T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRME ENGELLİLER İÇİN ULTRASONİK YARDIMCI

İBRAHİM EMRE GÜNAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRONİK PROGRAMI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. LALE ÖZYILMAZ

İSTANBUL, 2015

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRME ENGELLİLER İÇİN ULTRASONİK YARDIMCI

İbrahim Emre Günay tarafından hazırlanan tez çalışması 14/07/2015 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

Yrd. Doç. Dr. Lale ÖZYILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Lale ÖZYILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Herman SEDEF

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Mehmet SAĞBAŞ

Yeni Yüzyıl Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Dünya genelinde, körlüğe neden olan hastalıklar ve kazalar neticesinde görme yetisini kaybeden milyonlarca insan mevcuttur. Mevcut görme engellilerin hayatını kolaylaştırmak adına pek çok çalışma yapılsa da, birçoğu güncel kullanım safhasına geçememiştir. Bu yüzden geleneksel yöntem olan beyaz baston görme engelliler için hali hazırdaki en yaygın yardımcı araçtır. Mevcut durum neticesinde beyaz bastona bir alternatif yaratmak amacıyla bu proje gerçekleştirilmiştir.

Hazırladığım bu tez çalışmasında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Lale Özyılmaz'a, ayrıca öğrenim hayatım boyunca üzerimde emekleri olan başta merhum büyükbabam İbrahim Alaattin Günay olmak üzere tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Temmuz, 2015

İbrahim Emre Günay

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ vi

ŞEKİL LİSTESİ vii

ÇİZELGE LİSTESİ viii

ÖZET ix

ABSTRACT xi

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 3
1.3 Hipotez 4

BÖLÜM 2

GÖZ HASTALIKLARI VE KÖRLÜK 5

2.1 Körlüğe Neden Olan Öncelikli Göz Hastalıkları 6
2.1.1 Körlükle İlgili İstatistiki Veriler 8
2.2 Görme Engelliler İçin Yardımcı Ekipmanlar 11

BÖLÜM 3

ULTRASON VE UYGULAMA ALANLARI 13

3.1 Ses Dalgalarının Özellikleri 14
3.1.1 Sesin Yayılması 15
3.1.2 İletim ve Yansıma 16
3.2 Ultrasonun Elde Edilmesi 17

BÖLÜM 4

GÖRME ENGELLİLER İÇİN YARDIMCI BİR SİSTEM TASARIMI 19

4.1 Bileşenler 21
4.1.1 Ultrasonik Sensör 21
4.1.2 Mikrodenetleyiciler 27
4.1.3 Servo Motor 31
4.1.4 Kızılötesi Termometre 34
4.2 Tasarım Süreci 36

BÖLÜM 5

TEST SÜRECİ 50

5.1 Performans Değerlendirmesi 53

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER 54

KAYNAKLAR 56

ÖZGEÇMİŞ 59

KISALTMA LİSTESİ

AC	Alternative Current
ALU	Arithmethic Logic Unit
CISC	Complex Instruction Set Computer
CPU	Central Processing Unit
DC	Direct Current
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memmory
I/O	Input/Output
I2C	Inter Integrated Circuit
ICD	International Classification of Diseases
LED	Light Emitting Diode
PCB	Printed Circuit Board
PIC	Peripheral Interface Controller
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random Access Memory
RISC	Reduced Instruction Set Computer
ROM	Read Only Memory
SPI	Serial Peripheral Interface
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund
USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter
WHO	World Health Organization

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 UltraCane'in çalışma aralıkları 2
Şekil 1. 2 Giyilebilir yardımcıdaki ultrasonik sensörler 2
Şekil 1. 3 Görme engelliler için enstrümantasyonu yapılmış gözlük ve ayakkabı… 3
Şekil 2. 1 Körlüğe neden olan hastalıkların yüzdece dağılımı 8
Şekil 2. 2 ALVA MPO 5500 Mobile Organizer 12
Şekil 3. 1 Ses dalgasının dalga boyu, frekansı ve genliği 15
Şekil 3. 2 Yüzeye dik gelen bir ses dalgası 16
Şekil 3. 3 90°den farklı açıyla gelen ses dalgasının yansıması 17
Şekil 3. 4 Piezoelektrik olay 17
Şekil 4. 1 Beyaz baston kullanan bir engelli 20
Şekil 4. 2 Sonar Baston 21
Şekil 4. 3 Polaroid sensör ile hitechnic sensör 22
Şekil 4. 4 Bir ultrasonik sensörün iç yapısı 23
Şekil 4. 5 Cisme gönderilen ve yansıyan ses dalgası 23
Şekil 4. 6 Ultrasonik sensör için zaman mesafe grafiği 24
Şekil 4. 7 Ultrasonik sensörün tipik ışıma paterni 25
Şekil 4. 8 HC - SR04 Ultrasonik sensör 25
Şekil 4. 9 HC-SR04 için zaman çizelgesi 26
Şekil 4. 10 PIC24FV16K-301'in pin şeması 31
Şekil 4. 11 Servo motor 32
Şekil 4. 12 Servo motorun iç yapısı 34
Şekil 4. 13 Işık spektrumu 35
Şekil 4. 14 MLX90614 Kızılötesi termometre 36
Şekil 4. 15 Devrenin blok diyagramı 38
Şekil 4. 16 Devre şeması 39
Şekil 4. 17 Üst ve alt görünümü ile PCB 46
Şekil 4. 18 Bileşenlerin montajının yapıldığı PCB 47
Şekil 4. 19 Tamamlanmış plastik destek tasarımı 47
Şekil 4. 20 Görme engelliler için ultrasonik yardımcı 48
Şekil 5. 1 Cihaz üzerinde renklendirilmiş potansiyometreler 50
Şekil 5. 2 Cihaz boşta iken ve cisme yaklaştığında servonun hareketi 52

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1 WHO bölgelendirme 9
Çizelge 2. 2 Körlüğe neden olan hastalıkların bölgesel dağılımı 10
Çizelge 2. 3 Dünyada körlük 11
Çizelge 4. 1 HC-SR04'ün özellikleri 26
Çizelge 4. 2 Mikroişlemci ile mikrodenetleyici karşılaştırması 27
Çizelge 4. 3 PIC24FV16K-301'nın özellikleri 30
Çizelge 4. 4 Servo motorların pals sürelerine göre açıları 33
Çizelge 4. 5 Devre güç elemanları 40
Çizelge 4. 6 Regülasyon elemanları 41
Çizelge 4. 7 Ayar elemanları 42
Çizelge 4. 8 Programlama elemanları 43
Çizelge 4. 9 CPU elemanları 43
Çizelge 4. 10 Uyarıcı elemanlar 44
Çizelge 4. 11 Servo elemanı 44
Çizelge 4. 12 Ultrasonik sensör elemanı 44
Çizelge 4. 13 Sıcaklık sensör elemanı 45
Çizelge 4. 14 Maliyet tablosu 49
Çizelge 5. 1 Modlar ve özellikleri 51

ÖZET

GÖRME ENGELLİLER İÇİN ULTRASONİK YARDIMCI

İbrahim Emre GÜNAY

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Lale ÖZYILMAZ

Bir görme engellinin de herkes gibi günlük ihtiyaçlarını gidermesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçlarını giderebilmesindeki temel kabiliyet ise harekettir. Hareket kabiliyetini elde edebilen engelli bu sayede zaruri ihtiyaçlarını giderebilmesinin yanında toplumsal yapının da bir parçası olabilir. Geleneksel olarak, engelli kişi bu hareket kabiliyetini bir baston ile sağlar. Bastonu, sağa ve sola sallayarak ilerleyebilen engelli bu sayede özgürleşmiş olur.

Fakat baston ile özgürleşmenin getirdiği bazı handikaplar mevcuttur. Bunların başında engellinin bir elini sadece bastonu tutmak için kullanması, geri kalan faaliyetlerini ise yalnızca diğer eliyle yapabilmesi gelmektedir. Bu durum, engellinin itme, çekme tutma, yakalama gibi faaliyetleri ancak tek eli ile yapabilmesi anlamı taşır. Ayrıca düşme, sendeleme gibi durumlarda, engellinin bir elinde baston tutuyor oluşu duruma müdahalesini zorlaştırıp, kişinin ciddi zarar görmesine neden olabilir.

Bunun yanında, engelli kişinin yüksek sıcaklıktaki nesnelere karşı da uyarılması gerekmektedir. Baston taşıyan engellinin bu tür, çaydanlık, sıcak su dolu bardak, kaynayan tencere gibi kişiye çok ciddi ve kalıcı zarar verebilecek yüksek sıcaklıktaki nesnelere karşı uyarıcı bir ekipmanı yoktur.

Bu çalışmada ise, bahsedilen tüm bu handikapları giderebilecek bir ürün ortaya konmaya çalışılmıştır. Ürün, el üzeri kullanıma müsait yapısı ile kullanıcı için iki eli de kullanabilme özgürlüğü sağlamaktadır.

Günümüzde ultrasonik uygulamalar, başta medikal görüntüleme olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Çevreye ve kullanıcıya zararsız olmasının yanında düşük maliyeti, ultrasonik teknolojiyi daha da cazip hale getirmektedir. Görme engellilerin günlük yaşamını kolaylaştırmak adına gerçekleştirilen bu projede de ultrasonik sensörlerden yararlanılmış ve mesafe tayini bu sensörler vasıtası ile yapılmıştır.

Kullanılan HC-SR04 ultrasonik sensör ile mesafe ölçümü yapılır. Elini yerden belli bir yükseklikte tutarak ilerleyen kullanıcı herhangi bir cisme yaklaştıkça frekansı artan bir sinyal ile işitsel olarak uyarılır. Bununla beraber kızılötesi termometre ile algılanan sıcaklık, kullanıcı için tehlikeli olabilecek değerde ise sistem, alarm vererek kullanıcıyı uyarır. Sistemin hangi sıcaklığa tepki vereceği ayarlanabilir.

Bununla beraber sistem görme engeli yanında işitme engeli olanlar için de çözüm sunma amacındadır. Kullanıcı, herhangi bir nesneye yaklaştıkça sistemde bulunan bir servo motor uyarılarak, engelli için dokunsal tepki verir.

Ürün, kullanıcının elinin ergonomik yapısına göre dizayn edilmiş olup, kullanım kolaylığı ve maliyet gibi unsurlar da göz önünde bulundurulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ultrasonik sensör, servo motor, görme engelli, yardımcı

ABSTRACT

ULTRASONIC AID FOR BLIND

İbrahim Emre Günay

Department of Electronics and Communications Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Lale ÖZYILMAZ

Like everyone, a blind person has to meet his casual needs. The essential capability to meet these needs is mobility. When he meets his indispensable needs, at the same time he can be part of social life.

The conventional way for a blind person to obtain mobility is by using a white cane. To move forward he can check the sidewalk by swinging the cane right and left. In this way he gets freedom to some degree.

But this kind of freedom brings along some handicaps. While using the white cane with one hand the blind person has only one hand free for other activities. So the blind person has to do activities such as pushing, pulling, holding, catching with only one hand. With the stick in one hand for the blind person it is difficult to counteract immediately in situations such as tripping or falling. In addition to that, a blind person has to be warned of hot objects. A blind person usually has no equipment to avoid contact with objects such as a teapot, a glass of hot water or a hot saucepan. This can lead to serious injuries.

With this project, it is intended to meet the everyday challenges of a blind person as mentioned above. Due to some special features the introduced product enables the blind person to use both hands for his activities.

Today, ultrasonic applications are used in many areas, in particular in biomedical practice. Ultrasound technology is affordable and harmless for the environment and the user. In this project, an ultrasonic sensor (HC-SR04) is used to measure distance, a special feature to make life easier for blind people. The user moves forward while keeping his hands at a certain height and parallel to the ground. When he is getting closer to an object, the system gives a signal in increasing frequency.

Furthermore the product has a temperature sensor. If the temperature perceived by a infrared thermometer reaches a certain level, the system alerts the user. It is possible to define the threshold value for the alert freely.

The system presents a solution not only for blind but also for deaf people. The user is warned in a tactile way by a servo motor when he is getting to close to an object. The product is designed taking into consideration the ergonomic structure of the user's hand. The design has taken into consideration further factors such as user friendliness and costs.

Keywords: Ultrasonic sensor, servo motor, visually impaired, aid

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde biyomedikal gelişmeler hız kazandı. Bu gelişmeler, görme engellilere yardımcı olarak kullanılabilecek daha teknolojik çözümler üretilebilmesine olanak sağladı. Bu çözümler için kullanılan temel öğelerden biri de ultrason teknolojisiydi.

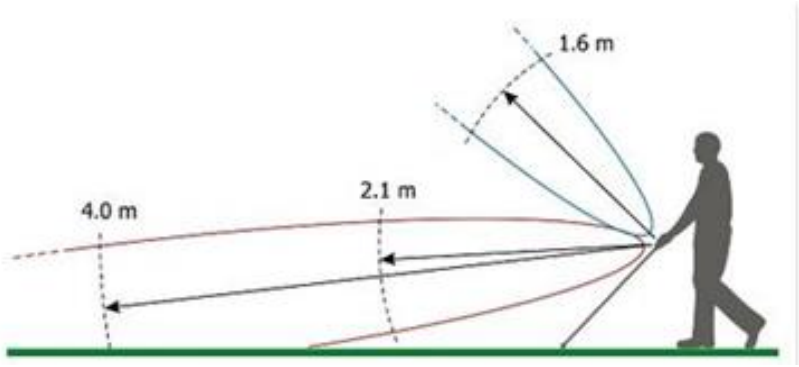
Ultrason ile görme engellilere hareket kabiliyetini verme amacındaki çalışmalara ilk kez 1960'lı yıllarda rastlıyoruz. Leslie Kay'in Ultrasonic Mobility Aids for Blind [1] isimli makalesi bize The Torch isimli bir cihazı sunmaktadır. Tıpkı bir el feneri gibi tutulabilen bu cihaz, 6 ile 2 m arasında ayarlanabilen bir tarama aralığı ile kullanıcıyı sesli olarak uyarabilir.

Lindsay Russell ise Travel Path Sounder [2] adı verilen bir cihaz geliştirmiştir. Boyuna asılarak kullanılan bu cihaz eğer 2 m'lik mesafe içerisinde herhangi bir cisim yoksa cihaz işitilebilir herhangi bir ses çıkarmaz. Fakat bu mesafe aralığında bir cisim yahut engelle karşılaşılırsa "klik" sesi ile kullanıcı uyarılır. Cisme yahut engele yaklaştıkça bu sesin şiddeti artmaktadır. Russell'ın bu cihazı geliştirirken ki amacı, beyaz baston yerine bir çözüm sunmak değil, aksine, onu destekleyen bir ürün ortaya koymaktır

Bununla birlikte zamanla gelişen yeni teknolojiler farklı çözümleri de beraberinde getirmiştir. Itsuki Ban ile Yuji Mitsuta'nın geliştirdikleri projede kızılötesi ışınım mesafe tayini için kullanılan temel unsuru oluşturmuştur. Blind Person Guide Device [3] adını verdikleri bu projede kızılötesi ışınımın tıpkı görünür ışık gibi yayılma ve cisimden yansıma özelliğini kullanmışlardır. Beyaz bastonun ön tarafına monte edilen bu cihaz,

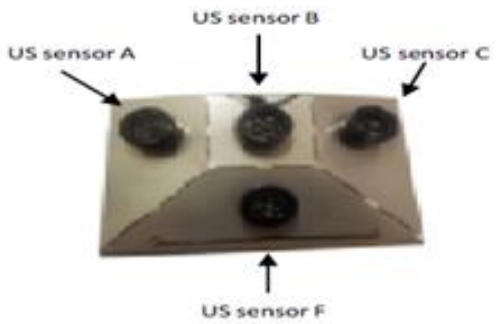
doğrusal olarak bir kızılötesi ışınım yapar. Cisimden veya engelden yansıyan bu ışınımın algılanması ile mesafe bilgisi oluşturulur. Bunun neticesinde bir vibrasyon motoruyla kullanıcı, frekansı ve şiddeti ayarlanabilen titreşimlerle uyarılır.

UltraCane [4] adı verilen çalışma ise geliştirilmiş birçok projenin aksine piyasada seri üretimde bulunan bir üründür. Kullanım şekli itibariyle geleneksel beyaz bastonlardan hiçbir farkı olmayan ürün, mesafe tayini için ultrasonik sensör kullanmaktadır. 2.1 m ve 4 m olmak üzere iki adet ayarlanabilir mesafe tepki aralığı vardır. Bu mesafeler arasında bir engel yahut cisim ile karşılaşıldığında kullanıcı beyaz bastonu tuttuğu kısma yerleştirilmiş olan vibrasyon motorları ile uyarılır. Bununla birlikte kullanıcı, bastonun tutamacından 1.6 m yukarısında da bulunan cisimlere karşı da uyarılabilmektedir.



Şekil 1.1 UltraCane'in çalışma aralıkları [4]

A wearable multipoint ultrasonic travel aids for visually impaired [5] adı verilen çalışma ile giyilebilir bir yardımcı tasarlanmıştır. Kullanıcının karın bölgesine bir kemer yardımı ile takılan bu cihaz 4 adet ultrasonik sensör barındırır.



Şekil 1.2 Giyilebilir yardımcıdaki ultrasonik sensörler [5]

Giyilebilir yardımcıda bulunan sensörlerden, sensör A kullanıcının sağ, sensör C sol tarafını tarar. Sensör B kullanıcının ön tarafını tararken sensör F ise kullanıcının yürüdüğü yoldaki engelleri taramaktadır. Tüm bu dört sensörden alınan veri işlenir ve kullanıcı işitsel olarak bilgilendirilir.

Giyilebilir yardımcıya başka örnekler de ayakkabı ve gözlük için tasarlanmıştır. Design and Development of a Prototype Rehabilitative Shoes and Spectacles for the Blind [6] adı verilen çalışmada ayakkabı ve gözlüğe yerleştirilmiş ultrasonik sensörler yardımı ile tarama yapılmaktadır. Ayakkabıda 90 cm uzaklık ve 45 derecelik açı ile tarama yapılır ve buradaki engellere karşı kullanıcı, titreşim ile uyarılır. Gözlükte ise titreşimli uyarının yerini sesli uyarım almıştır.



Şekil 1.3 Görme engelliler için enstrümantasyonu yapılmış gözlük ve ayakkabı [6]

Özetle, ultrason teknolojisi ile beyaz bastona bir alternatif veya destek oluşturma girişimleri 1960'lı yıllara kadar uzanır. Burada bahsedilen çalışmalarda olduğu gibi ultrasonik sensörler pek çok kez mesafe tayini yapmak için başvurulan yöntemlerin başında gelmiştir. Bunun yanında, sensörlerin konumu, sayısı, kullanıcıyı ne şekilde uyaracağı değişkenlik gösteren unsurlardandır.

1.2 Tezin Amacı

Dünya genelinde yapılan çalışmalar ile görme engellilere rahat ve tehlikesiz hareket özgürlüğünü vermek için geleneksel yöntem olan beyaz bastondan farklı veya ona yardımcı çözümler aranmaktadır. Projenin gerçekleştirilmesindeki amaç ise, mevzubahis bu çabaların tarihsel birikimini kullanarak, literatürde rastlamadığımız bir ürün ortaya koymaktır.

1.3 Hipotez

Geliştirilen ürün ile görme engellilere sorunsuz bir hareket özgürlüğü sağlanabilir. Ayrıca bu özgürlük sağlanırken, beyaz baston kullanımının aksine her iki elini de gündelik işleri için kullanabilir. Kullanıcı iki elini de kullanabildiğinden sendeleme, düşme, çarpma gibi durumlara müdahalesi kolaylaşır. Böylelikle yaralanmalar azalabilir. Buna ek olarak kullanıcının yüksek sıcaklıklara karşı uyarılması ile daha ciddi tehlikeler de bertaraf edilmiş olur. Tüm bu süreç neticesinde engelli, toplumun bir parçası olabilir. Böylelikle engelli ile engelsiz insan arasındaki fark azalmış olur.

BÖLÜM 2

GÖZ HASTALIKLARI VE KÖRLÜK

Göz, ışığı retina üzerindeki makulaya yani sarı noktaya düşürmek, sonrasında da nöral sinirler aracılığı ile beyne iletmekle görevli, bunu da pek çok farklı sistem ile yapan kompleks bir organdır. Bununla beraber, duyusal algılarımızın %50'sini oluşturduğu düşünülürse, sağlıklı görmenin kişinin yaşam kalitesi için ne denli önemli olduğu daha iyi anlaşılabilir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün hazırlamış olduğu ICD (International Classification of Diseases) sınıflaması ile hastalıkların ve diğer sağlık problemlerinin klinik belirtileri ile epidemiyolojik özelliklerini sıralar [7]. ICD-10 adında bir çevirim içi portal vasıtasıyla tüm internet kullanıcılarının hizmetinde olan listede göz hastalıkları H00 - H59 arasında tanımlanmıştır. Aşağıdaki listede göz hastalıklarının mevcut sınıflanması gösterilmiştir.

H00-H06 Gözkapağı, lakrimal sistem ve göz çukuru bozuklukları (Disorders of eyelid, lacrimal system and orbit)

H10-H13 Konjoktiv bozuklukları (Disorders of conjunctiva)

H15-H22 Skelera, kornea, iris ve siliger bölge bozuklukları (Disorders of sclera, cornea, iris and ciliary body)

H25-H28 Mercek bozuklukları (Disorders of lens)

H30-H36 Koroid ve retina bozuklukları (Disorders of choroid and retina)

H40-H42 Glukom (Glaucoma)

H43-H45 Vitreus ve göz küresi bozuklukları (Disorders of vitreous body and globe)

H46-H48 Optik sinir ve görsel yolak bozuklukları (Disorders of optic nerve and visual pathways)

H49-H52 Oküler kas, binoküler hareket uyum ve kırılma bozukluları (Disorders of ocular muscles, binocular movement, accommodation and refraction)

H53-H54 Görsel bozukluklar ve körlük (Visual disturbances and blindness)

H55-H59 Diğer göz ve göz organları bozuklukları (Other disorders of eye and adnexa)

Tüm bu ana başlıkların yanında alt başlıklara da bakıldığında WHO'nun toplamda 350 üzeri göz hastalığını tanımladığından bahsedilebilir.

Bununla beraber, yine WHO'nun tanımladığı ve rastlanma sıklığı ve körlük riski bakımından öncelikli olan hastalıklara değinilecektir [8]. Bunlar;

- Katarakt (Cataract)
- Nehir körlüğü (Onchocerciasis)
- Çocukluk çağı körlükleri (Childhood blindness)
- Kırılma kusurları (Refractive errors)
- Diyabetik retinopati (Diabethic retinopathy)
- Glokom (Glaucoma)
- Yaşa bağlı makula dejenerasyonu (Age - related macular degeneration)

2.1 Körlüğe Neden Olan Öncelikli Göz Hastalıkları

Katarakt: Göz merceğinin saydamlığını yitirmesi nedeni ile görmenin azalması ile sonuçlanan bir göz hastalığıdır. Nedenlerinden başlıca olanı yaşlılıktır. Bunun yanında doğuştan rastlanılabileceği gibi göz yaralanmaları ve iltihaplanmaları ile de katarakt oluşabilir [9], [10].

Nehir körlüğü: *Onchocerca volvulus* denen bir parazitin neden olduğu körlüktür. Nehir yakınlarında üremek için yumurtalarını bırakan kara sinekler su vasıtasıyla bu iltihabı kaparlar. Kara sineğin *simulium damnosum* türünün ısırığı ile de hastalık insana geçmiş olur. Afrika kıtasındaki körlüğün en temel sebeplerinden biridir [11].

Çocukluk çağı körlükleri: UNICEF, 0-15 yaş aralığını çocukluk dönemi olarak kabul eder. Bu dönemde meydana gelen bir çok hastalık tedavi edilmediğinden körlüğe neden olabilir [12]. Bununla beraber sosyoekonomik seviye ile buna paralel olarak sağlık hizmetlerine ulaşabilirlik çocukluk çağı körlüklerini etkileyen başlıca etmenlerdendir. Türkiye için konuşacak olursak, çocukluk çağı körlüklerinde en önde gelen sebebin retinal bozukluklar olduğu görülür. Bunun yanında çocukluk çağı kataraktları ile korneal hastalıklar çocukluk çağı körlüklerinin başlıca sebebini oluşturdu [13].

Kılırma kusurları: Başlıca kırılma kusurları miyopi, hipermetropi ve astigmatizmadir.

- Miyopi:

  Göz yuvarlağı normalden daha uzundur. Bu yüzden ışık retina önüne düşer. Uzak nesneler bulanık görülür.

- Hipermetropi:

  Göz yuvarlağı normalden daha kısadır. Bu nedenle ışık retina arkasına düşer. Yakın nesneler bulanık görülür.

- Astigmatizma:

  Korneanın bir eksende eğilmesi ile özgün eğrilerini kaybetmesidir. Hem yakın hem de uzaktaki görüntüyü bozar.

Diyabetik retinopati: Diyabet hastalığı küçük ve orta ölçekli damarları etkiler. Bu nedenle kılcal damarların yoğunlukta olduğu göz, bu hastalıktan en çok etkilenen organların başında gelir. Retinadaki damarların zarar görmesi ile beraber hemonaj denilen kan sızıntıları oluşur. Bu kanamalar körlüğe neden olur [14].

Glokom: Glokom bir dizi görme sinir hasarlarına verilen addır. Bu sinir hasarlarına neden olan faktör ise yüksek seviyedeki göz içi basıncıdır. Diyabet hastaları ile 40 yaş üstü kişilerde rastlanma sıklığı daha fazladır. Halk arasında göz tansiyonu olarak da bilinir [15].

Yaşlılığa bağlı makula dejenerasyonu: Yaşlılığa bağlı olarak makula(sarı nokta) denilen bölgenin bozulması anlamına gelir [16]. İki çeşidi mevcuttur.

- Kuru tip makula dejenerasyonu:

  Çoğunlukla rastlanan tip budur. Yaşlanınca ortaya çıkar ve görme kaybı azdır.

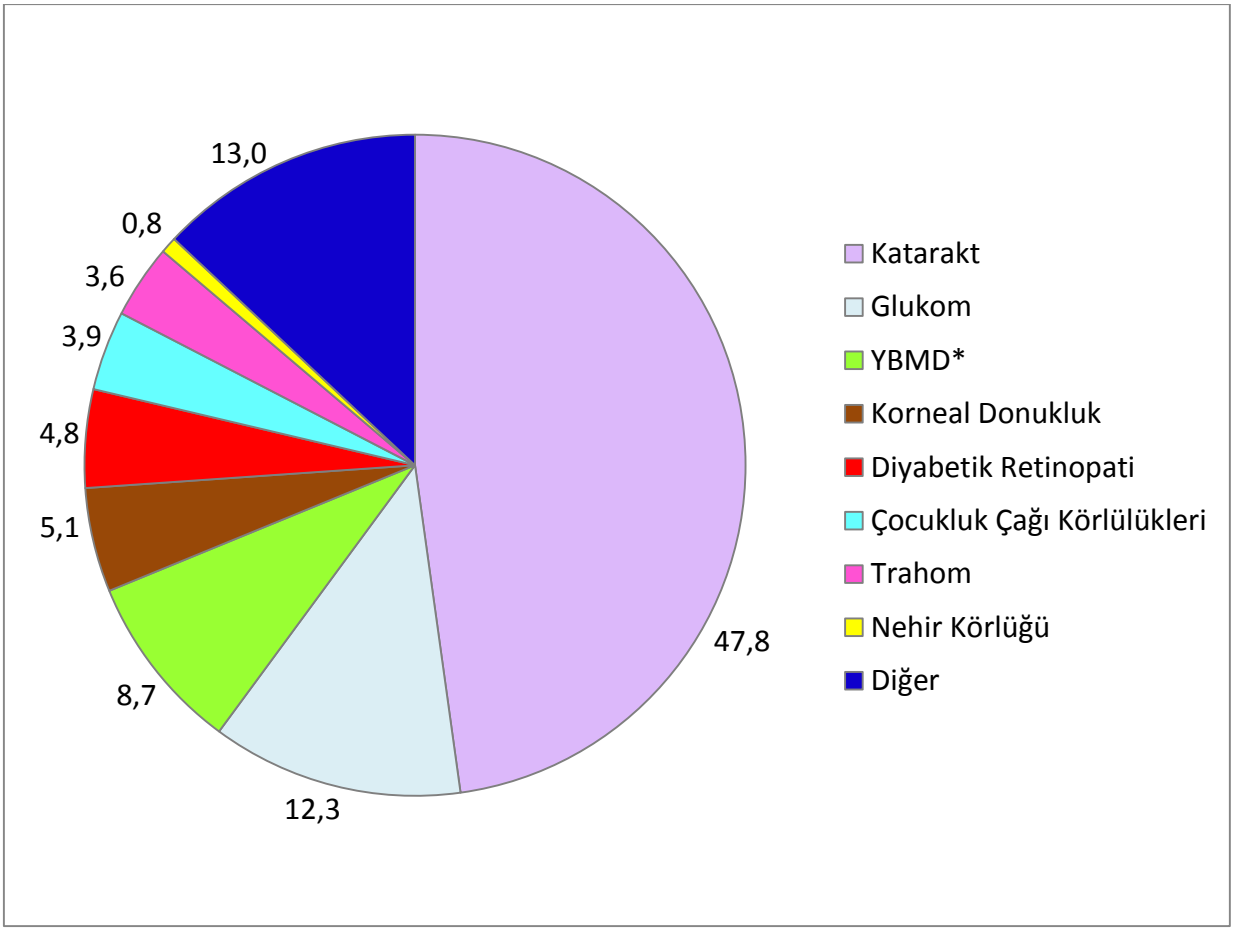
- Yaş tip makula dejenerasyonu:

  %10 sıkılıkla rastlanmaktadır. Makulada kısmında meydana gelen beklenmedik damarlanmalar neticesinde ortaya çıkan sızıntılar ve kanamalar ciddi boyutlarda görme kaybına neden olur [17].

2.1.1 Körlükle İlgili İstatistiki Veriler

Körlüğe neden olan belli başlı hastalıkları inceledikten sonra bu hastalıkların istatistiki değerlendirmesini yapmak ve bölgesel dağılımlarını incelemek, körlüğün toplumsal konumunu irdelemek açısından önemlidir.

WHO'nun 2002 yılındaki verilerinden yola çıkıldığında tüm dünya çapında körlüğün en önemli nedeni olarak %47.8'lik bir oran ile katarakt ile karşılaşılmaktadır. Kataraktı %12.3 ile glokom ve %8.7 ile yaşlılığa bağlı makula dejenerasyonu takip etmektedir. Diğer hastalıkların yüzdelik oranları Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



YBMD* = Yaşa bağlı makula dejenerasyonu

Şekil 2.1 Körlüğe neden olan hastalıkların yüzdece dağılımı [17]

Bunun yanında WHO, körlüğün bölgesel dağılımını vermek ve bölgelere göre körlüğe neden olan göz hastalıklarını göstermek adına önemli bir istatistik yayınlamıştır. Çizelge 2.1'de bölgelendirmenin ne şekilde yapıldığı gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 WHO bölgelendirme [17]

Bölge	**Çalışmalar**
Afr-D	13 ülkede inceleme (Benin, Kamerun, Cape Verde, Ekvatoral Gine, Gambiya, Gana, Mali, Moritanya, Nijer, Nijerya, Sierra Leone, Sudan, Togo)
Afr-E	6 ülkede inceleme (Orta Afrika Cumhuriyeti, Kongo, Etiyopya, Kenya, Güney Afrika, Tanzanya)
Amr-A	1 ülkede inceleme (Amerika Birleşik Devletleri)
Amr-B	3 ülkede inceleme (Barbados, Brezilya, Paraguay)
Amr-D	1 ülkede inceleme (Peru)
Emr-B	4 ülkede inceleme (Lübnan, Umman, Suudi Arabistan, Tunus)
Emr-D	1 ülkede inceleme (Fas)
Eur-A	7 ülkede inceleme (Danimarka, Finlandiya, İzlanda, İrlanda, İtalya, Hollanda, Birleşik Krallık)
Eur-B1	2 ülkede inceleme (Bulgaristan, Türkiye)
Eur-B2	1 ülkede inceleme (Türkmenistan)
Eur-C	Popülasyon temelli herhangi bir inceleme tanımlanmamıştır.
Sear-B	4 ülkede inceleme (Endonezya, Malezya, Filipinler, Tayland)
Sear-D	4 ülkede inceleme (Bangladeş, Hindistan, Nepal, Pakistan)
Wpr-A	1 ülkede inceleme (Avusturalya)
Wpr-B1	2 ülkede inceleme (Çin, Moğolistan)
Wpr-B2	3 ülkede inceleme (Kamboçya, Myanmar, Vietnam)
Wpr-B3	2 ülkede inceleme (Togo, Vanuatu)

Çizelge 2.2'de ise körlük nedenlerinin bölgelere göre yüzdece dağılımı gösterilmektedir.

Çizelge 2.2 Körlüğe neden olan hastalıkların bölgesel dağılımı [17]

Bölge	Katarak	Glukom	YBMD*	Korneal Donukluk	Diyabetik Retinopati	Çocukluk Çağı Körlükleri	Trahom	Nehir Körlüğü	Diğer
Afr-D	50	15		8		5,2	6,2	6	9,6
Afr-E	55	15		12		5,5	7,4	2	3,2
Amr-A	5	18	50	3	17	3,1			3,9
Amr-B	40	15	5	5	7	6,4	0,8		20,8
Amr-D	58,5	8	4	3	7	5,3	0,5		13,7
Emr-B	49	10	3	5,5	3	4,1	3,2		22,2
Emr-D	49	11	2	5	3	3,2	5,5		21,3
Eur-A	5	18	50	3	17	2,4			4,6
Eur-B1	28,5	15	15	8	15	3,5			15,0
Eur-B2	35,5	16	15	5	15	6,9			6,6
Eur-C	24	20	15	5	15	2,4			18,6
Sear-B	58	14	3	5	3	2,6			14,4
Sear-D	51	9	5	3	3	4,8	1,7		22,5
Wpr-A	5	18	50	3	17	1,9	0,025		5,0
Wpr-B1	48,5	11	15	3	7	2,3	6,4		6,8
Wpr-B2	65	6	5	7	3	3,6	3,5		6,9
Wpr-B3	65	6	3	3	5	9,5	4,3		4,2
Dünya	**47,8**	**12.3**	**8,7**	**5,1**	**4,8**	**3,9**	**3,6**	**0,8**	**13,0**

YBMD*= Yaşa bağlı makula dejenerasyonu

Çizelge 2.2'de de görüldüğü gibi Avustralya (Wpr-A) ve Amerika Birleşik Devletleri (Amr-A) gibi gelişmiş ülkelerde katarakt, yüzdece çok daha az rastlanan bir hastalık olmakla birlikte aynı hastalık az gelişmiş ülkeler için en önemli körlük nedenidir. Bununla beraber gelişmiş ülkelerde en sık rastlanan hastalık ise yaşlılığa bağlı makula dejenerasyonu oluşturmaktadır. Nehir körlüğü yani Onchocerciasis ise sadece Afrika'da görülen bir hastalık olarak gözükmektedir.

Türkiye'nin Bulgaristan ile beraber bulunduğu Eur-B1 bölgesinde ise körlüğe neden olan hastalıklardan %28.5'lik oran ile katarakt birinci sırada gelmektedir. Glokom ve yaşlılığa bağlı makula dejenerasyonu ise %15'lik oranla ikinci sırayı paylaşmaktadırlar.

Çizelge 2.3'te ise bölgeler Çizelge 2.1'deki veriler ışığında genellenmiş ve altıya indirilmiştir. 2002 yılı için dünyada 9.312 milyon görme engelliden bahsedebiliyoruz.

Çizelge 2.3 Dünyada körlük [17]

	Afr	Amr	Emr	Eur	Sear	Wpr
Popülasyon	672.238	852.551	502.823	877.886	1.590.832	1.717.536
Kör kişi sayısı	6.782	2.419	4.026	2.732	11.587	9.312
Düşük görme engelli sayısı	19.996	13.116	12.444	12.789	33.496	32.481
Toplam görme engelli sayısı	**26.778**	**15.535**	**16.469**	**15.521**	**45.083**	**41.793**

2.2 Görme Engelliler İçin Yardımcı Ekipmanlar

Bir görme engellinin yaşamını kolaylaştırmak adına pek çok uygulama mevcuttur. Öncelikli olarak, sesli bildirimde bulunan cihazlar, engellinin günlük ihtiyaçlarını karşılamak hususunda önem arz eder. Sesli yahut konuşan baskül, mutfak terazisi, tansiyon ve şeker ölçüm cihazları gibi gereçler yardımcı cihazların başında gelmektedir. Ayrıca bilgisayar ekranındaki yazıları Braille alfabesine dönüştürerek kullanıcıya sunan monitörler de mevcuttur. Bunun yanında yine Braille alfabesi ile çıktı alabilen yazıcılar da mevcuttur. Bu yazıcılar ile saatte 380 sayfaya yakın çıktı alınabilmesi, nispeten oldukça pahalı olan ve Braille alfabesi ile yazılmış metinlerin çoğaltılıp yayılması açısından önemlidir. Bunun yanında elbette Braille daktilolar ile görme engelliler rahatlıkla yazı yazabilmektedirler [18].

Görme engellilere sunulan mobil hizmetler de mevcuttur. Bunların başında ALVA MPO 5500 Mobile Organizer gelmektedir [19]. 20 satırlık kabartma ekranı ile bir cep telefonu olma özelliğinin yanında ajanda, not defteri ve bilgi bankası işlevi de görmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.2 ALVA MPO 5500 Mobile Organizer [19]

Görme engellilerin en büyük problemlerinden biri elbette hareket kabiliyetlerinin belli sınırlar içinde olmasıdır. Bu sınırları aşabilmek adına kullanılan en geleneksel yöntem baston yahut beyaz bastondur. Yürüdüğü yolu baston ile tarayan engelli bu sayede herhangi bir cisme çarpmadan hareket edebilir. Bununla birlikte kendisi için tehlikeli olabilecek yükselti ve alçaltıları yine bu baston sayesinde fark edip olası kazaları engelleyebilir. Ayrıca engelliler için lazer ve ultrason temelli çalışan beyaz bastonlar da piyasada mevcuttur.

Görme engellilere hareket özgürlüğünü veren bir diğer unsur ise rehber köpeklerdir. Engelli, rehber köpeğinin refakatinde yürüyüş güzergahındaki engellerden, kaldırım ve basamaklar ile araba trafiğinden kaçınabilir. Engelli ve rehber köpek arasındaki ilişki şudur: Engelli yönlendirme ve komutlar ile köpeği idare eder. Köpek ise bu komutlara riayet eder. Fakat partnerinin ve kendisinin güvenliğini sağlamak adına, eğer gerekiyor ise, bu komutlara itaat etmez. Labrador, Golden Retriever ve Alman Kurtları rehber köpek olarak sıklıkla görev alabilen hayvanlardır. 4-6 aylık bir eğitim sonrası, bir görme engellinin en iyi arkadaşı olup, hareket özgürlüğü sağlamasına yardımcı olabilir. Bu süreçte köpek ile engelli arasında kurulan duygusal yakınlık da büyük önem arz eder [20].

BÖLÜM 3

ULTRASON VE UYGULAMA ALANLARI

Görme engelliler için yardımcı tasarımında temel unsuru ultrason oluşturmaktadır. Ultrasonun tanımını yapmak, fiziksel özelliklerini bilmek, projenin çalışma mantığını anlamak açısından önemlidir.

İnsanoğlunun işitme aralığı 20 ile 20.000 Hz arasındadır. Bu değerlerin üzerindeki tüm frekanslar ultrason adını alır ve doğal olarak insan tarafından işitilemez. Örneğin, tıbbi bir görüntüleme ve teşhis tekniği olan ultrasonografide 2 ile 18 MHz frekans aralığında ses dalgaları kullanılır. Ayrıca endüstrinin birçok alanında da ultrasonik uygulamalardan yararlanılır. Örneğin,

- Havada yayılabilirliği nedeniyle; hırsız alarmı yapımında, kemirici hayvanların uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır.
- Suda yayılabilirliği nedeniyle; çeşitli sıvıların zehirli gazlardan arıtılmasında, derinlik ölçümlerinde, derişik karışımların hazırlanmasında, aletlerin sterilizasyonunda kullanılmaktadır.
- Katılarda yayılabilirliği nedeniyle; katısal ürünlerdeki çatlakların tespit edilmesinde, sürtünme ısısı sağlanarak metal ve plastik kaynaklarında, mekaniksel zorlanma sağlanarak çözünme testlerinde kullanılmaktadır.
- Metalleri ince toz haline getirmek için kullanılmaktadır.
- Fabrika bacalarından çıkan gazları temizleyerek hava kirliliğini önlemede kullanılmaktadır.
- Çok ince tanecikli fotoğraf emülsiyonları hazırlamada kullanılmaktadır [21], [22].

- Tekstil, metal kaplama ve saatçilik gibi aşırı temizlik isteyen sanayi kollarında temizlik işinde kullanılmaktadır.
- Meşrubat sanayinde şarabı eskitmek, birayı yabancı mayalardan arıtmak, şuruplarda enzimleri glikoz gibi diğer ürünlere dönüştürmek, sütü sterilize etmek için kullanılmaktadır.
- Özel metal alaşımı yapmak için kullanılmaktadır.

Bunun yanında ultrasondan ilk kez birinci dünya savaşı sırasında deniz altılarını tespit etmek amacı ile yararlanılmıştır. İlerleyen yıllarda özellikle karın içi teşhis koymada, ortopedi, kardiyoloji, oftalmoloji (göz bilim) gibi alanlarda pek çok uygulamada ultrasondan yararlanılır. Noninvaziv uygulanması, sağlıklı bir tıbbi görüntülemeye olanak sağlaması ile çevreye ve kullanıcıya zararsız olması ultrason uygulamalarının tercih edilebilirliliğini arttıran önemli faktörlerdendir [23].

3.1 Ses Dalgalarının Özellikleri

Ultrasonda enerji iletimi, moleküllerin titreşmesi ile gerçekleştiğinden ses, katı, sıvı, gaz ortamlarda dalga olarak yayılabilir. Sesin yayılmasında iki çeşit dalgadan bahsedilebilir:

- Boylamsal Dalgalar:

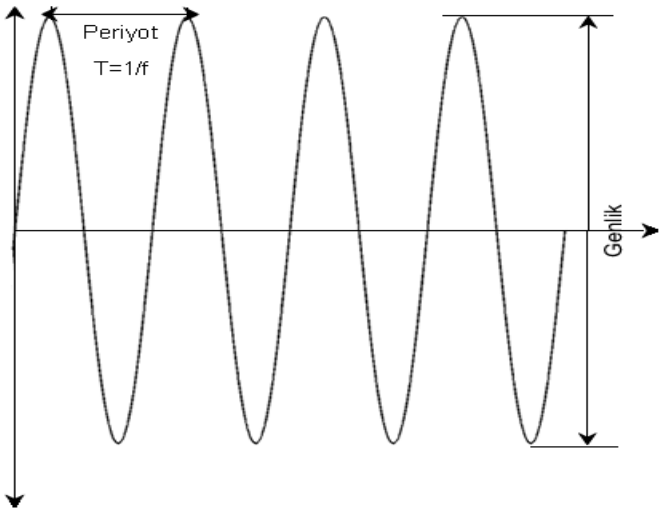
  Moleküllerin titreşim yönü ile enerjinin iletim yönünün aynı olduğu dalgalardır.

- Eylemsel Dalgalar:

  Moleküllerin titreşim yönü ile zıt yönde bir enerji aktarımı mevcuttur.

Belli bir ortamda sesin yayılma hızı sabittir. Lakin ses dalgalarının yayılma hızı bulunduğu ortama göre farklılık gösterebilir. Ses dalgaları farklı ortama geçince dalga boyu değişir, bu nedenle yayılma hızı da değişmektedir. Bunun yanında sesin frekansı kaynağına bağlı olduğundan dolayı değişmemektedir.

Sesin yayılma hızı, belli bir ortamda, sabit bir sıcaklık ve basınç altında, frekansa (f) ve dalga boyuna (λ) bağlıdır [24], [25].



Şekil 3.1 Ses dalgasının dalga boyu, frekansı ve genliği [25]

Dalga boyu: Dalga boyu bir bütün dalga çevriminin boyutudur. Bir çevrim, belirli aralıklarla tekrarlayan genlik değişimlerinin sırasıdır. Metre (m), santimetre (cm) ve milimetre (mm) cinsinden ifade edilebilir.

Genlik ve Periyot: Periyodik bir sinyaldeki maksimum düzeydir. Dalgadaki bir tüm çevrimin tamamlanması için geçen zamana ise periyot (T) denir. Birimi saniye (s)'dir.

Frekans: Bir ses dalgasının frekansı birim zaman içindeki çevrimlerin sayısıdır. Periyodun çarpmaya göre tersidir. Birimi Hertz (h)'dir.

3.1.1 Sesin Yayılması

Ses dalgalarının hızı frekans ve dalga boyu ile doğrudan orantılıdır. Bu nedenle bütün ses dalgaları;

$$V = \lambda \times f \tag{3.1}$$

eşitliğine göre yol alırlar.

Bu eşitlikte,

V: Dalganın ortamdaki yayılım hızı (m/s),
f: Frekans (Hz) λ: Dalga boyu (m)'dir.

Ses yayılım ortamının, cinsi, yoğunluğu, ısısı gibi faktörlerde sesin yayılım hızına etki eden faktörlerdendir.

Yoğunluk (ρ): Yoğunluk her santimetre küp için gram olarak ifade edilir. Ortamı meydana getiren parçacıkların birbirlerine ne kadar yakın olduğunu ifade eden bir terimdir.

Elastikiyet (E) : Elastikiyet, sıkışmaya veya çekilmeye uğramış bir ortamın özgün şekline dönme yetisini gösteren bir tanımlamadır. Elastikiyetin sıcaklık ve basınçtan etkileniyor olması, dalga boyunun veya dalga hızının da sıcaklık ve basınca bağlı olmasından kaynaklanır [24].

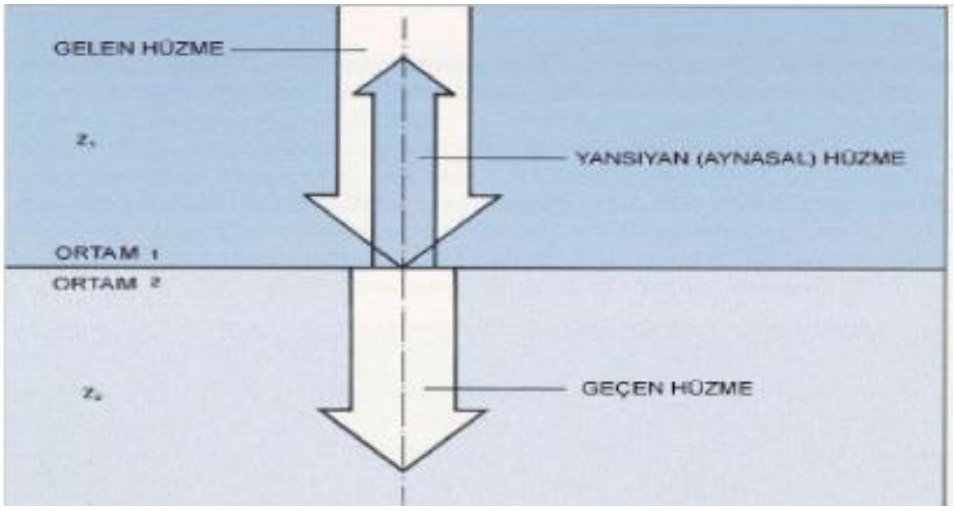
Hız yoğunluk ve elastikiye arasında,

$$v = (E/\rho)^2 \qquad (3.2)$$

şeklinde bir eşitlik vardır.

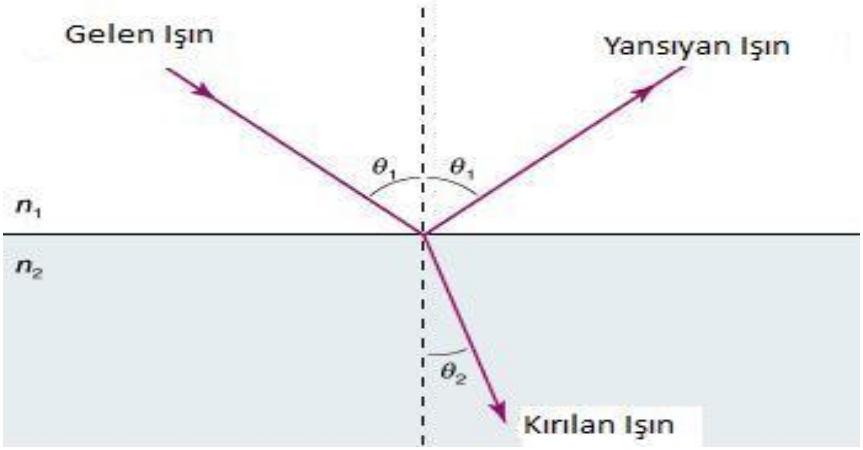
3.1.2 İletim ve Yansıma

Ses dalgası yüzeye dik olarak çaptığında enerjisinin bir kısmını bırakarak yine dik olarak geri yansır. Enerjinin yansıyan kısmı yani yankı, ortamların empedansları arasındaki fark büyüdükçe artmaktadır. Ancak ortamların empedans değerleri eşit olduğunda (Z1 = Z2) herhangi bir yansıma meydana gelmez [25].



Şekil 3.2 Yüzeye dik gelen bir ses dalgası [24]

Eğer ses dalgaları 90 dereceden farklı bir açı ile ara yüze çarparsa, dokuya iletilen kısım kırılmaya uğrayacaktır. Ortam 2'ye iletilen huzme gelen huzmenin açısından biraz saparak ilerlemektedir.



Şekil 3.3 90° den farklı açıyla gelen ses dalgasının yansıması [24]

Ses dalgasının geliş açısı ile yansıma açısı birbirlerine eşittir. Ayrıca yansıma ve kırılmadaki kurallar optikteki Snell yasası ile aynıdır [24].

$\sin \Theta_1 / \sin \Theta_2 = v1 / v2$ (3.4)

Bu bağıntıda,

Θ_1 : Ses dalgasının geliş açısını

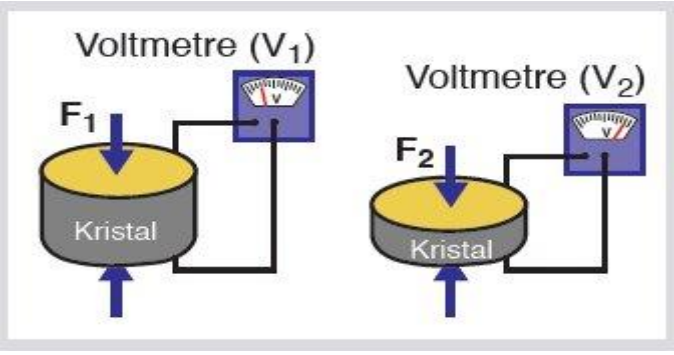
Θ_2 : Ses dalgasının yansıma açısını

v1 : Sesin birinci ortamda yayılma hızını

v2 : Sesin ikinci ortamda yayılma hızını ifade eder.

3.2 Ultrasonun Elde Edilmesi

Ultrasonik sesin üretiminde piezoelektrik etkiden sıklıkla yararlanılır. Piezoelektrik olay, mekanik bir basınç altında kuartz ve seramik (PZT - zirconium titante) gibi malzemelerde elektriksel bir gerilim oluşması anlamı taşımaktadır [26].



Şekil 3.4 Piezoelektrik olay

Çoğunlukla disk şeklinde kesilen ve yalıtkan olan piezoelektrik materyal altın, gümüş, alüminyum gibi iletkenler ile kaplanır. Bu disklere bir potansiyel farkı uygulandığında, disk çok az da olsa uzar yahut kısalır. Eğer disklere yüksek frekansta bir alternatif gerilim uygulanır ise titreşirler ve bunun sonucunda ses yahut ultrases üretirler [26].

Bununla beraber piezoelektrik materyaller yukarıda anlatıldığı gibi titreşim ürettiğinde sistem verici olarak kullanılabileceği gibi, sesin yahut, ultrasonun titreştirdiği piezoelektrik materyal üzerinde kutuplanmalar oluşacağından sistem alıcı olarak da kullanılabilir [25].

BÖLÜM 4

GÖRME ENGELLİLER İÇİN YARDIMCI BİR SİSTEM TASARIMI

Bir görme engellinin, günlük yaşamını sürdürebilmesi adına en önemli engel hareket kabiliyetini yitirmiş olmasıdır. Görme yetisinin herhangi bir hastalık yahut kaza sonucu yitirilmesi ile günlük işlerini görmede büyük sıkıntı çeken engelli ayrıca çevresel tehlikeler ile de karşı karşıyadır. Görme engelliler için ev kazası diye tabir edilen kazaların yaşanma riski, sağlıklı görme kabiliyetine sahip insanlara göre çok daha fazladır. Düşme, çarpma, yanma gibi kazaları ihtiva eden bu durum, engelli için büyük risk oluşturmaktadır.

Bu tür durumlarda engelliye sağlanan en geleneksel çözüm beyaz bastondur (Şekil 4.1). Bu baston sayesinde engelli hareket özgürlüğüne sınırlı da olsa kavuşmuş olur. Bastonu sağa ve solo hareket ettirerek, ilerlediği yolu süpürür. Bu süpürme hareketi ile engelli çevresel tehlikelere (eşik, duvar, çukur vb.) maruz kalmadan, tehlikenin varlığından haberdar olabilir. Ayrıca, çok düşük maliyeti yine beyaz baston kullanımını geleneksel hale getiren önemli etkenlerden biridir.



Şekil 4.1 Beyaz baston kullanan bir engelli

Bununla beraber Şekil 4.1'de de görüldüğü gibi engelli, bir elini sadece bastonu tutmak için meşgul etmektedir. Bir elini sadece bastonu taşımak için kullandığından, gündelik işlerini yapabilmesi adına diğer elini kullanmak zorunda kalmaktadır. Ayrıca sendeleme, düşme, çarpma gibi ani refleks gerektiren ve kişiye zarar verebilecek durumlarda, engellinin sadece bir elini kullanabiliyor oluşu büyük bir handikap oluşturmaktadır.

Ayrıca sonar bastonlar da piyasada mevcuttur (Şekil 4.2) . Basitçe izah etmek gerekirse, ultrason dalgaları ile mesafe tayini yapan araç, herhangi bir tehlike unsuru karşısında kullanıcıyı titreşim ile uyarmaktadır. Fakat bu sistem de, kullanıcı bir eli ile ultrasonik bastonu tuttuğundan, engelliye iki elini kullanma özgürlüğünü verememektedir. Ayrıca 635 ile 775 £ arasındaki fiyatı ile oldukça pahalı bir çözüm olarak sunulmaktadır [27].

Bir diğer çözüm yolu ise rehber köpeklerdir. Sürekli bir bakım, beslenme ve sağlık gideri olan köpekler maddi anlamda birer külfet oluşturmaktadırlar. Ayrıca her ortama köpek ile girebilmek pek mümkün değildir. Buna ek olarak rehber köpeğin işini iyi bir şekilde yapabilmesi için, hayvan ile sahibi arasında sağlıklı bir ilişki kurulmalıdır ki bu her zaman mümkün olamamaktadır.



Şekil 4.2 Sonar baston

4.1 Bileşenler

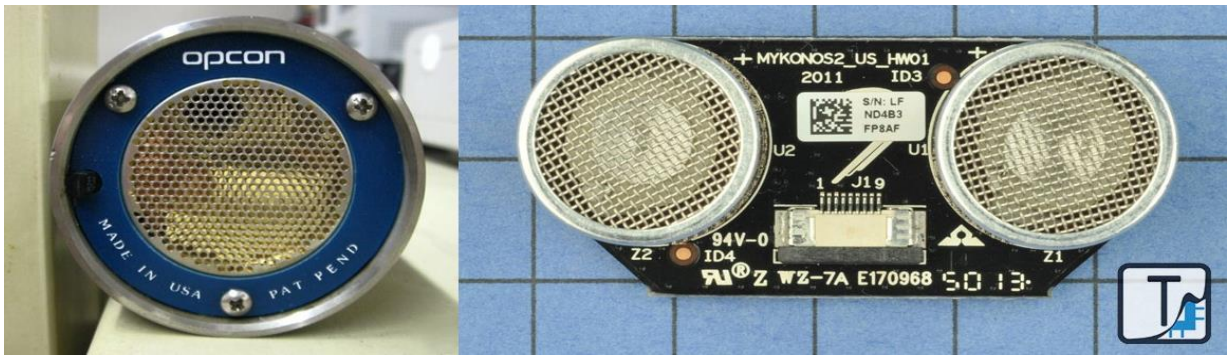
Görme engelliler için ultrasonik yardımcı tasarımında kullanılan bileşenlerden bazıları kritik birer rol üstlenmektedirler. Bunların başında ultrasonik sensör, PIC mikrodenetleyici ve dokunsal uyarıyı sağlayacak olan servo motor gelmektedir. Projede kullanılacak olan bu temel bileşenler teker teker incelenecektir.

4.1.1 Ultrasonik Sensör

Ultrasonik ölçüm sistemleri günlük hayattaki pek çok uygulamada kendilerine yer bulmaktadırlar. Ultrason teknolojisi, otonom robotlarda görme, otomobillerde park sensörü, otomatik kapı kontrolü veya fabrikalarda ürün bandındaki ürünlerin sayma işlemi gibi pek çok güncel uygulamada kullanılabilir [28]. Görme engelliler için tasarlanacak yardımcı için yine ultrasondan yararlanılacaktır. Mesafe tayininde kullanılacak ultrason teknolojisi oldukça sık başvurulan bir ultrasonik uygulamadır.

İki tip ultrasonik sensör mevcuttur:

1. Polaroid sensör tipi : Bu tür ultrasonik sensörlerde ses dalgalarının yayılması ve algılanması tek bir sensör yardımı ile yapılır.
2. Hitechnic sensör tipi : Bu tür sensörlerde ses dalgalarının yayılması verici sensör alınması alıcı sensör tarafından yapılmaktadır.



Şekil 4.3 Polaroid sensör ile hitechnic sensör

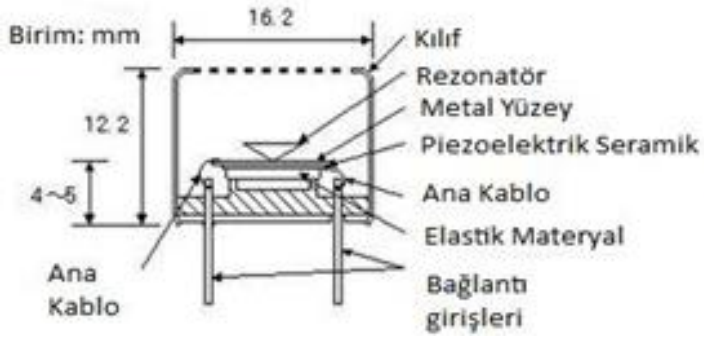
Ultrasonik sensörler yardımıyla mesafe belirlemede, kullanılan sensör tipinden bağımsız olarak temel prensip, sensörün bir ses dalgası yayması ve bu ses dalgasının engele çarpıp geri dönmesine kadar olan süreyi hesaplamak üzerinedir [28].

İnsanoğlunun işitme sınırının 20 ile 20KHz arasında olduğundan bahsetmiştik. 20KHz üzerinde frekansa sahip ses dalgaları ultrason olarak adlandırılmaktadır. Ultrasonik sensörlerin bu tür yüksek frekansa sahip ses dalgalarının üretme nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Yüksek frekanstaki dalgalar düzgün ve doğrusal bir yayılım yaparlar.
- Enerjileri yüksektir.
- Sert yüzeylerden kolayca yansıyabilirler.

Katı ve sıvı cisimler ultrasonik ses dalgalarını çok iyi şekilde yansıtmaktadırlar. Yaklaşık %99'luk bir yansıma olurken, enerjinin %1'lik oranı cisim tarafından emilmektedir.

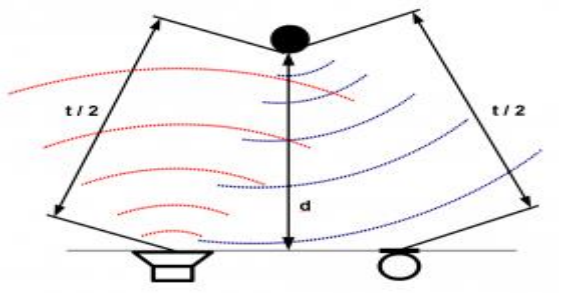
Bununla beraber yüksek frekansta ses üretmek için daha önce de anlatıldığı gibi bazı maddelerin piezoelektrik etkisinden yararlanılır. Piezoelektrik seramiklere uygulanan gerilimin büyüklüğüne ve frekansına göre mekanik bir salınım oluşmaktadır. Bununla birlikte, tam tersi bir işleyiş biçimi olarak piezoelektrik seramikler üzerine mekanik bir titreşim uygulandığında gerilim elde edilir [29].



Şekil 4.4 Bir ultrasonik sensörün iç yapısı [29]

Ultrasonik sensörlerde iki adet transdüser bulunur. Bunlardan biri ultrasonik hoperlör diğeri ise ultrasonik mikrofondur. Ultrasonik hoparlör vazifesi gören transdüser ile gönderilen ses dalgaları cisme çarpar ve geri yansır. Yansıyan bu ses dalgaları ultrasonik mikrofon yardımı ile algılanır. Ses dalgasının gönderilmesi ve alınması arasında geçen süre mesafe tayini için belirleyici rolü üstlenir. Sensörün çalışma adımlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

1. 40KHz frekansında bir ses dalgası üretilir ve ultrasonik hoperlör yardımıyla ortama gönderilmektedir.
2. Gönderilen sinyal cisme çarpar. Bu çarpma neticesinde ses dalgası enerjisinin çoğunluğunu koruyarak yansır. Cisim, sadece çok küçük bir oranda enerji emilimi yapar. Yansıyan bu dalga ultrasonik mikrofon ile algılanır.
3. Gönderilen sinyal ile gelen sinyal arasındaki zaman farkı ölçülür.
4. Ölçülen zaman farkı ikiye bölünür. Bunun nedeni ses sinyalinin cisme ulaşırken ve cisimden yansırken, cisim ile olan mesafeyi iki kere kat etmiş olmasıdır. Bundan sonra elde edilen değer ses hızı (normal şartlar altında 21°C'de yaklaşık 344 m/s) ile çarpılarak cisim ile sensör arasındaki mesafe tespit edilir [28].



Şekil 4.5 Cisme gönderilen ve yansıyan ses dalgası [28]

Bu işlem için kullanılan bağıntı:

$$X = v.\ t/2 \qquad (4.1)$$

şeklinde ifade edilir.

Burada,

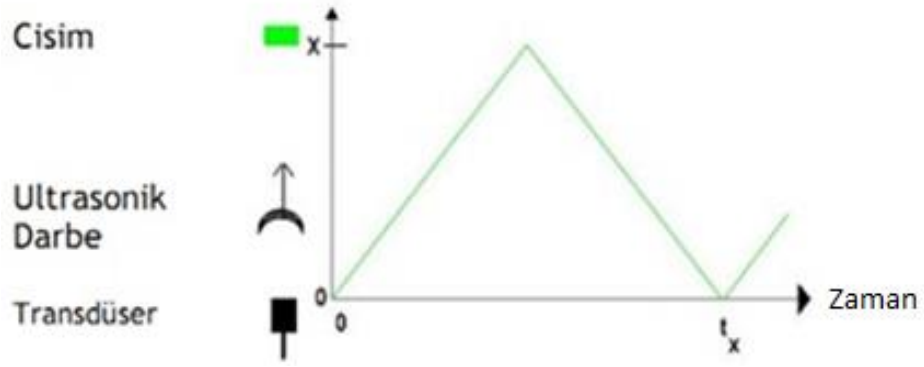
X : Ultrasonik sensör ile cisim arasındaki mesafeyi

v : Normal şartlar altında ses hızı olan 344m/s 'yi

t : Gönderilen sinyal ile gelen sinyal arasındaki zaman farkını

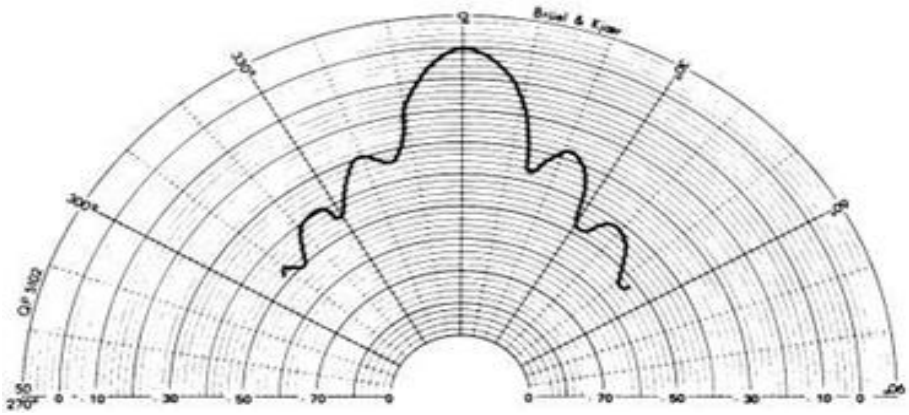
ifade eder.

Yansıma ve algılama durumunu Şekil 4.6 'deki grafik ile daha net bir şekilde izah edebiliriz. Ultrasonik hoperlör t_0 anında bir ultrasonik ses olarak uyarı sinyali yollamaktadır. Daha sonra bu ses dalgası cisimden yansır ve ultrasonik mikrofon diye tanımladığımız alıcı tarafından algılanır. Sensör ile gönderilen sinyalin yansımasını tam olarak absorbe etmeden diğer uyarı sinyali yollanmaz. t_x = X anında uyarı sinyali algılanır. t_x , X mesafesi ile doğru orantılıdır [30].



Şekil 4.6 Ultrasonik sensör için zaman mesafe grafiği [29]

Bununla beraber cisim algılamada sensörün cisim ile yaptığı açı da büyük önem arz etmektedir.

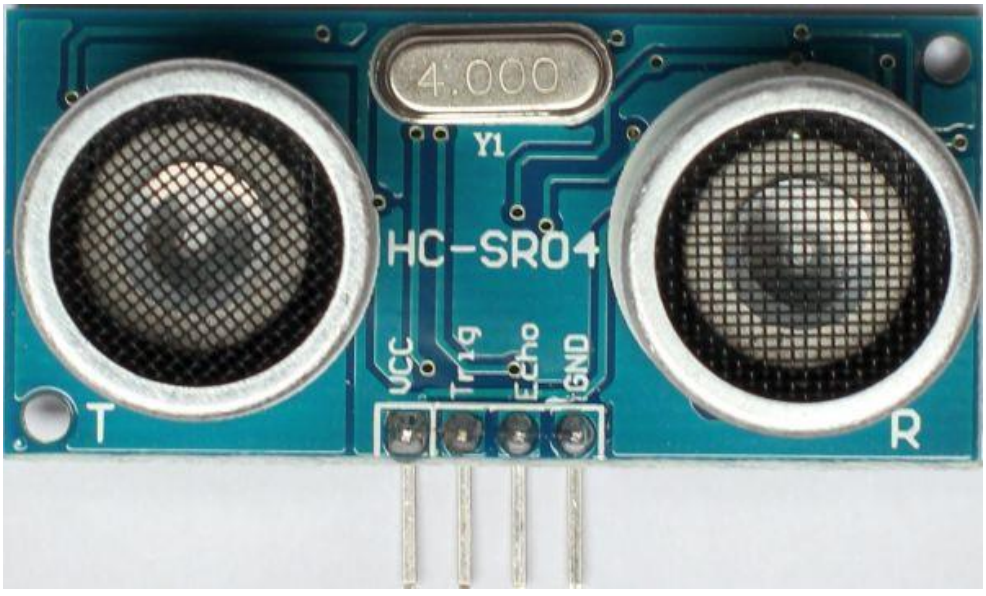


Şekil 4.7 Ultrasonik sensörün tipik ışıma paterni [29]

Şekil 4.7'de de görüldüğü gibi cisim ile sensör arasındaki açı arttıkça yansıma yani sensörün cismi algılama oranı gittikçe düşmektedir. 0 derecede en yüksek yansıma ve algılama değeri elde edilirken 300 ve 60 derecelerde neredeyse hiç bir yansıma olmamaktadır [31].

HC - SR04

Ultrasonik sensörlerin çalışma prensibi hakkında genel bilgiler verildikten sonra projede kullanılan HC - SR04 isimli ultrasonik sensör özgül olarak incelenecektir.



Şekil 4.8 HC - SR04 Ultrasonik sensör

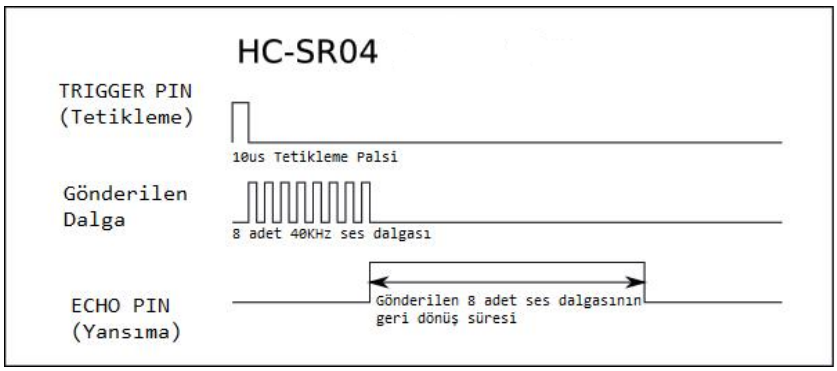
Şekil 4.8'de de gördüğümüz gibi iki ayrı transdüser yardımı ile ses sinyalini yollama ve algılama işlemi gerçekleşmektedir. Bu tasarımı ile HC-SR04, bir hitechnic ultrasonik sensördür. Özellikleri şunlardır [32]:

Çizelge 4.1 HC-SR04'ün özellikleri [32]

Çalışma voltajı	5V
Çalışma akımı	15mA
Çalışma frekansı	40KHz
En fazla algılama	4m
En düşük algılama	2cm
Ölçüm açısı	15 derece
Tetikleme sinyali süresi	10us

Sensörde V_{cc} , Trig, Echo, GND olmak üzere dört adet pin mevcuttur. Bu pinlerden V_{cc} 5V'luk DC beslemedir. GND ise topraklama pinidir. Trig ve Echo pinlerinin görevi ve buna bağlı olarak HC-SR04'ün çalışma prensibi şu şekildedir:

Trig yani tetikleme pininden 10us'lik ve 5V (high level) seviyesinde bir tetikleme sinyali gönderildiğinde sensör üzerindeki ultrasonik hoparlörden 40Khz frekansında 8 adet pals sinyali gönderilir (Şekil 4.9) ve Echo pini H (high level)'a çekilir. Gönderilen bu sinyaller cisme çarpıp, sensördeki mikrofona ulaştığında Echo pini L (low level)'a düşer. Echo pinin H seviyesinde kaldığı süre yardımı ile mesafe tayini yapılmaktadır.



Şekil 4.9 HC-SR04 için zaman çizelgesi [32]

Mesafe tayin sürecini adımlayacak olursak:

1. Trigger pini uyarılır.
2. Echo beklenir.
3. Echo pini H (high level) iken zamanlayıcı başlatılır.
4. Echo pini L (low level) olduğunda zamanlayıcı durdurulur.
5. Zamanlayıcıdan değer alınır.
6. Bu değer, daha önce bahsedilen X = V. t/2 bağıntısında V ses hızı iken, t yerine yazılır.

Proje için önemli bileşenlerden biri olan ultrasonik sensörden sonra bir diğer önemli bileşen olan PIC mikrodenetleyiciler incelenecektir.

4.1.2 Mikrodenetleyiciler

Mikroişlemci ile mikrodenetleyici arasındaki farkı Çizelge 4.2 ile özetleyebiliriz.

Çizelge 4.2 Mikroişlemci ve mikrodenetleyici karşılaştırması [33]

Özelliği	Mikroişlemci	Mikrodenetleyici
Program ve veri belleği	Aynı bellek bloğunda	Farklı bellek bloklarında
Hız	Düşük	Yüksek
Güç tüketimi	Fazla	Az
Mimarisi	Çoğunlukla CISC	Çoğunlukla RISC
Fiyatı	Pahalı	Ucuz
Harici donanım desteği	RAM, ROM, ADC, I/O vb. gerektirir,	Çok aza gerektirir.(Harici EEPROM gibi)
Saat çevrimi	1 komut için 1 den fazla saat sinyali	1 komut için 1 saat sinyali

Mikroişlemciler ile mikrodenetleyicileri karşılaştırdıktan sonra Microchip firmasının üretip PIC adını verdiği ve projede kullanılan mikrodenetleyiciler irdelenecektir.

PIC Mikrodenetleyiciler

Günümüzde pek çok alanda kullanılan mikrodenetleyicilerden olan PIC'ler Microchip firması tarafından üretilmişlerdir. PIC'ler piyasada bulunan ve talep edilen en popüler mikrodenetleyicilerdendir. PIC kelime anlamı olarak Peripheral Interface Controller (Çevresel arabirim denetleyicisi) anlamındadır. İlk olarak 1994 yılında, 16 ve 32 bitlik işlemcilerde giriş ve çıkıştaki yükü azaltmak ve denetlemek için hızlı ve ucuz bir çözüme ihtiyaç duyulduğundan geliştirilmiştir. Bütün PIC mikrodenetleyiciler temelde sahip olması gereken RAM, ROM, ALU, kontrol ünitesi ve I/O ünitesine ek olarak aşağıdaki ek özelliklere de sahiptir [34]:

1. Analog sayısal çevirici
2. Analog karşılaştırıcı devresi
3. Ek zamanlama devreleri
4. PWM devreleri
5. Dış ve iç kesme devreleri
6. USART seri iletişim protokolü
7. I2C ve SPI bağlantıları

Bunun yanında genel özelliklerine değinecek olursak [35]:

- PIC komutları bellekte çok az yer kaplarlar. Bu nedenle 12 veya 14 bitlik bir program bellek sözcüğüne sığarlar.
- PIC'ler oldukça hızlı çalışan mikrodenetleyicilerdir. Örnek olarak 5MHz'lik bir kristal ile 5 milyonluk bir komutu işlemesi yalnızca 1 saniye sürer. RISC mimarisinin kullanılması bu hızı etkileyen en önemli faktörlerdendir.
- PIC tarafından kullanılan komutların hepsi yazmaç yani *register* temellidir. Örneğin erken dönem PIC mikrodenetleyicilerden 16C5X ailesinde komutlar 12 bit, 16CXX ailesinde ise 14 bit uzunluğundadır ve bu komutlar 1 saat çevrimi (cycle) ile işlenebilirler.
- PIC statik bir işlemcidir. Yani saat durduğunda da tüm yazmaç içeriği korunmaktadır.

- PIC ailesi içerisinde her türlü ihtiyacı karşılayabilecek nitelikte model bulunmaktadır. Hız, I/O hatları, zamanlama fonksiyonları, seri iletişim portları, A/D ve bellek kapasite seçenekleri PIC ailesinde modelden modele değişebilmektedir.
- PIC'ler program geliştirme uygulamaları nedeniyle tekrar tekrar silinip programlanabilme özelliğine sahiptir (EPROM, EEPROM).

PIC Mikrodenetleyicilerin İç Yapısı

Mikrodenetleyici üzerindeki en önemli bölge ALU, yani Aritmetic Logic Unit (Aritmetik mantık birimi) olarak adlandırılan kısımdır. ALU bir adet yazmaç içermektedir. Keza PIC, diğer mikroişlemcilerden aritmetik ve mantık işlemleri için sadece bir ana yazmaca sahip olduğundan ayrılır. Yazmaç 8 bit genişliğindedir veriyi transfer etmek üzere kullanılmaktadır. Ayrıca iki kategoriye ayrılabilecek veri yazmaç dosyaları (data register files) CPU üzerinde bulunmaktadır. Bunlardan ilki, kontrol ve I/O işlemlerinde kullanılırken diğeri RAM olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte Harvard mimarisi sayesinde denetleyici üzerinde veri aktarım hızı ve miktarı artırılmıştır [35].

Mikrodenetleyicilerin tercih sebeplerine değinecek olursak aşağıdaki özellikler sayılabilir [35].

1. Maliyetinin oldukça düşük olması
2. Logic işlemlerde yüksek performansa sahip olması
3. Veri ve belleğe hızlı olarak erişilebilmesi
4. PIC'te veri ve bellek arasında tek bir yol bulunması
5. Yüksek frekanslarda çalışabilmeleri
6. Herhangi bir ek bellek yahut veya I/O elemanı gerektirmeden sadece iki kondansatör ve bir direnç ile çalışabilmeleri
7. Stand by konumunda çok düşük akım çekmesi
8. 14 bitlik komut işleme hafızaları
9. RISC mimarisine sahip olması

PIC24FV16K-301

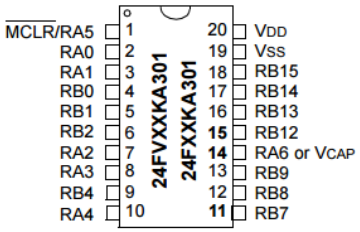
Microchip firmasının üretmiş olduğu PIC mikrodenetleyicilerin özelliklerini verdikten sonra, projeden kullanılan PIC24FV16K-301 kodlu mikrodenetleyici ile ilgili bilgiler verilecektir.

PIC24 ailesine mensup mikrodenetleyici, nanoWatt XLP özelliği sayesinde düşük güç tüketimi sağlar ve bu nedenle pil beslemeli uygulamalar için oldukça uygundur. PIC24FV16K-301 bu özelliği ile, ultrasonik sensör, servo motor, sıcaklık sensörü çalıştırılan proje için oldukça uygun bir mikrodenetleyicidir.

PIC24FV16K-301'in özellikleri Çizelge 4.3'te pin şeması ise Çizelge 4.4'te gösterilmiştir [36].

Çizelge 4.3 PIC24FV16K-301'nın özellikleri [36]

Üretici	Microchip
Ürün Kategorisi	16-bit Mikrodenetleyici-MCU
Veri Yolu Genişliği	16 bit
Maksimum Saat Frekansı	32 MHz
Program Bellek Boyutu	16 KB
Veri RAM Boyutu	2 KB
A/D Bit Boyutu	12 bit
Maksimum Çalışma Sıcaklığı	+85 C
Montaj Şekli	SMD/SMT
A/D Kanal Sayısı	12
Veri RAM Türü	RAM
Arabirim Türü	I2C/SPI/UART
Minimum Çalışma Sıcaklığı	-40 C
I/O Sayısı	17
Zamanlayıcı Sayısı	5
İşlemci Ailesi	PIC24F
Program Bellek Türü	Flash



Pin	Pin Özellikleri	
	PIC24FVXXKA301	**PIC24FXXKA301**
1	MCLR/VPP/RA5	MCLR/VPP/RA5
2	PGEC2/VREF+/CVREF+/AN0/C3INC/SCK2/CN2/RA0	PGEC2/VREF+/CVREF+/AN0/C3INC/SCK2/CN2/RA0
3	PGED2/CVREF-/VREF-/AN1/SDO2/CN3/RA1	PGED2/CVREF-/VREF-/AN1/SDO2/CN3/RA1
4	PGED1/AN2/ULPWU/CTCMP/C1IND/C2INB/C3IND/U2TX/SDI2/ OC2/CN4/RB0	PGED1/AN2/ULPWU/CTCMP/C1IND/C2INB/C3IND/U2TX/SDI2/ OC2/CN4/RB0
5	PGEC1/AN3/C1INC/C2INA/U2RX/OC3/CTED12/CN5/RB1	PGEC1/AN3/C1INC/C2INA/U2RX/OC3/CTED12/CN5/RB1
6	AN4/SDA2/T5CK/T4CK/U1RX/CTED13/CN6/RB2	AN4/SDA2/T5CK/T4CK/U1RX/CTED13/CN6/RB2
7	OSCI/AN13/C1INB/C2IND/CLKI/CN30/RA2	OSCI/AN13/C1INB/C2IND/CLKI/CN30/RA2
8	OSCO/AN14/C1INA/C2INC/CLKO/CN29/RA3	OSCO/AN14/C1INA/C2INC/CLKO/CN29/RA3
9	PGED3/SOSCI/AN15/U2RTS/CN1/RB4	PGED3/SOSCI/AN15/U2RTS/CN1/RB4
10	PGEC3/SOSCO/SCLKI/U2CTS/CN0/RA4	PGEC3/SOSCO/SCLKI/U2CTS/CN0/RA4
11	**U1TX/C2OUT/OC1/IC1/CTED1/INT0/CN23/RB7**	**U1TX/INT0/CN23/RB7**
12	SCL1/U1CTS/C3OUT/CTED10/CN22/RB8	SCL1/U1CTS/C3OUT/CTED10/CN22/RB8
13	SDA1/T1CK/U1RTS/IC2/CTED4/CN21/RB9	SDA1/T1CK/U1RTS/IC2/CTED4/CN21/RB9
14	VCAP	**C2OUT/OC1/IC1/CTED1/INT2/CN8/RA6**
15	**AN12/HLVDIN/SCK1/SS2/IC3/CTED2/INT2/CN14/RB12**	**AN12/HLVDIN/SCK1/SS2/IC3/CTED2/CN14/RB12**
16	AN11/SDO1/OCFB/CTPLS/CN13/RB13	AN11/SDO1/OCFB/CTPLS/CN13/RB13
17	CVREF/AN10/C3INB/RTCC/SDI1/C1OUT/OCFA/CTED5/**INT1**/ CN12/RB14	CVREF/AN10/C3INB/RTCC/SDI1/C1OUT/OCFA/CTED5/**INT1**/ CN12/RB14
18	AN9/C3INA/SCL2/T3CK/T2CK/REFO/SS1/CTED6/CN11/RB15	AN9/C3INA/SCL2/T3CK/T2CK/REFO/SS1/CTED6/CN11/RB15
19	VSS/AVSS	VSS/AVSS
20	VDD/AVDD	VDD/AVDD

Şekil 4.10 PIC24FV16K-301'in pin şeması [36]

4.1.3 Servo Motor

Motor dairesel olarak hareket ederek kuvvet üreten elektrik makineleridir. Motorlar genel olarak AC Motorlar, DC Motorlar, Step ve Servo motorlar olmak üzere dörde ayrılırlar. Bu ayrım çalışma mantıkları nedeniyle yapılmaktadır. Görme engelliler için ultrasonik yardımcı projesinde kullanılan ise bir DC servo motordur.

Servo motorlar yapıları itibariyle AC ve DC motorlara benzemelerine karşı içerlerinde bir adet potansiyometre ile motor milinin konumunu ölçen bir kontrol ünitesi barındırır. Bununla birlikte servo motorlar üç bağlantı ucuna sahiptir. Bunlardan ikisi motoru çalıştırmak için kullanılırken diğer bağlantı ucu, motor şaftının konumunu kontrol ünitesine bildirmektedir [37].



Şekil 4.11 Servo Motor [37]

DC Servo Motor

DC servo motor içerisinde bir adet DC motor bulundurmasından dolayı bu ismi almıştır. Fakat DC motordan farklı olarak kontrol devresi çıkışında bir mil görevi gören potansiyometre ile DC servo motorun mili kontrol edilir [37].

Potansiyometre:

Dönme, lineer bir direnç artışına sebep olmaktadır. Bu özellikten faydalanarak potansiyometrenin o anki direnç değerine göre servonun konumu belirlenmektedir. Tüm bu işlemleri ise servo üzerindeki kontrol ünitesi yapmaktadır.

Kontrol ünitesi:

Potansiyometrenin direnç değerine göre servo motorun o an hangi açıda bulunduğunu tespit etmektedir. Bu görevinin dışında ayrıca, servo motorun sinyal ucundan gelen bilgiye göre gitmesi gerektiği konumu belirler. Eğer servo mili sinyal ucundan gönderilen açıda ise motor çalışmaz. Fakat kontrol devresi motorun istenilen açıda olmadığını tespit ederse doğru açıyı yakalayana kadar motor hareket etmeye başlar. Fakat bu çalışma o kadar hassas işler ki istenilen açı yakalandığı anda çok küçük hata payı ile motoru durdurur. Bu işlemi ise açıya yaklaşıldıkça DC motorun hızını düşürerek yapar. Yani eğer mil büyük bir uzaklık kat edecekse, motor bütün gücüyle çalışacaktır Eğer küçük bir açı için hareket edecekse motor daha yavaş dönecektir. Buna orantısal kontrol denir ve bu kontrol potansiyometre ile sağlanmaktadır.

DC Servo Motorun Çalışma Prensibi

DC servo motorlar -90 ve 90 derece aralığında olmak üzere toplamda 180 derecelik bir hareket kabiliyetine sahiptirler. Motorun bu açılar için dönme miktarı PWM (Pulse Width Modulation) ile belirlenmektedir. PWM ile gönderilen kare dalga 1 konumunda motora güç giderken 0 konumuna geldiğinde motora güç gitmez. Bununla birlikte servonun açısal adım sayıları iki şekilde belirlenir. Kontrol palsi olarak adlandırabileceğimiz bu değerler standarttır [37].

Çizelge 4.4 Servo motorların pals sürelerine göre açıları [37]

1-2 ms Servo Motorların Pals Sürelerine Göre Açıları		**1,25-1,75 ms Servo Motorların Pals Sürelerine Göre Açıları**	
Süre (ms)	**Açı (derece)**	**Süre (ms)**	**Açı (derece)**
1,0	-90	1,25	-90
1,1	-72	1,30	-72
1,2	-54	1,35	-54
1,25	-45	1,40	-36
1,3	-36	1,45	-18
1,4	-18	1,50	0
1,5	0	1,55	18
1,6	18	1,60	36
1,7	36	1,65	54
1,75	45	1,70	72
1,8	54	1,75	90
1,9	72		
2,0	90		

Çizelge 4.5'te de görüldüğü gibi 1 - 2 ms aralığı ile 1.25 - 1.75 aralığı olmak üzere Servoların adım sayısı ve açı kontrolü için iki tane standart bulunmaktadır.

Servo motorun diğer genel karakteristik özellikleri aşağıda sıralanmıştır [38].

Çalışma gerilimi: İstisnaları bulunsa da servo motorlar genellikle 3 ile 6V arasındaki beslemeler ile çalışırlar.

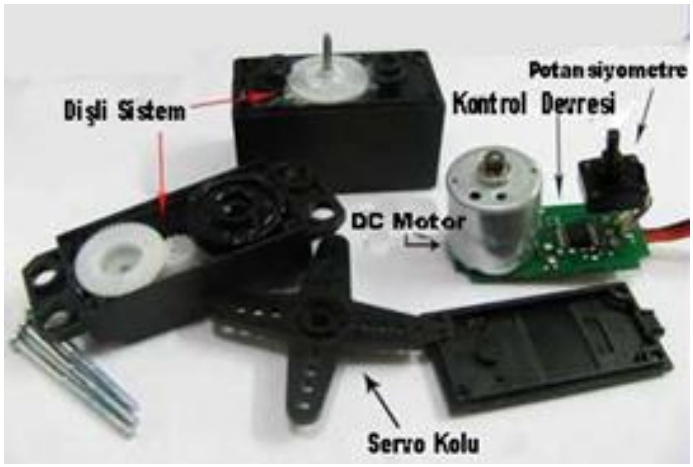
Akım: Akımdan kasıt servonun bir yüke maksimum tork uyguladığında çektiği akımdır. Bu akım yüke göre değişirken genellikle 200 mA ile 2 A arasındadır.

Uygulama hızı: Servonun arzu edilen konuma gelebilmesi için geçen zamandır. 0 dan 60 dereceye gelme zamanı 0.05 s ile 0.2 s arasında değişkenlik gösterebilir.

Tork: kg/cm yahut N/cm olarak verilir. Genellikle 0.5 kg/cm ile 10 km/cm arasındadır.

Kararlılık: Motor milinin, bir komut sinyali algılandığında istenen konuma gelme kesinliğidir. Servo motorlarda kararlılık kesinliği 1 ile 10 derece arasındadır.

Motorun dönme hareketli endüktör salgılarına uygulanan DC akımın oluşturduğu manyetik alan ile aynı DC akımının fırça ve kolektörden geçirilerek endüvi sargısına uygulanması sonucu oluşan endüvideki manyetik alanın etkisi sonucu meydana gelmektedir. Endüktördeki döner manyetik alanın etkisi, endüvideki alan nedeniyle endüvinin dönmesi sağlanır [45].



Şekil 4.12 Servo motorun iç yapısı [39]

DC Servo Motorun Özellikleri

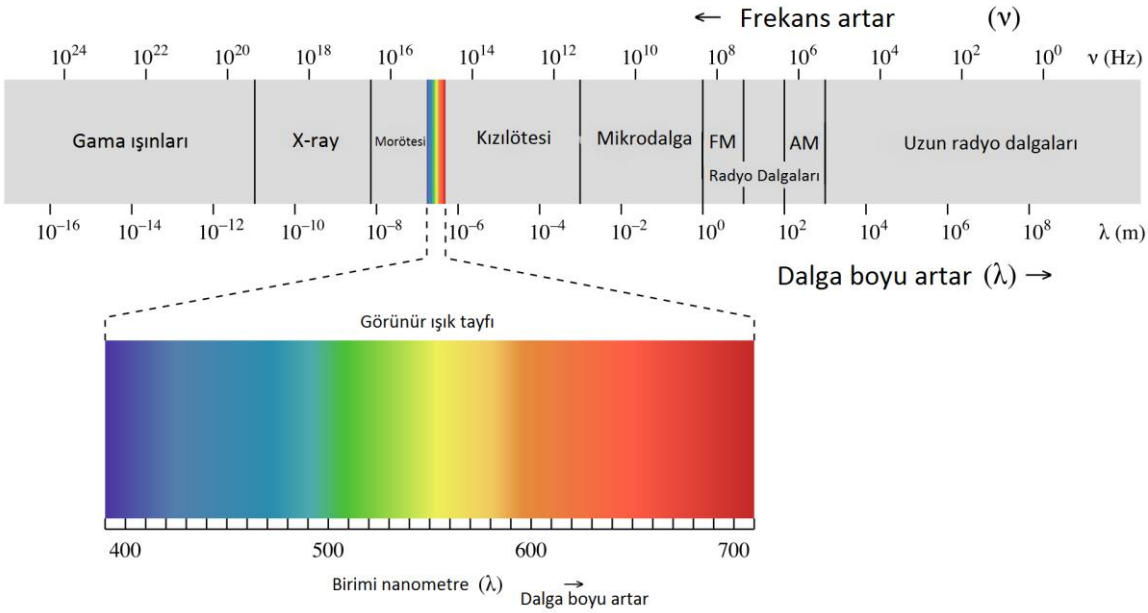
DC servo motorlar, bir mikrodenetleyici yardımıyla rahatlıkla kontrol edilebilirler. PWM ile sağlanan pals ile dönme sağlayan servolar aşağıdaki şu özellikler neticesinde proje için uygun dokunsal elemandır:

- Motor milindeki 40 Nm'ye kadar olan büyük dönme momenti
- Dönme momentinin, iki katına kadar olan kısa aralık aşırı yük yüklenebilme
- Yüksek devir kararlılığı, böylece çeşitli yüklerde hızın sabit kalması
- Çok küçük yol adımları ile hareket edebilme
- Küçük atalet momenti sayesinde, komutların geciktirilmeden yerine getirilmesinin sağlanması [40].

4.1.4 Kızılötesi Termometre

Projede bir diğer önemli unsur ise sıcaklığın ölçümüdür. Bu ölçüm sayesinde tepki veren işitsel yahut dokunsal uyarı ile kullanıcı kendisi için tehlikeli olabilecek yüksek sıcaklıktaki kaynar su dolu bardak, ocaktaki tencere, soba gibi cisimlerden sakınabilir.

Doğada bulunan tüm cisimler sahip oldukları sıcaklığa paralel olarak farklı dalga boylarında değişim gösteren termal radyasyon olarak da bilinen bir kızılötesi ışıma yaparlar. Bu ışıma cismin sıcaklığına göre değişkenlik gösterir. Bu sayede cismin sıcaklığı ölçülebilir. Görünür ışık spektrumunda kırmızının hemen üzerinde yer alan kızılötesi ışınlar (IR) insan gözü tarafından görünmezler[41].



Şekil 4.13 Işık spektrumu

Kızılötesi ışınlar tıpkı görünür ışık gibi davranırlar. Yani soğurulabilir, yansıtılabilir ve kırılabilirler. Bu yüzden kızılötesi termometreler, kızılötesi ışınları, termofil denilen alıcıya ulaştırmak için mercek kullanırlar. Termofil, kızılötesi ışınımı soğurur ve onu ısıya çevirir. Daha sonra ısı, elektrik enerjisine dönüştürülür. Sıcaklık yükseldikçe , daha fazla elektrik enerjisi demek olduğundan ölçüm bu prensibe göre yapılır.

MLX90614 Kızılötesi Termometre

Görme engelliler için ultrasonik yardımcı projesinde Melexis firmasının MLX90614 ailesinden bir kızılötesi termometre kullanılmıştır. Termometrenin genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Küçük boyut, düşük fiyat
- Kolay kullanım
- Geniş sıcaklık ölçüm aralığı (-40 ile 135 °C arasında)

- 0.02°C ölçüm çözünürlüğü
- 5V besleme
- Güç tasarrufu için uyku modu [42].



Şekil 4.14 MLX90614 Kızılötesi termometre

4.2 Tasarım Süreci

Görme engelliler için ultrasonik yardımcı tasarımını gerçekleştirirken kullanılacak olan temel bileşenler önceki bölümde açıklanmıştır. Bu bölümde ise, projenin tasarım süreci adım adım işlenecektir. Öncelikli olarak projeyi tasarlarken göz önünde bulundurulması gereken bazı koşullar mevcuttur. Bu koşulları yerine getirerek projeyi tasarım olarak farklı kılmak ve muadillerinden ayırarak özgün bir ürün ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Kullanım kolaylığı: Çalışmanın hedef kitlesi ve kullanıcı profili göz önünde bulundurulduğunda kullanım kolaylığı öncelikli hedeftir.

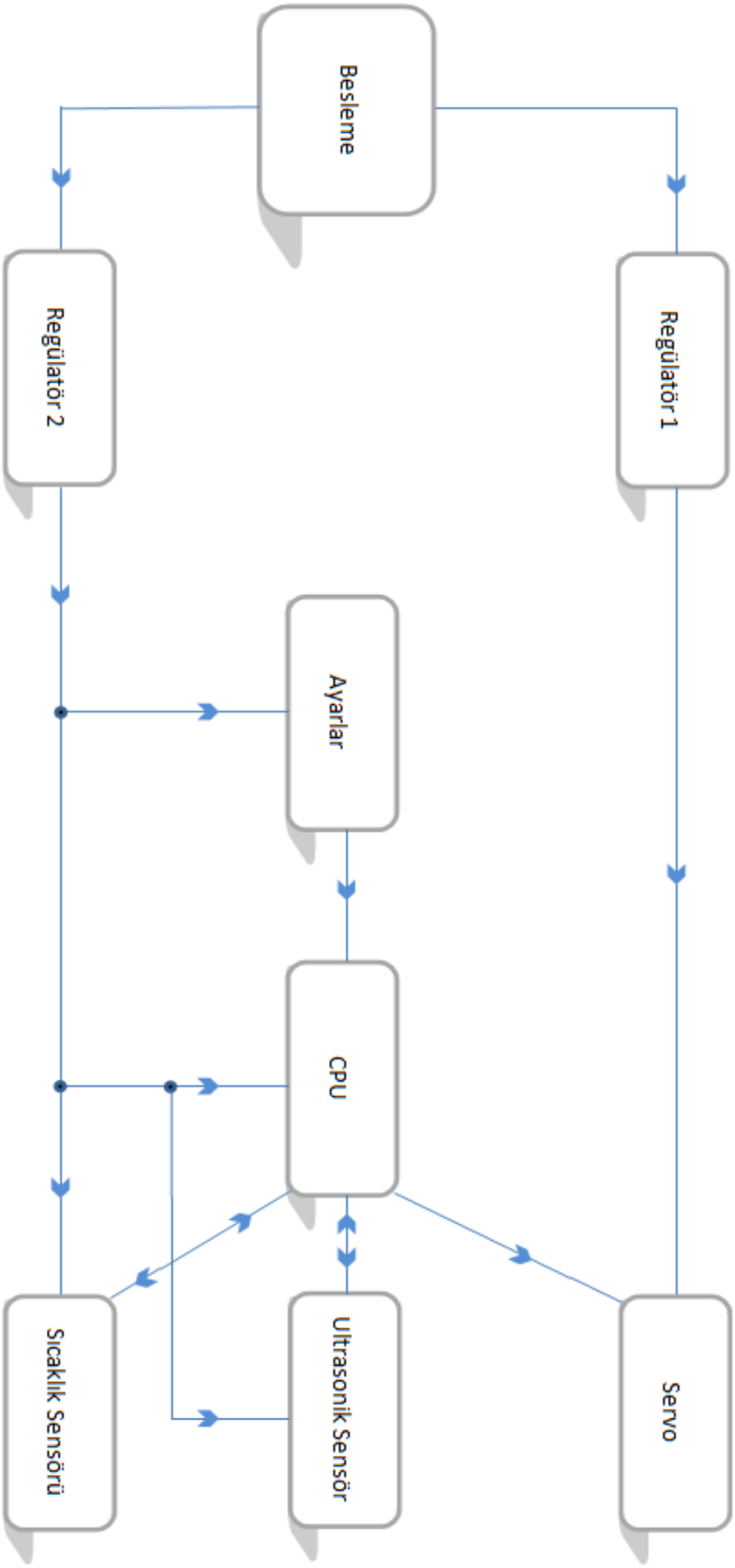
Kullanım yeri: Ürün standart beyaz bastonlardan farklı olarak kullanıcının bir elini aktif halde işgal etmeyecek şekilde tasarlanacaktır. Bunun için el üstü kullanıma uygun bir cihaz planlanmıştır.

Uyarıcılar: Cihaz kullanıcıyı hem işitsel hem de dokunsal olarak uyaracaktır. Bununla birlikte sıcaklık sensörü ile de kullanıcı, diğer birçok yardımcı aracın yapamadığının aksine, uyarılabilecektir.

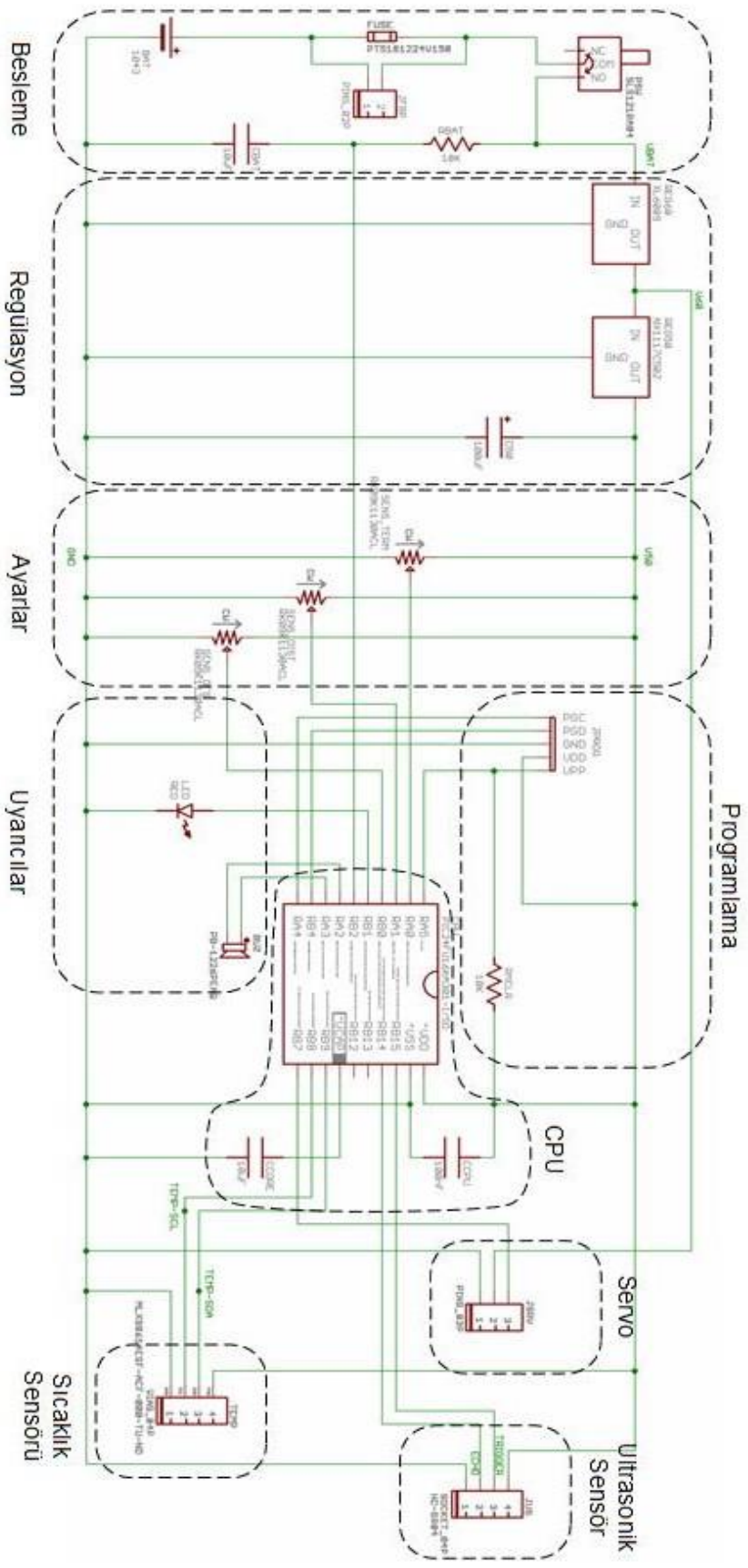
Kompakt yapı: Ürün, birçok bileşeni üzerinde taşımasına rağmen boyutları, el üzeri kullanım için uygun olacak şekilde tasarlanacaktır.

Bütün bu koşulları göz önünde bulundurarak tasarım süreci başlamıştır. Bu süreçler aşağıda sırası ile verilmiştir.

1. Devre Şeması: Bu aşamada, daha önce anlatıldığı gibi uygun bileşenler seçildikten sonra devre kurulumu gerçeklenmiştir. Devre, bu aşamada gerçeklendiğinden daha detaylı anlatılacaktır. Devrenin genel çalışma mantığını görmek adına öncelikli olarak blok diyagramı, daha sonra da devre şeması verilmiştir. Bu anlatımı kolaylaştırmak adına devre şeması 9 bölüme ayrılmıştır. Her bir bileşen ilgili olduğu bölüm başlığı altında incelenecektir.



Şekil 4.15 Devrenin blok diyagramı



Şekil 4.16 Devre şeması

Besleme: 3.7 V'luk L-Ion şarjlı pil, devreye gerekli gücü sağlamakla yükümlüdür. Bu başlık altındaki elemanlar ve görevleri aşağıda sıralanmıştır.

Çizelge 4.5 Devre güç elemanları

İsim	Değer	Açıklama
BAT	1043	18650 için bir pil yuvasıdır.
FUSE	PTS181224V150	Sigorta, ani güç değişimlerinin neden olabileceği arızaları gidermek için kullanılmıştır.
JFBP	2 Pin	Sigorta arızası nedeniyle sistemin kendi kendine kapanma ihtimaline karşı konulmuştur. Mevcut iki pin birleştirilerek sistem korumasız olarak kullanılabilir.
PSW	SLS121RA04	Devreyi açıp kapamaya yarayan anahtardır.
RBAT	10K	Resistör CBAT kapasitörünün yavaş bir şekilde şarj olmasını sağlar.
CBAT	10uF	Kapasitör, pildeki gerilim miktarı ile aynı olacak şekilde şarj olur. Böylece mikrodenetleyici ile okunan CBAT değeri ile kullanıcı, pil bitmek üzereyken uyarılabilir. Ürünün şu anki halinde bu özellik mevcut değildir. Lakin herhangi bir güncellemede istenirse aktif edilebilir.

Regülasyon: Kullanılan 18650 tipi pil sisteme 3.6 V ile 4.2 V arası gerilim sağlar. Servo motorun çalışması için gereken gerilim 6 V iken devrenin geri kalan elemanları için 5 V değerinde stabil bir gerilim gerekmektedir. Devredeki regülatörlerin görevi servo motor için 6 V, diğer elemanlar için 5 V değerinde gerilimin elde edilmesidir.

Çizelge 4.6 Regülasyon elemanları

İsim	Değer	Açıklama
REG60	XL6009	Regülatör, pilin sağladığı 3.6 ile 4.2 V arasındaki gerilimi 6 V'a yükseltir. Anahtarlamalı bir regülatör kullanıldığından bu işlem düşük enerji kaybı ile gerçekleştirilir ve servo için 6 V'luk gerilim elde edilir.
REG50	NX1117C50Z	Bu regülatör, REG60'dan gelen 6 V gerilimden, devrenin diğer elemanlarını beslemek adına 5 V gerilim elde etmeyi amaçlar. Lineer bir regülatör kullanıldığından daha az verimli bir regülasyon yapılmaktadır. Ancak sadece 1 V değerinde bir gerilim düşümü istendiğinden ve devredeki diğer elemanların enerji ihtiyacı daha az olduğundan bu durum önemli bir enerji kaybına neden olmamaktadır. Lineer regülatörlerin en önemli özelliği çıkış gerilimlerinin oldukça stabil olmasıdır. Bu durum özellikle Ultrasonik sensörün verimli çalışabilmesi açısından önemlidir.
C50	100uF	Kapasitör, 5V'luk gerilimin stabil kalmasına yardımcı olur.

Ayarlar: Bu bölüm, kullanıcının sistem üzerinde gerekli ayarları yapabilmesine yardımcı olan potansiyometreleri içermektedir.

Çizelge 4.7 Ayar elemanları

İsim	Değer	Açıklama
SENS_TERM	RK09K1130ACL	Potansiyometre ile kullanıcı, sistemin dokunsal yahut işitsel tepki vermesini istediği sıcaklık değerini belirleyebilir. Potans minimum konumundayken 0^{o}C'de, maksimum konumunda iken ise 100^{o}C'de tepki vermek üzere sistemi ayarlar. Potansiyometrelerin çıkış gerilimleri, pozisyonlarına göre 0 ile 5 V aralığındadır. Bu şekilde mikrodenetleyici çıkış gerilimini okuyarak potansın konumunu belirler.
SENS_DIST	RK09K1130ACL	Bu potansiyometre ile kullanıcı servo motorun ele temas şiddetini belirler. Potans minimumdayken servo hareket etmez, maksimumda ise en geniş hareket aralığında çalışır. Potans pozisyonu ortalanırsa servo, maksimum hareket aralığının yarısında çalışır. Mikrodenetleyici ile olan ilişkisi SENS_TERM potansındaki gibidir.
SENS_OFS	RK09K1130ACL	Bu potansiyometre sayesinde servo motorun uç kısmı ile el arasındaki mesafe belirlenir. Farklı kullanıcılarda el boyutunun değişebileceği öngörülmüş bu yüzden bu tür bir ayar seçeneği sunulmuştur. Mikrodenetleyici ile olan ilişkisi SENS_TERM potansındaki gibidir.

Programlama: Bu bölümde PIC mikrodenetleyiciyi programlamada kullanılacak elemanlar mevcuttur.

Çizelge 4.8 Programlama elemanları

İsim	Değer	Açıklama
JPROG	5 Pin	Mikrodenetleyiciyi, PCB üzerinde programlayabilmeye olanak sağlayan birimdir.
RMCLR	10K	Bazı üretim hataları, RA5 pininin giriş/çıkış (I/O) amaçlı kullanımlarında, programlamayı imkansız hale getirebilir. RA5 pininin diğer kullanım amacı olarak "reset" ve "memory clear" işlemleri için tavsiye edilen, bir "pull-up direç" kullanmaktır.

CPU: Devrenin çalışmasını sağlayan merkezi birimdir. Bu birim vasıtasıyla devredeki tüm süreç kontrol edilir.

Çizelge 4.9 CPU elemanları

İsim	Değer	Açıklama
CPU	PIC24FV16KA301-I/SO	Kullanılan mikrodeneyleyici için ayrıntılar Çizelge 4.3'te açıklanmıştır.
CCPU	100nF	Mikrodenetleyici içinde çok hızlı bir şekilde oluşan anahtarlanmaların (switching) gerçekleşebilmesi için gerekli olan enerjiyi depolayan elemandır.
CCORE	10uF	PIC mikrodenetleyici 3.3 V gerilimde çalışmak için tasarlanmıştır. Bu gerilimi 5 V besleme geriliminden elde edebilmek adına V_{cap} pinine 10uF'lik bir kapasitör bağlanır. Bu sayede mikrodenetleyici içerisinde bulunan lineer regülatör ile 3.3 V'luk gerilim elde edilmiş olur.

Uyarıcılar: Devrenin çalışmasını gösteren uyarıcı elemanlardır.

Çizelge 4.10 Uyarıcı elemanlar

İsim	Değer	Açıklama
LED	Kırmızı	Led, sistem herhangi bir engele yaklaştığında yahut yüksek sıcaklık algıladığında yanıp sönerek tepki verir.
BUZ	PB-1226PEAQ	İkaz sesi, Led'le benzer bir şekilde çalışır. Ancak ikaz sesi, yüksek sıcaklıkta bir nesne ile karşılaşıldığında farklı bir tonda alarm vererek kullanıcıyı uyarmaktadır.

Servo: Servo motoru devreye bağlamamıza ve kontrol etmemize olanak sağlayan konektörü içermektedir.

Çizelge 4.11 Servo elemanı

İsim	Değer	Açıklama
JSRV	3 Pin	Standart servo motorlar, 4.8 V ile 6 V aralığında çalışırlar. Bu gerilim iki pin ile sağlanırken (pozitif uç ve toprak), mikrodenetleyici üçüncü bacaktan diğer sinyali yollar. Bu sinyal ile servonun konumu belirlenir (Çizelge 4.5).

Ultrasonik Sensör: Mesafe tayinini yapmak için kullanılan temel elemandır.

Çizelge 4.12 Ultrasonik sensör elemanı

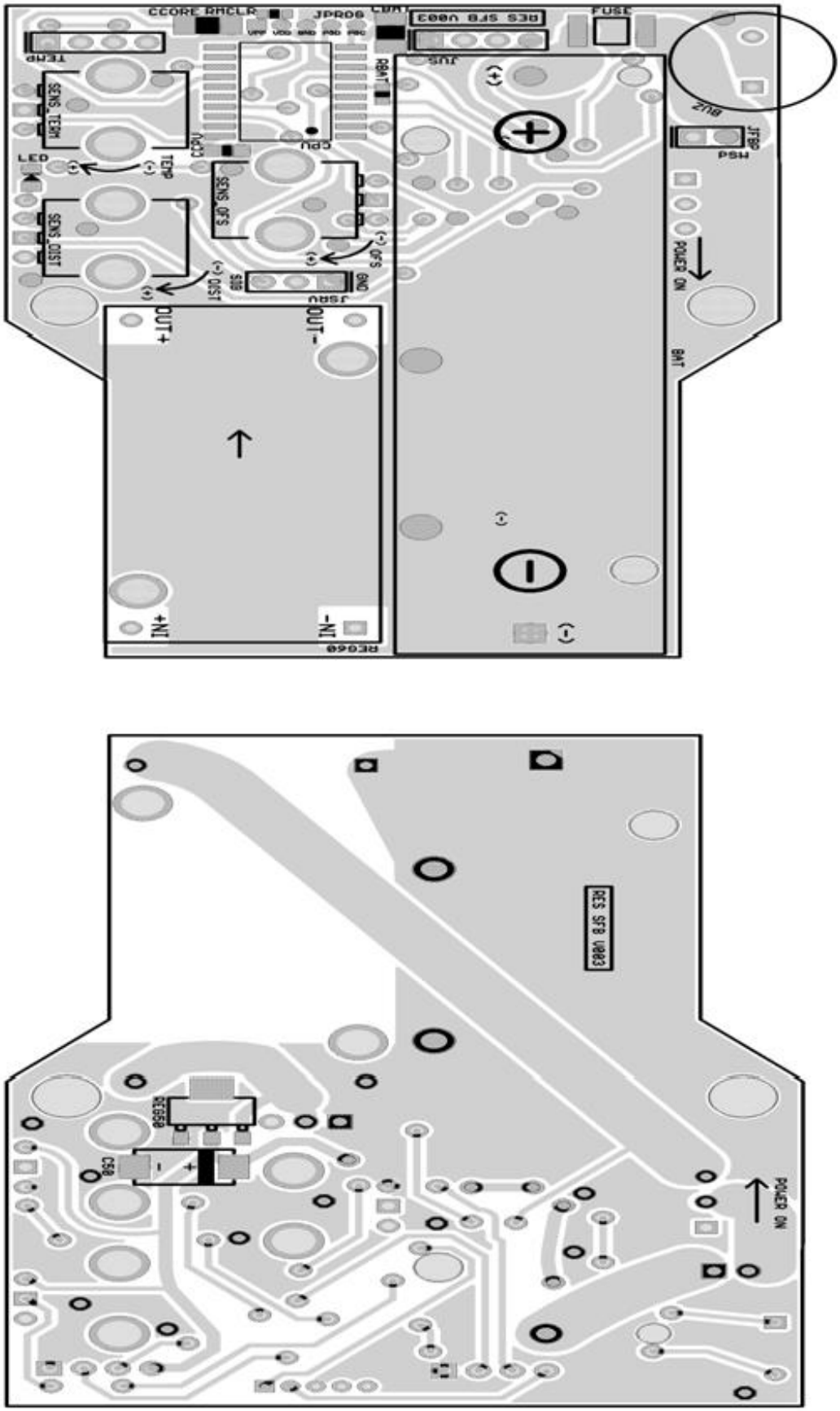
İsim	Değer	Açıklama
JUS	4 Pin HC-SR04	Trig. yani tetikleme pininden 10us'lik ve 5V (high level) seviyesinde bir tetikleme sinyali gönderildiğinde sensör üzerindeki ultrasonik hoparlörden 40Khz frekansında 8 adet pals sinyali gönderilir ve Echo pini H (high level)'a çekilir. Gönderilen bu sinyaller cisme çarpıp, sensördeki mikrofona ulaştığında Echo pini L (low level)'a düşer. Echo pinin H seviyesinde kaldığı süre yardımı ile mesafe tayini yapılmaktadır.

Sıcaklık Sensörü: Kullanıcıyı yüksek sıcaklıktaki cisimlere karşı uyarmakla görevlidir.

Çizelge 4.13 Sıcaklık sensör elemanı

İsim	Değer	Açıklama
TEMP	MLX90614ESF-ACF-000-TU-ND	MLX90614 temassız sıcaklık ölçümü için kullanılan bir kızılötesi termometredir. Kızılötesi ışımaya duyarlı termofil detektör ile sinyal iyileştirici elemanlar (signal conditioning) entegre halde bulunurlar. Mikrodenetleyici ile olan iletişimi, TEMP_SDA (veri) ve TEMP_SCL (saat çevrimi) hatları kullanılarak, SMBus protokolü ile yapılmıştır.

2. PCB Tasarımı: Bu aşamada devre şemasında çizilen ve sanal olarak var olan devre fiziksel olarak inşa edilmiştir. PCB tasarım dikkat edilecek husus ürünün el kullanım koşuluna uyacak şekilde tasarlanması gerektiğidir. CADsoft Eagle programı ile PCB tasarım gerçekleşmiştir.

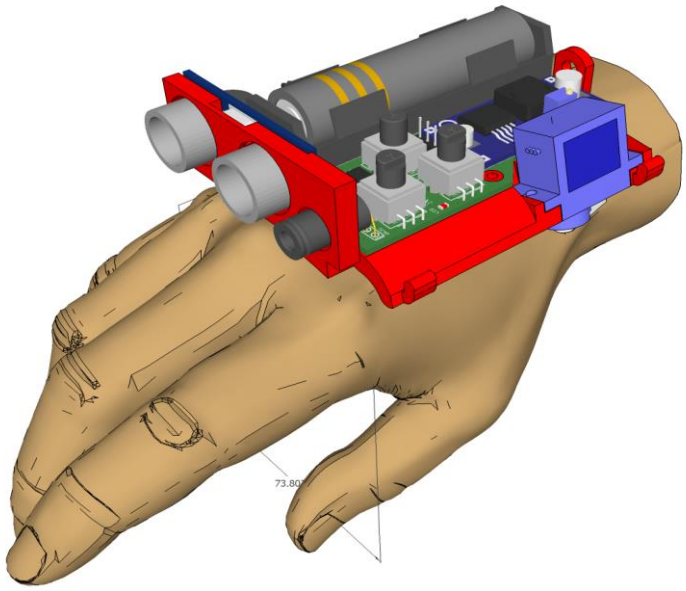


Şekil 4.17 Üst ve alttan görünümü ile PCB



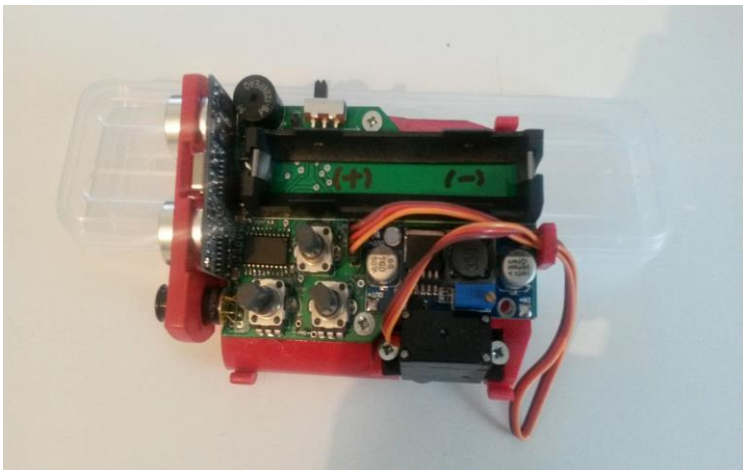
Şekil 4.18 Bileşenlerin montajının yapıldığı PCB

3. Plastik Destek Tasarımı: Görme engelliler için utrasonik yardımcı tasarımında bir diğer önemli aşama ise plastik destek tasarımıdır. PCB'yi ve servo motoru taşıyacak olan bu kısım, elin ergonomisi göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Modellemede Google SketchUp kullanılmıştır.



Şekil 4.19 Tamamlanmış plastik destek tasarımı

4. Ürünün tamamlanması ve yazılım: Bu aşamada ürün, PIC programlama işleminin MPLAB IDE kullanılarak tamamlanması ve elektronik bileşenleri barındıran PCB ile plastik desteğe montajından sonra ürün son halini almış ve test sürecine hazır hale gelmiştir.



Şekil 4.20 Görme engelliler için ultrasonik yardımcı

Maliyet Tablosu: Ürünün içerdiği bileşenlerin maliyeti ile PCB'nin fiyatı ürünün toplam maliyeti hakkında bir bilgi edinmek açısından önemlidir. Bununla birlikte aşağıdaki tablodaki fiyatların perakende satış fiyatları olduğunu belirtmek gerekir. Toptan alımlarda fiyatlar daha düşük olacaktır. Maliyet tablosu hazırlanırken Mauser Electronics ve Digikey Electronics gibi büyük dağıtıcıların fiyatları baz alınmıştır. Avro biriminden hesaplanan fiyatlar neticesinde bir adet Görme Engelliler İçin Ultrasonik Yardımcı için gerekli bileşen ve PCB fiyat toplamı 83.101 €'dur.

Çizelge 4.14 Maliyet tablosu

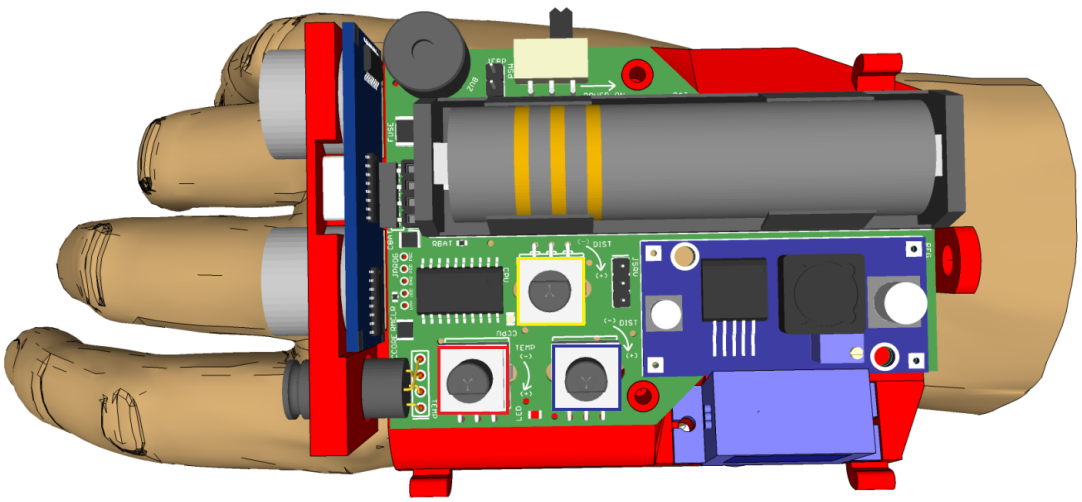
Ürün Adı	Ürün Değeri/İşlevi	Ürün Adeti	Toplam Ürün Fiyatı (€)
BAT	Pil Soketi	1	2.540
CCPU	100nF	1	0.091
CBAT,CCORE	10uF	2	0.182
C50	100uF	1	0.742
JFBP	Konektör	1	0.217
JSRV	Konektör	1	0.214
JUS	Konektör	1	0.694
THERMAL_SENS	Sıcaklık Sensörü	1	25.980
US	Ultrasonik Sensör	1	2.190
FUSE	Sigorta	1	0.181
LED	Uyarıcı	1	0.097
CPU	İşlemci	1	3.10
BUZ	Uyarıcı	1	0.865
SENS_DIST, SENS_OFS, SENS_TERM	Ayar Potansları	3	1.62
REG50	Regülatör	1	0.360
REG60	Regülatör	1	1.622
RBAT, RMCLR	10K	2	0.216
PSW	Anahtar	1	1.720
Servo	Uyarıcı	1	3.79
PCB	-	10	36.68
Toplam			**83.101**

BÖLÜM 5

TEST SÜRECİ

Görme engelliler için ultrasonik yardımcı tasarımını tamamlayıp bileşenlerle beraber kurulumunu yaptıktan sonra ürün, test için hazırdır.

Öncelikli olarak ürün üzerindeki potansiyometreler ile ayarlanan operasyon modlarını belirtmek gerekir. Potansiyometrelerin maksimum ve minimum konumları yardımıyla modlar belirlenmektedir.



Şekil 5.1 Cihaz üzerinde renklendirilmiş potansiyometreler

Şekil 5.1'de renklendirilmiş olarak gösterilen potansiyometreler sırasıyla,

Kırmızı: Sıcaklık eşik değerinin ayarlandığı potansiyometre

Sarı: Servonun ele temas mesafesinin belirlendiği potansiyometre

Mor: Servo motorun temas şiddetinin belirlendiği potansiyometre olarak belirlenmiştir.

Potansiyometrelerin maksimum ve minimum konumları binary olarak sırasıyla 1 ve 0 olarak ifade edilmiştir. Sarı, kırmızı ve mor potansiyometrelerin konumları, ifade ettikleri modlar ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.1 Modlar ve özellikleri

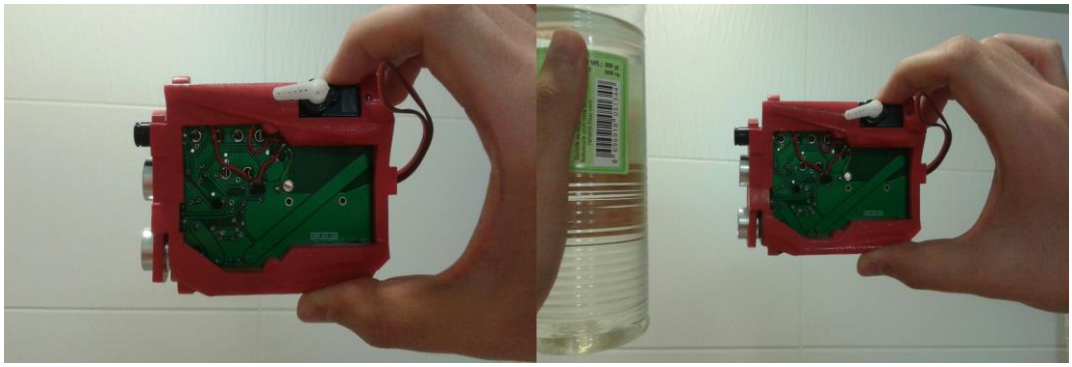
Kırmızı	Sarı	Mor	Modun adı	Özelliği
0	0	0	Dokunsal	Servo açık, LED ve ikaz sesi kapalı
0	0	1	İşitsel	Servo kapalı, LED ve ikaz sesi açık
0	1	0	Demo (mesafe)	Servo kapalı, LED ve ikaz sesi açık, sadece mesafe ölçümü yapar. Sıcaklık sensörü kapalıdır.
1	0	0	Demo Potans (sıcaklık)	Servo kapalı, LED ve ikaz sesi sıcaklık (kırmızı) potansına göre tepki verir.
1	0	1	Demo Potans (servo)	LED ve ikaz sesi servonun ele temas mesafesini belirleyen potansa (sarı) göre tepkir.
1	1	0	Demo potans (şiddet)	Servo kapalı, LED ve ikaz sesi servonun ele temas şiddetini belirleyen (mor) potansa göre tepki verir.
1	1	1	Demo servo	LED ve ikaz sesi servoya göre tepki verir.

Çizelge 5.1'de gösterilen modlardan işlevsel olanları ilk üç mod olan, dokunsal, işitsel ve demo (mesafe) modlarıdır. Bunların dışındaki modlar sadece test amaçlı kullanıma

uygundurlar. Bununla beraber işitsel mod ile demo (mesafe) modu arasındaki tek fark demo (mesafe) modunda sıcaklık sensörünün kullanılmıyor oluşudur. Bu durumda ilk iki modu ayrıntılı olarak incelemek yerinde olacaktır.

Dokunsal mod: Bu modda servo motor aktif değildir. Ayrıca bu mod için herhangi bir mesafe ayarı da öngörülmemiştir. Ürün, her an sesli uyarı vermekte ve kullanıcıyı çevresi hakkında bu şekilde bilgilendirmektedir. Lakin ürün ve cisim arasındaki mesafe 2 m olduğunda uyarı sinyalinin frekansı artmaya başlamakta ve cisme yaklaştıkça bu artış devam etmektedir. Bunun yanında, sıcaklık sensörünün hangi sıcaklık ve üzerine tepki vereceği, sıcaklık eşik değerini belirleyen potansiyometre yardımıyla ayarlanabilir. Kullanıcı, kendisi için zararlı olabilecek sıcaklıkta bir cisme yaklaştığında, uyarı sinyalinden farklı bir tonda alarm vererek kullanıcıyı uyarır.

İşitsel mod: Bu modda sadece servo motor çalışmaktadır. Fakat kullanıcının konforu için, servonun ele temas mesafesi ile motorun ele temas şiddeti potansiyometreler yardımı ile ayarlanabilir. Servo motorun şaftı için hareket aralığının ayarlanabiliyor oluşunun nedeni, kullanıcının elinin ergonomisi için en uygun ve rahat servo hareketini belirlemek adınadır. Bunun yanında, sıcaklık eşik değerini belirleyen potansiyometre yardımı ile motorun hangi sıcaklık değeri ve üstünde alarm tepkisi verip kullanıcıyı uyaracağı rahatlıkla belirlenebilir. Kullanıcı, kendisi için zararlı olabilecek sıcaklıkta bir cisme yaklaştığında, servo motorun ileri - geri sert hareketleri ile dokunsal olarak uyarılır.



Şekil 5.2 Cihaz boşta iken ve cisme yaklaştığında servonun hareketi

5.1 Performans Değerlendirmesi

Görme engelliler için ultrasonik yardımcının performans testi ev ve ev dışı ortamda yapılmıştır. Bunlar neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Ev içi kullanımda kullanıcı, her iki modda da oldukça başarılı bir şekilde hareket edebilmiş, koridorda duvarlara ve yoldaki diğer engellere çarpmadan ilerleyebilmiş, kapı boşluklarını fark edebilmiştir.
- Kullanıcı ürün sayesinde çok kalabalık olmayan masa üstü gibi yüzeylerde oldukça ufak nesneleri bile tespit edebilmiştir.
- Ürün, yerde bulunan sehpa, içi dolu kutu, çanta, su dolu kova gibi orta büyüklükteki nesneleri başarılı bir şekilde tespit etmiştir.
- Tuvalet, banyo gibi küçük odalarda kullanıcı rahat hareket edebilmiş, çevreye ve kendisine zarar verebilecek durumlardan sakınmayı başarmıştır.
- Ürün, kaynayan tencere, kaynar su yahut sıcak içecek dolu bardak, açık unutulmuş ocak gibi temas halinde kullanıcıya büyük zararlar verebilecek cisimlere karşı çok başarılı sonuçlar vermiştir.
- Ürün, bina içi kullanımlarda başarılı sonuçlar vermiştir. Merdiven başlangıç ve bitişlerinin tespitinde kullanılması ile elde edilen olumlu sonuçlar, sendeleme ve düşme gibi olumsuz sonuçların meydana gelmesini engellemektedir.
- İnsan yoğunluğunun az olduğu site içi, park gibi alanlarda da başarılı bir kullanım sağlanmış, sokak lambası, bank, yol kenarındaki ağaçlar ve saksılarla temas edilmeden hareket edilebilmiştir.
- Gürültülü ortamlarda, ikaz sesini duymak güçleştiğinden normal modda kullanım olanaksız hale gelmiştir.
- Toplu taşıma araçları, kalabalık cadde ve sokaklar gibi insan yoğunluğunun fazla olduğu ortamlarda ürün kullanışlı değildir.
- Zemin üzerindeki oyuncak, uzaktan kumanda gibi ufak eşyalara karşı kullanıcıyı uyarmak hususunda verimli değildir. Bunun nedeni, işitsel veya dokunsal uyarıdaki değişimin kullanıcı tarafından fark edilemeyecek kadar ufak olmasındandır.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen projede görme engellilerin kullanımına uygun bir yardımcı tasarlanması amaçlanmaktadır. Bu tasarım ile, tüm dünyada görme engelliler için sunulan çözüm yöntemlerinden en gelenekseli olan beyaz bastona bir alternatif sunulması öncelikli amaçtır. Bu amaçla el üstü kullanıma uygun, görme engelliler için ultrasonik yardımcı dediğimiz ürün ortaya çıkmıştır.

Tasarımda temel hedef, bir elleri beyaz bastonu tutmak zorunda olan görme engellilere iki ellerini kullanmalarını sağlayacak özgürlüğü vermektir. Tasarım bu felsefe ile başlamış olup, kullanıcı kitlesinin durumu göz önünde bulundurularak kullanımı kolay, kompakt yapıda bir ürün ortaya konmuştur.

Tasarımda kullanıcı ile cisim arasındaki mesafe tayini için, ultrasonik sensörlerden yararlanılmıştır. Ayrıca ultrasonik sensörlerin düşük maliyeti ile çevre ve kullanıcı için tümüyle zararsız oluşu bu tür bir çözümü daha da cazip hale getirmiştir. Bunun yanında ultrasonun fiziksel özellikleri, örneğin katı cisimlerden neredeyse %100 oranında yansıması ultrasonik sensörü tercih sebebi haline getiren bir diğer unsurdur.

Ürün için ön görülen bir diğer husus ise kullanım için iki adet modu olmasıdır. Modlardan birinde kullanıcı işitsel olarak uyarılırken, diğer modda bir adet servo motor yardımıyla dokunsal olarak uyarılmaktadır. Dokunsal olarak uyarımda temel düşünce hem görme hem de işitme engeli olan kişiler için ürünü kullanılabilir hale getirmektir. Her iki modda da kullanıcıya ilk tepki, engele 2 m'lik mesafe kaldığında verilmektedir. Bununla birlikte her iki modda da kullanıcı, kendisi için tehlikeli olabilecek sıcaklık değerlerine sahip cisimlere yaklaştığında ayrıca uyarılmaktadır. Ürünün ileride

gerçeklenebilecek diğer versiyonlarında dokunsal mod için bir adet vibrasyon motoru kullanılabilir. Servo motorun enerji ihtiyacı fazla olduğundan bir adet vibrasyon motoru kullanıldığında daha verimli bir ürün elde edilebilir. Bununla birlikte yine gelecekteki versiyonlar için güç ünitesini çıkarmadan şarj edebileceğimiz bir seçenek de kullanıcıya sunulabilir. Ayrıca modlar arası geçiş için potansların maksimum ve minimum konumları yerine anahtarlar da kullanılabilir.

Tasarım sürecinde kullanıcının el ergonomisi düşünülerek bir ürün ortaya konmaya çalışılmıştır.

Tüm bu sürecin sonunda elde edilen ürün test edilmiş, ürünün ev içi ortamda oldukça başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Kullanıcı bir başka kişiye yahut alete ihtiyaç duymadan ev ortamında hareket edebilmiş bir yerden başka bir yere yoldaki duvar, kolon, kapı gibi engellere takılmadan varabilmiştir. Bunun yanında kullanıcı kendisi için zararlı olabilecek yüksek sıcaklıktaki nesnelere karşı çok başarılı bir şekilde uyarılmıştır. Aynı şekilde insan yoğunluğunun az olduğu siteler, parklar gibi yaşam alanlarında yine tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir.

Bunun yanında insan yoğunluğunun fazla olduğu cadde, sokak toplu taşıma araçları gibi ortamlarda ürün verimli çalışamamıştır. Fakat ürünün kullanım kolaylığına ek olarak testlerde gösterdiği performansa bakarak, beyaz baston için bir alternatif oluşturabileceği kanısındayım.

KAYNAKLAR

[1] Kay L., (1964). "Ultrasonic Mobility Aids fort he Blind", Proceeding of the Rotterdam Mobility Research Conference, 3-7 August 1964, Rotterdam.

[2] Russel L., (1964). "Travel Path Sounder"., Proceeding of the Rotterdam Mobility Research Conference, 3-7 August 1964, Rotterdam.

[3] Ban I. ve Mitsuta Y., (1987). Blind Person Guide Device, Patent no. US 4712003A.

[4] UltraCane, UltraCane - An Award Winning Mobility Aid, http://www.ultracane.com/about_the_ultracane, 13 Şubat 2015.

[5] Ercoli I., Marchionni P., Scalise L., (2013). "A Wearable MultipointUltrasonic Travel Aids for Visaullay Impaired, J.Phys.: Conf. Ser.459 012063.

[6] Abu Faraj Z.O., Ibrahim P., Jabbour E., Ghaoui A., (2012). "Design and Development of a Prototype Rehabilitative Shoes and Spectacles for the Blind", BMEI2012, 16-18 October 2012, Chongqing.

[7] Başmak, H., "Gözün anatomisi ve fizyolojisi", Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir

[8] London Eye Center, How the eye works, http://www.lasereye.com/learning-centre/how-the-eye-works, 15 Şubat 2015.

[9] Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, http://www.lasereye.com/learning-centre/how-the-eye-works, 15 Şubat 2015.

[10] Şen, Ş., Gözün Yapısı ve Görme Olayı, http://www.kimyaegitimi.org/sites/default/files/kontekst_uygulamalari/fen_ve_tekonoloji_egitimi/gozun_yapisi_ve_gorme_olayi.pdf, 17 Şubat 2015.

[11] World Health Organization, Ochocerciasis, http://www.who.int/blindness/partnerships/onchocerciasis_disease_information/en/, 19 Şubat 2015.

[12] World Health Organization, Childhood Blindness, http://www.who.int/blindness/causes/priority/en/index3.html, 19 Şubat 2015.

[13] Turan, A., Recep,Ö.A., Abdik, O., Karaatlı, S.M., Nasıripi, H., (2002). "Türkiye'de çocukluk cağı körlükleri: Görme engelliler okullarındaki tarama sonuçları", T.Oft. Gaz, 32: 397-400.

[14] NHS Choices, Diyabetik Retionopati, http://www.nhs.uk/translationturkish/Documents/Diabetic_retinopathy_Turkish_FINAL.pdf, 20 Şubat 2015.

[15] Kayseri Göz Hastanesi, Glokom, http://www.kayserigoz.com/icerikler/68/128/glaucoma_eye_pressure_nedir.html, 20 Şubat 2015.

[16] Florence Nightingale Hastaneleri, Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu, http://www.florence.com.tr/makula-dejenerayonu-sari-nokta-hastaligi.html, 21 Şubat 2015.

[17] Reskinoff, S., Pascolini, D., Etya'ale, D., Kocur, I., Pararajasegaram, R., Pokharel, G.P., Mariotti, S.P., (2004). "Global data on visual impairment in the year 2002" Bulletin of World Health Organization, 82:844-851.

[18] Engelliler Platformu, Görme Engelliler Tarafından Kullanılan Cihazlar, http://engelliler.gen.tr/f43/gorme-engelliler-tarafindankullanilancihazlar4037, 24 Şubat 2015.

[19] American Foundation for Blind (AFB) Magazine, A Review of the Mobile Phone Organizer, http://www.afb.org/afbpress/pub.asp?DocID=aw050305, 25 Şubat 2015.

[20] Assistance Dog International, Guide Dog, http://www.assistancedogsinternational.org/about-us/types-of-assistance-dogs/guide-dog, 25 Şubat 2015.

[21] İşci, C., Karabulut, D., "Ultrason ve Uygulamaları" http://www.3eelectrotech.com.tr/arsiv/yazi/129-ultrason-ve-uygulamalari, 26 Şubat 2015.

[22] Büyüktanır, A., (2010). Ultrases, Gazi Üniversitesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

[23] Carovac A., Smajlovic F., Januzovic D., (2011). "Application of Ultrasound in Medicine", Acta Inform Med., 19(3):168-171.

[24] Kavutçu A.D., (2006). Ultrason Dalgaların Fare Böbrek Dokusuna Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[25] Aydın E.A., (2009). Ultrasonik Yöntem ile Dişeti Kalınlığının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara.

[26] İşci C., "Ultrasonik ve Diğer Sivrisinek Kovucular", Journal of Yaşar University, 1(4):293-301.

[27] UltraCane, Products, http://www.ultracane.com/ultracanecat, 1 Mart 2015.

[28] Atlas Yayıncılık ve Elektronik, Ultrasonik Mesafe Ölçme Devresi, www.altaskitap.com/Ultrasonik-Mesafe-Olcme-Devresi-FULL,PR-114.html, 2 Mart 2015.

[29] İmalatta Otomasyon, Ultrasonik Sensör, imalattaotomasyon2014.blogspot.com.tr/2014/02/ultrasonik-sensor.html, 2 Mart 2015.

[30] MCU Turkey, Hc-Sr04 Ultrasonik Sensör ile Cisim Algılama ve Mesafe Ölçümü, http://www.mcu-turkey.com/hc-sr04-ultrasonic-sensor-ile-cisim-algilama-ve-mesafe-olcumu, 3 Mart 2015.

[31] Geberation Robots, Ultrasound, www.generationrobots.com/en/content/65-ultrasonic-sonar-sensors-for-robots, 5 Mart 2015.

[32] PIC Proje Elektronik Sitesi, HC-SR04 Sensörü ile Mesafe Ölçümü Uygulaması, www.picproje.org/index.php?topic=50986.0, 7 Mart 2015.

[33] Bilgiç H., (2010). Asansörler İçin PIC18F452 Tabanlı Akıllı Bir Denetim Sistemin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KATÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[34] Omar F.R., (2010). PIC16F877 Mikrodenetleyicisi ile Bir PLC Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

[35] Tanrıverdi İ.Z., (2003). PIC Mikrodenetleyicileri ve PIC ile Frekansmetre Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

[36] Mauser Electronics, Microchip Technology PIC24FV16K301-I/SO, http://tr.mouser.com/ProductDetail/Microchip-Technology/PIC24FV16KA301-I-SO/?qs=gdymDg%2FOn%252bHobhttNa9FVw%3D%3D, 15 Mart 2015.

[37] Teknokolikler, Servo Motor Kontrolü, http://www.teknokoliker.com/2012/07/servo-motorlar-ve-kullanm.html, 17 Mart 2015.

[38] Robotik Sistem, Servo Motorlar, http://www.robotiksistem.com/servo_motor_ozellikleri.html, 23 Mart 2015.

[39] Milli Eğitim Bakanlığı MEGEP, (2007). Step ve Servo Motorlar, Ankara.

[40] Akar M., (2005). Bulanık Mantık Yöntemleriyle Bir Servo Motorun Kontrolu ve Geleneksel Yöntemlerle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.

[41] Grainger, Infrared Thermometers, http://www.grainger.com/content/qt-370-infrared-thermometers, 27 Mart 2015.

[42] Future Electronics, MLX90614, http://www.futureelectronics.com/en/Technologies/Product.aspx?ProductID=MLX90614ESFDCIMELEXIS3003055, 29 Mart 2015.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İbrahim Emre Günay

Doğum Tarihi ve Yeri : 13.12.1987 İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : emregunay513@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Elektrik Elektronik Mühendisliği	Bahçeşehir Üniversitesi	2011
Lise	Fen Bilimleri	Şişli Anadolu Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2009	Mabaş Proje Taahhüt Tic. Ltd. Şti.	Stajyer
2010	İstanbul Üniversitesi Biyomedikal ve Klinik Müh. Birimi	Stajyer
2013	Mikromed Tıbbi Malzeme Tic. Ltd. Şti.	Mühendis