP56324 20140328.

Proje

1. “Makineler Arası Siber-Fiziksel Bilgi Ekosistemi”, TUBITAK - 1509 Avrupa Birliği Projesi (Proje yürütücüsü) (2015 - ...)
2. Ultra Yüksek Çözünürlüklü Akıllı TV Projesi, (Kasım 2014 – ...)
3. Yüksek Çözünürlüklü Akıllı TV Projesi, (Kasım 2013 – Şubat 2014)
4. Düşük Maliyetli Dijital TV Projesi, (Kasım 2012 – Kasım 2013)
5. Skype Destekli Yeni Nesil İnternete Bağlanabilen TV Projesi (Mart 2012 – Kasım 2012)
6. Yeni Nesil Akıllı TV Projesi, (Mayıs 2011 – Mart 2012)
7. Dijital TV Projesi, (Ocak 2011 – Mayıs 2011)

ÖDÜLLERİ

1. Arçelik Patent Ödülü (Haziran 2014)
2. Arçelik Patent Ödülü (Mayıs 2013)