

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YAPAY ZEKA VE AKILLI SİSTEMLER ANA BİLİM DALI

GÖRME ENGELLİLERE YÖNELİK AKILLI SENSÖRLERLE DÜŞÜK
MALİYETLİ AKILLI BASTON TASARIMI

YÜKSEK LİSANS

Tülay GÖNÜL

OCAK-2025
GÜMÜŞHANE



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

YAPAY ZEKA VE AKILLI SİSTEMLER ANA BİLİM DALI

**GÖRME ENGELLİLERE YÖNELİK AKILLI SENSÖRLERLE DÜŞÜK
MALİYETLİ AKILLI BASTON TASARIMI**

**LOW-COST SMART CANE DESIGN WITH SMART SENSORS FOR THE
VISUALLY IMPAIRED**

YÜKSEK LİSANS

Tülay GÖNÜL

**OCAK-2025
GÜMÜŞHANE**



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

YAPAY ZEKA VE AKILLI SİSTEMLER ANA BİLİM DALI

**GÖRME ENGELLİLERE YÖNELİK AKILLI SENSÖRLERLE DÜŞÜK
MALİYETLİ AKILLI BASTON TASARIMI**

**LOW-COST SMART CANE DESIGN WITH SMART SENSORS FOR THE
VISUALLY IMPAIRED**

YÜKSEK LİSANS

Tülay GÖNÜL

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Samet TONYALI

OCAK-2025

GÜMÜŞHANE

KABUL VE ONAY

X X X X

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Görme Engellilere Yönelik Akıllı Sensörlerle Düşük Maliyetli Akıllı Baston Tasarımı**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kısıtlara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

22/01/2025

Tülay GÖNÜL

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, iki yıl boyunca değerli bilgilerini bizlerle paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Samet TONYALI'ya, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen Emre KONCA'ya ve çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşim İbrahim GÖNÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tülay GÖNÜL
GÜMÜŞHANE – 2025

ÖZET

Dünyada yaklaşık 285 milyon insanın görme engelli olduğu varsayılmaktadır. Bunun 39 milyonu “kör”, 246 milyonu da “az gören” olarak kayıtlara geçmiştir. Görme bozukluğunun pek çok sebebi olabilir. Genetik yatkın olma ve akraba ile evlilik, ülkemizdeki göz kusurlarının temel nedenidir. Bunun yanında kaza, yaralanma ve beyin hasarı gibi sebeplerle ileri görme bozuklukları olabilir.

Günümüzde, teknolojiyi hayatımızın her noktasında aktif olarak kullanmaktayız. Görme engellilerin engelsiz bireyler gibi, yaşamını daha rahat sürdürebilmeleri için çeşitli donanımlar ve yazılımlar üretilmektedir. Bu çalışmayla tasarlanan akıllı baston sayesinde engelli bireylerin hayat standartlarını daha yukarıya taşımak amaçlanmıştır. Tasarlanan akıllı bastonumuza elektronik cihazlar entegre edilerek, görme engelli bastonu akıllı hale getirilecektir. Akıllı bastonumuzun hem donanımsal hem de yazılımsal olarak tasarlanması, bu çalışmanın amacını teşkil etmektedir. Donanımsal olarak üç farklı donanım kullanıldı. Bunlar; GPS modülü, Arduino Leonardo geliştirme kartı ve GSM modülüdür. Yazılım aşamasında Arduino IDE kod platformu kullanılmıştır. Herhangi bir tehlike durumunda veri iletişim algoritması uygulanarak Kapadokya GSM modülden cep telefonuna uyarı mesajı gönderilecektir. Uyarı sinyali alındıktan sonra cep telefonu yazılımındaki rutinler devreye girecektir. Sistemin başarıyla çalıştığı ve görme engelli bireyin konumunu doğru tespit ettiği görülmüştür.

Literatürde görme engellilere yönelik tasarlanmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda farklı sistemler için geliştirilmiş devre ve yazılım tasarımlarının benzer olduğu görülmüştür. Çalışmamızda kullandığımız Kapadokya GSM Shield sayesinde birçok işlevi bir arada yaparak maliyetin düşük olması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arduino Leonardo, Kapadokya GSM Shield, Akıllı sensörler, Görme engellilik

SUMMARY

It is assumed that approximately 285 million people in the world are visually impaired. Of these, 39 million were recorded as "blind" and 246 million as "low vision". There may be many reasons for visual impairment. Genetic predisposition and marriage to relatives are the main causes of eye defects in our country. In addition, severe visual impairment may occur due to reasons such as accidents, injuries and brain damage.

Nowadays, we actively use technology in every aspect of our lives. Various hardware and software are produced so that visually impaired people can live their lives more comfortably, like non-disabled individuals. Thanks to the smart cane designed with this study, it is aimed to raise the living standards of disabled individuals. By integrating electronic devices into our designed smart cane, the visually impaired cane will be made smart. The purpose of this study is to design our smart cane both in hardware and software. Three different hardwares were used. These; It is GPS module, Arduino Leonardo development board and GSM module. Arduino IDE code platform was used in the software phase. In case of any danger, a warning message will be sent to the mobile phone from the Cappadocia GSM module by applying the data communication algorithm. After the warning signal is received, the routines in the mobile phone software will be activated. It has been observed that the system works successfully and detects the location of the visually impaired individual accurately.

There are many studies in the literature designed for visually impaired people. In these studies, it was seen that the circuit and software designs developed for different systems were similar. Thanks to the Cappadocia GSM Shield we used in our study, it is aimed to keep the cost low by combining many functions.

Keywords: Arduino Leonardo, Kapadokya GSM Shield, Smart Sensors, Visual Impairment

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLOLAR DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIII
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Katkımız.....	2
1.2.Kullanılan Malzemeler.....	2
2.YAZIN TARAMASI.....	4
2.1.Görme Engelli Bireylere Yönelik Teknofeste Yapılan Çalışmalar	4
2.1.1. Hayatı Hisset	4
2.1.2. K-ROD	5
2.1.3. Karanlığa Renk Olmaya Geldim	6
2.1.4. Mangala Projesinin Görme Engellilerde Kullanımı.....	7
2.1.5. Ses Kontrollü Hesap Makinası Android Uygulaması	7
2.1.6. Görme Engelli Bireyler İçin Etkileşimli Sınav Asistanı Geliştirilmesi	8
2.2.Ticari Elektronik Bastonlar.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Akıllı Baston Prototipinde Kullanılan Bileşenler	12
3.1.1 HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü Ve Çalışma Prensibi	12
3.1.2.GY-NEO6MV2 GPS Modülü	14
3.1.3.Kapadokya GSM Shield.....	15
3.1.4.Arduino Leonardo	16
3.1.5. MPU6050 Sensörü.....	17
3.2.Yazılım.....	22
3.2.1.Arduino IDE ve Mikrodenetleyici Programlama.....	22

3.2.2. Arduino Kodlarımızın Akıllı Cihaza Y¼klenmesi	23
3.3. Konum Tespiti.....	24
4.BULGULAR.....	27
5.SONUÇ.....	31
KAYNAKÇA.....	34
EKLER.....	38
Ek 1.Kodlar.....	38



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Akıllı Baston Prototipi Malzeme Listesi	3
Tablo 2. SmartCane 2, WeWalk ve Tasarladığımız Bastonumuzun Karşılaştırması	11
Tablo 3. HC-SR04 Ultrasonik Sensör Mesafe İle Değişen Hata Değerleri.....	13
Tablo 4. Önerilen Sistem İle Diğer Mevcut Sistemler Arasındaki Karşılaştırmalar.....	29
Tablo 5. Tasarlanan Bastondaki Sensörlerin Maliyet Analizi.....	31



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Teknofest Yarışması Hayatı Hisset adlı çalışmanın fotoğrafı, 2023.....	5
Şekil 2. Teknofest Yarışması K-ROD Görme Engelli Baston çalışmanın fotoğrafı.....	5
Şekil 3. Teknofest Yarışması Karanlığa renk olmaya geldim adlı proje resmi, 2023.....	6
Şekil 4. Teknofest Yarışması Karanlığa renk olmaya geldim adlı proje resmi, 2023.....	6
Şekil 5. Teknofest Yarışması Mangala adlı çalışma resmi, 2023.....	7
Şekil 6. Teknofest Engelsiz Yaşam Teknolojileri Ses Kontrollü Hesap Makinası adlı çalışma resmi, 2023	8
Şekil 7. Teknofest Engelsiz Yaşam Teknolojileri, 2024.....	8
Şekil 8. Su sensörü içeren elektronik baston çalışma prensibi.....	9
Şekil 9. Su ve GPS sensörü içeren elektronik baston çalışma prensibi.....	10
Şekil 10. GPS GY-NEO6MV2 modül görseli.....	14
Şekil 11. Kapadokya GSM Shield	15
Şekil 12. Arduino Leonardo R3	16
Şekil 13. GPS Sisteminin Arduino Leonardo Bağlantısı	17
Şekil 14. R Vektörü ve Bileşenleri.....	18
Şekil 15. Kalman Filtresi Uygulamadan Önce Sitemden Ölçülen Değerler.....	20
Şekil 16. Akıllı Bastonumuz Kullanım Halindeyken İvmelenme Değerleri	20
Şekil 17. Akıllı Bastonumuz Düştüğünde İvmelenme Değerleri.....	21
Şekil 18. Kart Tipi Tanımlaması.....	23
Şekil 19. USB Bağlantı Yolu Tanımlaması	23
Şekil 20. Kodların kontrol edilmesi ve yüklenmesi	24
Şekil 21. SMS ile konum linkinin gelmesi.....	26
Şekil 22. Akıllı baston prototipinde kullanılan donanımlar.....	28
Şekil 23. Tez kapsamında geliştirilen akıllı baston prototipi.....	30

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Kodlar.....	38
-------------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

b.y. : Basım yeri yok

Bk./bk : Bakınız

dk : Dakika

ECHO : Gönderilen Ses Dalgalarını Alan kısım

Erişim : Erişim Tarihi

GPS : Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)

GYRO: Jiroskop

hz : Frekans

KBB : Kulak Burun Boğaz Hastalıkları

MHz : Megahertz

Mil : Metrik sistemde 1.6 km mesafeye denk gelen İngiliz ölçü birimi (birim/uzaklık)

OLED : Organik ışık yayan diyet

PWM : Darbe Süresi Modülasyonu

USB : Universal Serial Bus (Evrensel Seri Veriyolu)

V : Volt

1. GİRİŞ

Akıllı bastonumuzun amacı; görme engelli bireylerin karşılaştıkları tehlikelerde yakınlarına bildirimde bulunabilmek, olası herhangi bir tehlike anında konum bilgisine ulaşmasını sağlamaktır. Kullanılan malzemelerin uygun maliyetli olması sağlanarak bastonun üretilmesi ve görme engelli herkes tarafından satın alınabilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca projede tasarlanacak akıllı baston prototipinde bulunan gömülü sistemler sayesinde görme engellinin konum bilgilerine ulaşacaktır. Akıllı baston sayesinde görme engellimiz karşılaşılan engellerde sesli uyarı alıp yönünü değiştirecek ve ayrıca yakınları istediğinde SMS ile konum bildirimi alacaktır.

Bu tez çalışması kapsamında geliştirilecek olan akıllı sensörlü bastonun amacı görme engelli bireyler bir engelle karşılaştığında sesli uyarı vererek kullanıcıyı uyarması ve olası bir tehlike anında yakınlarına konum bildiriminde bulunmaktır. Yapılan çalışma ile engelli bireylerin hem olabildiğince bağımsız hareket edebilmesi sağlanacak hem de acil müdahale gerektiren durumlarda ilgililer ivedi bir şekilde bilgilendirilmiş olacaktır.

Engelli bireyler, donanım eksikliği, önyargılar, çevresel koşullar gibi pek çok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıca bir insana bağlı olarak yaşamak, engelli bireylerin yaşam doyumu düzeylerini olumsuz olarak etkilemektedir. Görme engelli bireylerin hayata kolay uyum sağlayabilmesi ve bu psikolojik yükten kurtulması için yenilikçi teknolojiler ve kullanılabilir teknolojik araçlar devreye girmektedir (İyigün ve Toptop, 2018). Özellikle pek çok tehlikeli ortamda görme engellinin konumunun bilinmemesi görme engeli ve yakınları için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bireylerin herhangi bir tehlike anında yakınlarına ulaşması büyük bir elzamdır. Teknolojinin gelişmesiyle bu sorunlara daha yakından bakılabilmekte ancak tasarlanan aletlerin maliyetinin yüksek oluşu da görme engelli yakınları için ikinci bir sorun teşkil etmektedir.

Tasarlanan ve üretilen ürünlerin az maliyetli ve yüksek performans özelliği olacak şekilde tasarlanması seri üretilmesi ve satın alınabilmesi açısından bir zorunluluktur. Amaç üretilen ürünün satışından yüksek kar elde etmek olmamalıdır. Hayatımızın her anında aklımızdan çıkarmamız gereken bir konudur; Hepimiz görme engelli adayız. Bunun içinde gelecekte bizlerin ya da yakınlarımızın karşılaşılabileceği bu büyük soruna toplumsal bir sorun olarak bakmalıyız.

Görme engellilerin evde ya da dışarda bağımsız hareket edebilmeleri için tasarlanmış hissedilebilir yüzeyler bulunmaktadır. Bu hissedilebilir yüzeyler tehlikeyi

bildirme amaçlı kullanılmaktadır. Bu engelleri aşmada maliyeti düşük olduğu için geleneksel fiziksel bastonlarda tercih edilmektedir. Birey bulunduğu yolda engel olup olmadığını bu geleneksel bastonlarla tahmin edebilmektedir. Ancak bu bastonlar herhangi bir teknolojik donanıma sahip olmadıkları için tehlikeyi görüp hissedecek donanıma sahip değildir.

Akıllı bastonlar tehlikeyi önceden görüp üzerindeki sensörler sayesinde kullanıcıya ve yakınlarına tehlike öncesinde dikkat et uyarısı, tehlike sonrasında da tehlike olduğunun bilgisini SMS ile iletip konum bilgisini de yakınlarıyla paylaşmaktadır. Görme engelli bireyin yönünü tayin edememesi çok farklı konumlara gitmesi ve kaybolması gibi durumlar yaşanabilmektedir. Yakınlarının her an konumunu takip edebilmesi görme engelli birey için güvenli hareket kabiliyeti sağlamaktadır. Kimseden bağımsız hareket edebilme engelli bireyleri ve yakınlarını psikolojik olarak da olumlu etkilemektedir.

1.1. Katkımız

Görme engelli bireyler için birçok teknolojik alet yapılmıştır. Bunlardan bazılarını listelersek; Türkçe konuşan cep telefonları, Türkçe konuşan renk tanıma cihazları, kabartmalı matbaa makineleri, sesli ajandalar, sesli kan şekeri ölçme cihazları, lazer bastonları vb.

Yapılan projeler ve çalışmalar incelendiğinde örneğin Unbranded markasına ait akıllı ayarlanabilir baston; ışık, pil özelliği, iki yönlü diyalog ve GPS özelliklerine sahiptir. Ancak güncel satış fiyatı 28.490,00 TL olup oldukça yüksek bir fiyattır (fruugo, t.y).

Lazer baston maliyetinin yüksek olduğu bu yüzden kullanıcılara pek ulaşamadığı görülmüştür. Bu tez kapsamında tasarlanacak akıllı bastonun diğer lazer bastonlardan farkı acil bir durumda (örneğin, düşme) bastonu kullanan kişinin konumunun ailesine mesajla bildiriliyor olmasıdır. Akıllı bastonda USB arayüzü ile şarj edilebilme özelliği de bulunacaktır. Kullanılan malzemeler Tablo 1’de listelenmiştir.

1.2. Kullanılan Malzemeler

Akıllı bastonda kullanılan buzzer sayesinde görme engelli tehlikeyi anlayıp yönünü değiştirebilir. Görme engelli birey sesli uyarıyı alıp yönünü değiştirir. Engelli birey yürürken karşısında engel olduğunu bilip yönünü değiştirerek engellerden kaçınabilir ve kendini daha güvende hisseder.

Tablo 1. Akıllı Baston Prototipi Malzeme Listesi

Bileşen Tanımı	Fonksiyon
Arduino Leonardo kartı ve USB bağlantı aparatları	Mikrodenetleyici haberleşmesi
Ultrasonik sensör	Ses dalgalarını mesafeye dönüştürme
Batarya	Devreye güç sağlama
Buzzer	Sesli uyarıyı sağlama
GPS Shield	Konum bulmak
Kapadokya GSM Shield	SMS göndermek
Plastik gövde	Prototip iskeleti

Tez kapsamında geliştireceğimiz akıllı baston prototipinde kullandığımız Arduino Leonardo'yu programlayabilmek için bilgisayarda Arduino IDE programının kurulu olması gerekir. Baston için gerekli malzemeler temin edilir (bk. Tablo 1). Leonardo karta devre şeması kurulur ve sensörler gerekli yerlere takılır. Sensörlerin özellikleri ve kullanım amaçları Donanım bölümünde bahsedilmiştir. Arduino kart USB bağlantısıyla bilgisayara takılır ve gerekli kodlar karta yüklenir. Akıllı bastonun çalışıp çalışmadığı kontrol edilir gerekli düzenlemeler yapılır.

2. YAZIN TARAMASI

Görme duyumuz beş duyu organımızdan biridir. Öğrenmenin %85-90'ını görme aracılığıyla elde ettiğimizi düşündüğümüzde görme duyumuzun çok önemli olduğu anlaşılmaktadır (Enç, 2005). Görme engelliler için baston çok önemli bir görme aracıdır. Bastonsuz engellinin attığı her adım tehlikedir. Görme engelli birey etrafındaki nesnelerin yerini tanıyarak kafasında bir harita oluşturur. Bu yüzden engelli yakınları görme engelli bireylerin yaşadıkları ortamı ve onların ihtiyaçlarını düşünerek tasarlar. Görme engelli bireyde bu ortamların dışına çıkmayarak kendini tehlikelerden uzak tutmaya çalışır. Yakınları da onları kısa mesafeli alanlarda sınırlandırmak suretiyle sorunları aşmaya çalışır. Bu durum onların eğitim ve sosyal ilişkilerini de etkilemektedir.

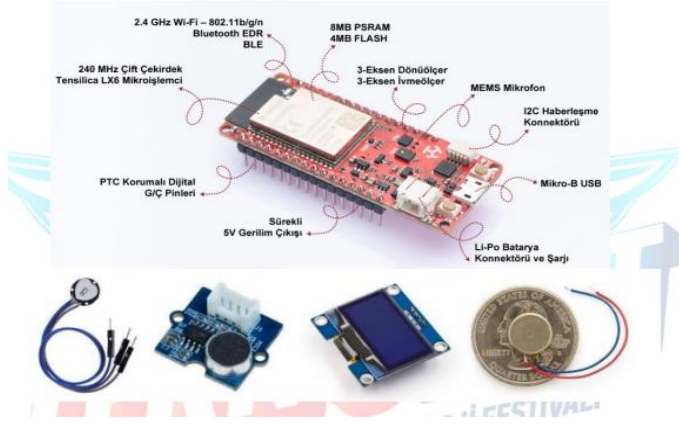
Baston, görme engellinin en önemli aracı, gözleri ve rehberidir. Görme engellilerin bastonsuz hareket etmesi hatta bir adım dahi atması onun için tehlike demektir. Görme problemi yaşayan kişilerin büyük bir bölümü kendi sorunlarını kapalı mekanlarda kalarak veya kendileri tarafından bilinen kısa mesafeli alanlarda sınırlandırmak suretiyle çözmeye çalışmaktadır. Günümüzün uygulaması olan elektronik seyahat desteği ile uzun mesafeli gezi alanlarında iş, eğitim ve sosyal etkinliklere ilişkin amaçlarını rahatlıkla izleyebilirler. Genel yazın incelendiğinde günümüzde tasarlanan teknolojik çalışmalarla engelli bireyler faaliyetlerini daha özgür olarak sürdürebilmektedir.

2.1. Görme Engelli Bireylere Yönelik Yapılan Çalışmalar

2.1.1. Hayatı Hisset

İnsan beyni henüz keşfedilmemiş esrarengiz bir yapıdadır. Beyin bilgisayar arayüzü sistemleri özellikle felçli insanların hayatlarını kolaylaştırabilecek çok önemli teknolojik bir gelişmedir (Zisk vd., 2022). Beyin bilgisayar arayüzleri geleceğin teknolojileridir. Bu çalışmada geceleri uyurken cihazını çıkaran engelli bireylerin uyku halinde olası tehlikelere reaksiyon gösterememesini ortadan kaldırmak amaçlanmıştır.

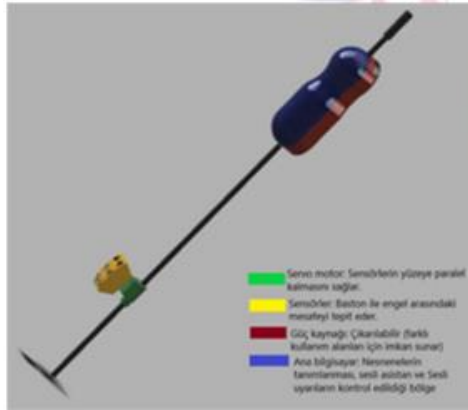
Problem durumu: KBB uzmanları kulakta iltihap ve mantar oluşumunu önlenmesi için uyurken cihazlarının çıkarılması gerektiğini savunmaktadır. Cihazını çıkararak uyuyan engelli bireyler tehlikelere karşı savunmasız kalmaktadırlar.



Şekil 1. Teknofest yarışması Hayatı Hisset adlı çalışmanın fotoğrafı, 2023

Kullanılan Malzemeler: Deneyap programlama kartı, nabız ölçümü için Gravity sensörü, titreşim için şaftsız titreşim motoru, OLED ekran, Grove ses sensörü.

2.1.2. K-ROD



Şekil 2. Teknofest yarışması K-ROD Görme Engelli Baston çalışmasının fotoğrafı, 2023

Görme engelli bireyler için tasarlanan çalışmalardan biri de K-ROD bastondur. Engelliler birçok fiziksel ve ekonomik engellerle karşı karşıya kalabilmektedir. Engellilerin gereksinimleri açısından bakıldığında karşılaştığı engeller diğer bireylerin karşılaştıklarından çok daha fazladır ve bu sorunun çözümü en önemli gereksinimlerden biridir (Kaplan, H. ve Ulvi, H., 2007).

Amaç: Yapay zeka ile nesne tanımlanması yapan, sensörleri ile nesnelerin tespit edilmesine olanak sağlayan K-ROD görme engelli akıllı bastonu, mobil uygulaması ve geliştirilen diğer birçok özelliği sayesinde kullanıcıların hayatlarının kolaylaştırılması konularında katkı sağlamayı amaçlamıştır.

Problem durumu: Zeminlerdeki yüzeylerin dik olması, bina girişlerinin yola kadar uzanması gibi sebepler görme engellilere kent hayatında birçok zorluk oluşturmaktadır.

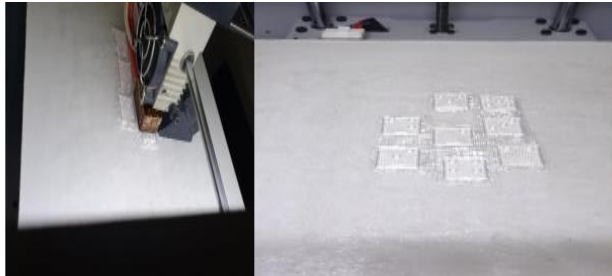
Kullanılan Malzemeler: HC-SR04 sensörü, JSN-SR04 sensörü, devreli buzzer, gyro sensörü ve titreşim motoru.

2.1.3. Karanlığa Renk Olmaya Geldim

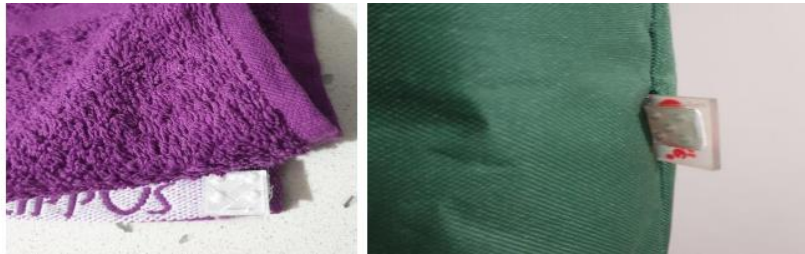
Yapılan yazın taraması ve kapsamlı araştırmalar sonucunda görme engelli bireylerin renkleri hissettirdiği duygularla bağlantılar kurarak zihinlerinde canlandırabildikleri ve duyumsayabildikleri bilgisine erişilmiştir.

Görme Engelli Bireylerin temel iletişim alfabesi Braille'dir. Bu alfabede 6 nokta bulunmaktadır. Bu noktaların kabartılması ile harf-sayı ve işaretler oluşturulmuştur. Projede bu açığı kapatmak amacıyla renk kodları geliştirmiş ve renk kodlarını görme engelli bireylerin kullandığı ürünlere yerleştirmeyi amaçlamış.

Teknofestte yapılan çalışmalardan biri olan Karanlığa renk olmaya geldim adlı projede Tinkercad programında hazırlanan renk kodlarının etiketler haline getirip ürünlerin üzerine yerleştirilmesi yöntemi ile görme engelli bireylerin satın aldıkları ürünlere yerleştirilmesini hedeflemiştir. Tinkercad programında tasarlanıp 3D baskı işleminin yapılan renk kodları Braille alfabesini içermektedir.



Şekil 3. Teknofest Yarışması Karanlığa renk olmaya geldim adlı proje resmi, 2023



Şekil 4. Teknofest Yarışması Karanlığa renk olmaya geldim adlı proje resmi, 2023

Şekil 4'te Braille alfabesinde o rengin kodlanması ve materyalde kullanımı gösterilmiştir.

2.1.4. Mangala Projesinin Görme Engellilerde Kullanımı



Şekil 5. Teknofest Yarışması Mangala adlı çalışma resmi, 2023

Amaç: Bu projede görme engelli bireylerin sosyalleşmesi ve günlük hayatta konforlu ve eğlenceli zaman geçirmelerini sağlamak amaçlanmıştır.

Projede doğuştan veya daha sonra görme engelli olan bireylerin geleneksel Türk zeka oyunu olan Mangala'yı kolayca anlayacağı şekilde Braille alfabesi ile kabartma olarak mangala köşelerine yerleştirerek hem hazne sırasını hem de taşlarını koyacakları hazneleri kolayca takip edip oynatmayı sağlamıştır. Görme engelli çocuklar elleri ile kabartmalara dokunarak hazne sırasını öğrenecek ve elleriyle taşları sayarak hangi haznede kaç tane taş olduğunu öğrenebileceklerdir.

2.1.5. Ses Kontrollü Hesap Makinası Android Uygulaması



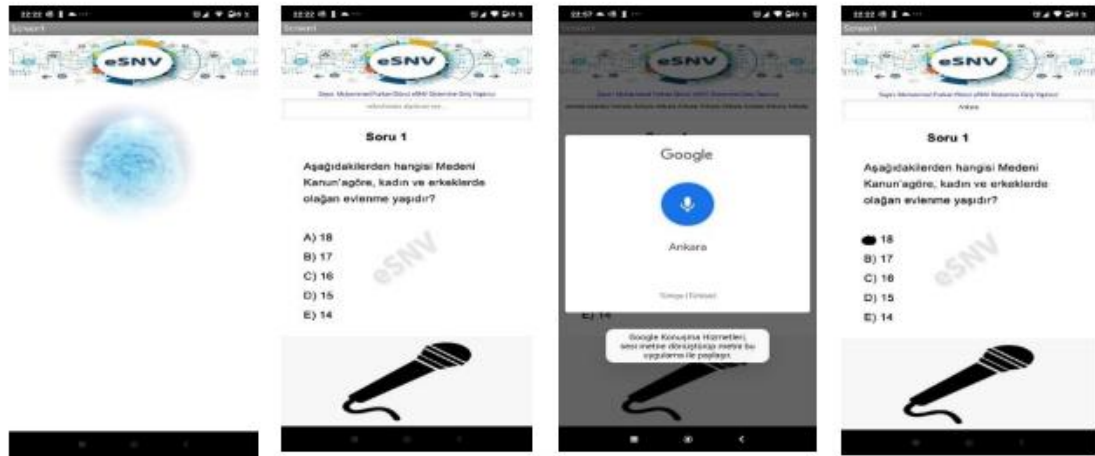
Şekil 6. Teknofest Engelsiz Yaşam Teknolojileri Ses Kontrollü Hesap Makinası adlı çalışma resmi, 2023

Proje ile görme engellilerin matematiksel hesaplama işlemlerini daha hızlı bir şekilde yapabilmeleri için sesle bilgi girişi yapan ve bunu metin formatında matematiksel ifadeye çevirdikten sonra hesaplama işlemi yaparak sonuç sesli olarak bildirilir.

Projede Android uygulama içerisinde sesli komut girişi yapabilmek için uygulamada ortadaki mikrofon simgesine basılması gerekir. Ses girişi bittiğinde veya tekrar mikrofona basıldığında ses girişi sonlandırılır. Sonuç hesaplanarak sesli olarak bildirilir.

Eclipse programı içindeki “android.speech.RecognizerIntent” özelliği kullanılarak ses alma ve sesli geri bildirim sağlanabilmektedir. Fakat bu özelliğin kullanılabilmesi için İnternet bağlantısı gerekmektedir (Zisk vd., 2022).

2.1.6. Görme Engelli Bireyler İçin Etkileşimli Sınav Asistanı Geliştirilmesi



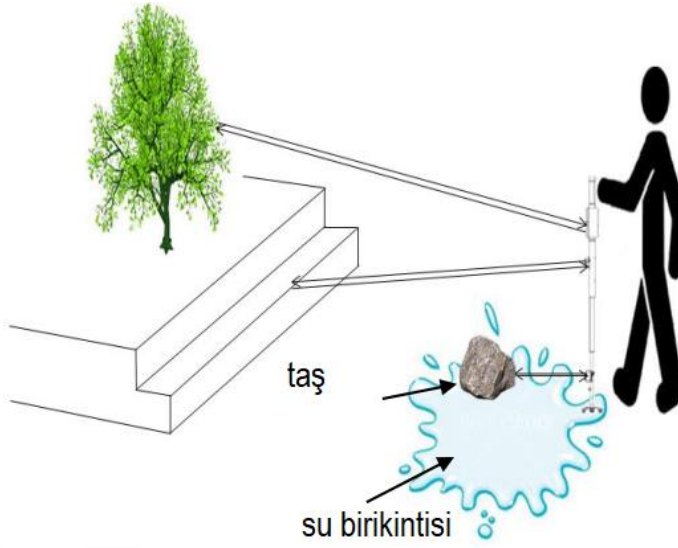
Şekil 7. Teknofest Engelsiz Yaşam Teknolojileri, 2024

Engelli parmak izini okuttuğu anda sınav başlar ve cevabı sesli olarak işaretlediğinde kaydedilen sınav soruları, sınav bitiminde 1. sorudan başlanarak kendisine okunacaktır.

Görme engelli istediğinde soruları değiştirebilmektedir. İleri seçeneği ile bir sonraki soruya rahatlıkla geçebilmekte ve sorular yine kullanıcıya sesli olarak okunmakta kullanıcıca soruları sesli olarak cevap verebilmektedir.

Seçenekler için kullanıcı A seçeneği işaretleyecekse Ankara, B seçeneği için Bursa, C seçeneği için Ceyhan, D seçeneği için Denizli ve E seçeneği içinde Edirne geri bildirimlerini vermektedir. Kullanıcı bu seçeneklerden birini söylediğinde mikrofondan farklı bir ses algılandığı için yazılım devreye girerek sesin algılanamadığı uyarısını vermektedir.

2.2. Ticari Elektronik Bastonlar

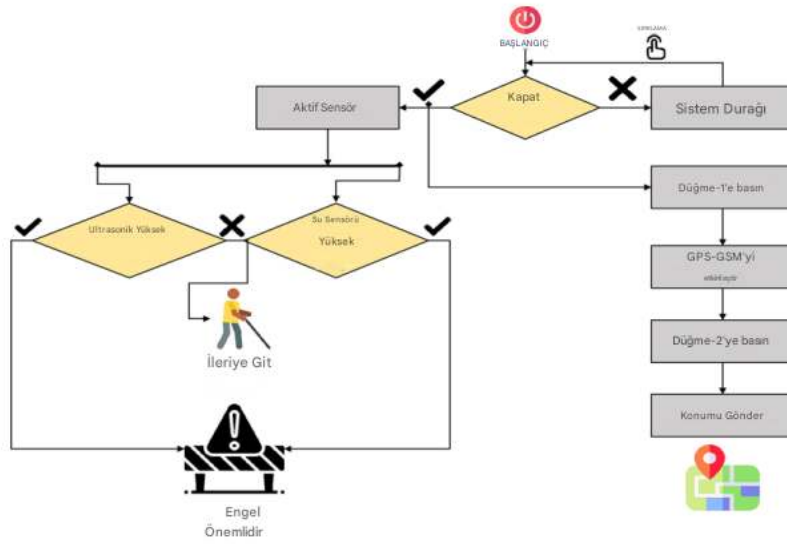


Şekil 8. Su sensörü içeren elektronik baston çalışma prensibi (Nada vd., 2015)

Nada vd. “Effective Fast Response Smart Stick for Blind People” adlı çalışmasında (Nada vd., 2015) su sensörünü kullanarak görme engelli bastonu için yeni bir yöntem geliştirmiştir.

Elektrik uygulandığında sensörler aktifse, sistem iki ultrasonik sensör kullanır, biri nesne algılama için diğeri delik ve merdiven algılama için. Sensör bir engel veya bir adım algılsa, Buzzer bireyi önündeki engel (Xie vd. , 2021) delik veya merdiven konusunda uyarmak için ses çıkarır. Kızılötesi sensörler çevredeki nesneleri algılamak için ışığı kullanır. Buzzer hareket algıladığında ve bir nesnenin ısını ölçtüğünde, kullanıcıyı uyarmak için belirgin bir ton yayar. Su sensörü kullanarak, teknoloji daha sonra kör kişinin rotasında su görecektir. Sensör bu su türünü algılsa, Buzzer tekrar ses çıkarır (Whaiduzzaman, vd.,2021), ancak bu sefer belirgin bir tonda, suyu diğer engellerden ayırır. Cihazın su gibi bir bariyeri algılama, yerini belirleme ve belirtilen numaralara alarm mesajı gönderme yeteneğini değerlendirilir.

Duvarlar, yataklar, sandalyeler ve hareket eden arabalar gibi yolda herhangi bir bariyer olup olmadığını görmek için ultrasonik sensörün ekranına bakılır. Sınırı algılamada ne kadar hassas olduğunu görmek için cihazı yüzlerce kez test edilir.



Şekil 9. Su ve GPS sensörü içeren elektronik baston çalışma prensibi (Biswas vd., 2022)

Şekil 9, önerilen çerçevenin iş akışının nasıl organize edildiğini gösterir. Arduino kodu ve Arduino IDE yazılımı, diyagramdaki tüm aşamaları gerçekleştirmek için kullanılır. Gerçek simülasyonu gerçekleştirmeden önce, Proteus simülasyon yazılımı kullanılır.

Sistem kapatıldığında, kullanıcı tekrar açmak için uzaktan kumandadaki kapatma düğmesine tıklamalıdır. Kullanıcı 1 numaralı düğmeye basarsa, cihaz kullanıcının dikkatini çekmek için vızıldar, 2 numaralı düğmeye basıldığında ise kullanıcının konumu önceden ayarlanmış telefon numarasına iletilir. Sistem açılır açılmaz tüm sensörler aktif hale gelir. Birincil (üst) ultrasonik sensör yüksek olduğunda, sesli uyarı duyulur. İkincil (alt) ultrasonik sensör de herhangi bir delik, merdiven veya nesne algırsa sesli uyarı duyulur.

Su sensörü yüksek sesle bip sesi çıkarır ve sesli uyarı da herhangi bir nem veya su algırsa sesli uyarı duyulur. Öte yandan cihaz, çoğunlukla kullanıcıdan normalde 150-200 metre uzaklıkta olan son konumu sağlamak için GPS-GSM altyapısını kullanır. Cihazın, doğru alan koordinatlarını oluşturup oluşturmadığını ve mesajı belirtilen bir ev adresine (yani: göreceli veya sabit bir hedefe) iletip iletmediğini doğrulamak için test edilir. Görme engelliler için tasarlanmış SmartCane 2 (Ansari vd., 2020) görme engelli bireylerin günlük yaşamlarını kolaylaştırmak ve bağımsızlıklarını artırmak amacıyla geliştirilmiş, akıllı bir baston modelidir. Geleneksel bastonlara göre daha gelişmiş özellikleriyle, kullanıcılarına güvenli ve konforlu bir deneyim sunar. Daha geniş bir görüş alanı sunarak, engellerin uzaklığını ve boyutunu daha hassas bir şekilde ölçer.

Kullanıcının konumunu belirler ve önceden belirlenmiş rotalarda ilerlemelerine yardımcı olur. SmartCane 2, üzerindeki sensörler sayesinde çevresini sürekli olarak tarar. Tespit ettiği engeller veya değişiklikler hakkında kullanıcıyı sesli veya titreşimli olarak uyarır. GPS sayesinde kullanıcı, önceden belirlenmiş rotaları takip edebilir ve kaybolma riskini azaltabilir. Bluetooth bağlantısı sayesinde akıllı telefonlarla entegre edilerek, sesli asistanlar gibi ek özellikler kullanılabilir.

Görme engelliler için tasarlanmış bir diğer baston da WeWalk (Akın vd., 2023) Akıllı Bastondur. Görme engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırmak için tasarlanmış, dünyada ses getiren bir akıllı baston modelidir. Geleneksel beyaz bastonlara göre çok daha gelişmiş özellikleriyle, kullanıcılarına güvenli ve bağımsız bir yaşam sunmayı hedefler.

WeWalk, ultrasonik, LiDAR ve kızılötesi sensörlerin birleşimi sayesinde çevresini 360 derece tarar. Bu sayede, engelleri, merdivenleri ve seviye değişikliklerini önceden tespit ederek kullanıcıyı uyarır. WeWalk, sensörlerle topladığı verileri işleyerek çevresini analiz eder. Engelleri tespit ettiğinde kullanıcıyı uyarır. GPS sayesinde ise kullanıcı, önceden belirlenmiş rotaları takip edebilir. Tasarladığımız akıllı bastonumuz bu özelliklerin yanı sıra tehlike tespit edebiliyor. Baston herhangi bir tehlikeye maruz kalıp görme engelli bastonu düşürdüğü an baston, engelli yakınlarına tehlike bildiriminde bulunup yakınlarına mevcut konumu iletir.

Tablo 2. SmartCane 2, WeWalk ve Tasarladığımız Akıllı Bastonumuzun Karşılaştırması

Özellik	SmartCane 2	WeWalk	Prototipimiz
Sensörler	Ultrasonik, LiDAR, Kızılötesi	Ultrasonik, LiDAR, Kızılötesi	Ultrasonik, LiDAR, Kızılötesi, İvme sensörü
GPS	var	var	yok
Sesli Geri Bildirim	var	var	var
Titreşimli Uyarı	var	var	var
Tehlike anında uyarı mesajı ve konum bildirime	yok	yok	var

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Akıllı Baston Prototipinde Kullanılan Bileşenler

Akıllı bastonumuzda kullanılan bileşenler; Piezo buzzer, GPS modülü (GY-NEO6MV2), MPU6050 GYRO, Kapadokya GSM Shield ve Diot pillerdir. Bu donanımların özellikleri aşağıda verilmiştir. Arduino Leonardo; 20 tane giriş çıkış pinine sahiptir. Bunlardan 7 tanesi PWM çıkışına ve 12 tanesi de analog girişi olarak kullanılan sahiptir. Üzerinde Reset tuşu bulunmaktadır. USB kablo ile bilgisayar bağlantısı sağlanır ve 40 mA akımı ile çalışır.

Baston Otomatik Sistem için bir projedir. Kapadokya GSM Shield ile navigasyon yetenekleri sağlar ve kullanıcıların önündeki öğeleri veya engelleri belirleme ve onları uyarma yeteneğine sahiptir. Engellilere hareket özgürlüğü sağlar. Bu sistem, fark edilir derecede hızlı tepki süresine sahip düşük maliyetli (sadece 50\$), güvenilir, taşınabilir ve izleme çözümü sunar. Kapsamlı testlerden sonra, bu çalışmada önerilen yöntem, kullanıcıların açık havada, içeride, parklarda, yollarda ve okullarda nispeten güvenli bir ortamda yürümelerine başarıyla yardımcı olur.

GPS uydularından verileri alıp koordinat bilgisi üreten bir GPS modül, modülden gelen verileri yorumlayan mikro denetleyici, mikro denetleyicinin denetlediği bir ses çıkış buzzeri ve bu elemanları destekleyen elemanlardan meydana gelmektedir. Sistemde kullanılan elemanların entegre olması cihazın fiyatını ve güç harcamasını düşürmektedir. Bu nedenle tez kapsamında geliştirilen akıllı baston prototipinde birçok sistemi bir arada sunan Kapadokya GSM Shield kullanıldı.

3.1.1. HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü Ve Çalışma Prensibi

HC-SR04 mesafe sensörü ses dalgalarını kullanarak 5V ile çalışan uzaklık sensörüdür. Ses dalgaları yayarak nesnenin mesafesini hesaplamaya çalışan sensör sesi elektrik sinyallerine dönüştürür, mesafe hesaplamada kullanıldığı için adına mesafe sensörü de denilmektedir.

Akıllı bastonun bir engelin varlığına dair sinyal vermesi, mümkün olan en kısa sürede ve hatasız bir şekilde gerçekleşmelidir. Bu, kullanıcının engelden kaçınmak için gerekli manevrayı yapabilmesi açısından hayati önem taşır. (Muhammed ve ark., 2010).

Bastona yerleştirdiğimiz ultrasonik sensörle engelli birey sesle yönünü değiştirmektedir. Baston mesafe sensör sayesinde engeli algıladığında buzzer devreye girip sesli uyarı vermekte, kullanıcı bastonun yönünü değiştiren kadar se devam etmektedir. Bu ses uyararı için piezo buzzer kullandık.

Ultrasonik sensörler yüksek frekanstaki ses dalgaları algılar. Sensörler genellikle piezoelektrik malzemelerden yapılmış transistörleri içerir. Ses dalgalarını algılamak veya üretmek amacıyla kullanılan özel malzemelerden yapılmış elemanlardır. Bu malzemeler yüksek stres altında elektrik yükü üretebilen özelliğe sahiptir.

Tablo 3. HC-SR04 ultrasonik sensör mesafe ile değişen hata değerleri (Mashelly vd., 2015)

Mesafe (cm)	Hesaplanan analog değer (mv)	Ölçülen analog değer (mv)	Hata
5	25	24	1
10	50	48,8	1,2
20	100	97,6	2,4
30	150	146,4	3,6
40	200	195,3	4,7
50	250	244,15	5,85
75	375	366	9
100	500	489	11
150	750	732	16
200	1000	976,6	23,4
250	1250	1220,7	29,3
300	1500	1464,9	35,1
350	1750	1709	41
400	2000	1953,2	46,8

Tablo 3'te HC-SR04 ultrasonik sensörünün değişen mesafe ile değişen hata değerleri verilmiştir (Mashelly vd., 2015).

HC-SR04'ün ölçüm aralığı, model ve çevresel koşullara bağlı olarak değişebilir. Genellikle 5 cm ile 400 cm arasında ölçüm yapabilir. Ölçümlerde küçük hatalar olabilir. Bu hatalar, sıcaklık değişiklikleri, sesin farklı ortamlardaki yayılma hızı gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Tablo 3, ultrasonik sensör analog voltaj değerinin hesaplama değeri ve ölçüm değeri arasındaki mikrodenetleyicinin sensör tetik pinine 10µs yüksek seviyeli karşılaştırmasını sunmaktadır. Ultrasonik sensörde mesafe arttıkça ölçülen hata değeri tabloda gösterilmektedir.

HC-SR04'ün çalışma prensibi ve mesafe ölçümünde hesaplanan hata diyagramı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ses dalgaları, engeller, yansımalar gibi çevresel faktörlerden etkilenebilir. Bu nedenle, ölçüm yapılacak ortamın temiz ve engelsiz olması önemlidir.

3.1.2. GY-NEO6MV2 GPS Modülü



Şekil 10. GPS GY-NEO6MV2 modül görseli

GPS (Global Positioning System), dünya üzerindeki herhangi bir konumu yüksek doğrulukta belirlemek için kullanılan bir uydu navigasyon sistemidir. Bu sistemin çalışabilmesi için uydu ve alıcı arasında kesintisiz bir sinyal alışverişi gerekmektedir. Bu sinyal alışverişinin zamanlaması, GPS'in hassasiyeti ve güvenilirliği açısından büyük önem taşır. Bir GPS sinyali, temel olarak taşıyıcı dalga, navigasyon mesajı ve kodlardan oluşur. Taşıyıcı dalga, radyo frekansında bir dalga olup, uydudan alıcıya bilgi taşıyan modülasyon sinyalini taşır. Navigasyon mesajı ise uydunun yörünge bilgileri, zaman bilgisi ve diğer yardımcı verileri içeren dijital bir sinyaldir. Kodlar ise C/A (Coarse/Acquisition) ve P (Precision) olmak üzere iki türdedir. C/A kodu sivil kullanıcılar için, P kodu ise askeri amaçlı kullanılır.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) askeri kuvvetleri Uzay tabanlı konumlama çalışmalarına NASA tarafından 1960'lara doğru çalışılmaya başlanmıştır. ABD Savunma Bakanlığı 1974 yılında navigasyon hizmetlerini karşılamak amacıyla çalışmalara başlamıştır. GPS sistemi 3 bölümden oluşur; uzay bölümü, kullanıcı bölümü ve kontrol bölümü. Uzay bölümü sistemin merkezi olup 24 uydudan oluşmaktadır. Bunlardan 18

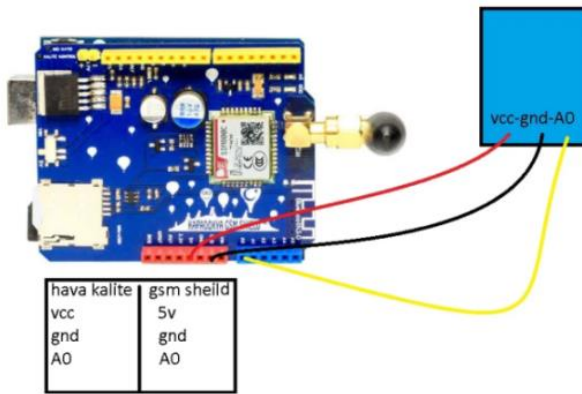
tanisi aktif, 6 tanesi ise pasiftir ve uydular saatte 7.000 mil hızla hareket ederek dünyanın çevresini dolaşırlar. Uyduların her biri değişik frekans ve güçte radyo sinyalleri yaymaktadır. Güneş enerjisi ile çalışmaktadırlar. Yörüngelerini düzeltmeleri için küçük ateşleyici roketleri olan bu uyduların güneş enerjisi kesintisi halinde yedek bataryaları vardır. Kontrol bölümü bu uyduları izleyerek doğru yörünge ve zaman bilgilerini sağlar.

Dünya üzerinde 5 tane kontrol istasyonu bulunur. Kontrol merkezleri aldıkları bilgileri merkeze iletirler. Ana merkezlerde gerekli düzeltme işlemlerini yaparlar. Kullanıcı bölümü yerdeki alıcılar yani GPS'yi kullanan kişilerden oluşmaktadır.

GPS sinyal zamanlaması, çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Bunlar arasında uydular arasındaki mesafe, atmosferik etkiler (iyonosfer ve troposfer), çoklu yansımalar ve saat senkronizasyonu hataları sayılabilir. Atmosferik etkiler, sinyalin yayılma hızını değiştirebilirken, çoklu yansımalar sinyalin zayıflamasına ve gecikmesine neden olabilir. Saat senkronizasyonundaki küçük hatalar bile konum belirleme doğruluğunu olumsuz etkileyebilir.

GPS her türlü amaç için geniş bir kullanım alanına sahiptir. Spor biliminde, uçuş biliminde, askeri alanda, yer ölçümlerinde, havacılıkta, çeşitli araştırmalarda, madencilikte, haritalandırmada, akıllı araçlarda v.b. kullanılan GPS sistemi görme engelli projelerinde de kullanılmaktadır.

3.1.3. Kapadokya GSM Shield



Şekil 11.Kapadokya GSM Shield

Kapadokya GSM Shield, Arduino uyumluluğu ile dikkat çeken, mobil iletişim ve veri aktarımı için tasarlanmış bir eklenti kartıdır. 850/900/1800/1900 MHz GSM frekanslarını destekler, standart SIM kart yuvasına sahiptir ve GPRS üzerinden internet erişimi sağlar. SMS gönderme, alma ve sesli arama yapma yeteneklerinin yanı sıra 3.5

mm ses jakı ile kulaklık ve mikrofon bağlantısını destekler. UART üzerinden AT komutlarıyla kontrol edilir, harici SMA anten bağlantısı sunar ve düşük güç tüketimiyle enerji tasarrufu sağlar. LED göstergeleri ile şebeke durumu ve güç bilgilerini gösterir, harici veya Arduino'dan sağlanan 5V güç ile çalışabilir.

3.1.4. Arduino Leonardo



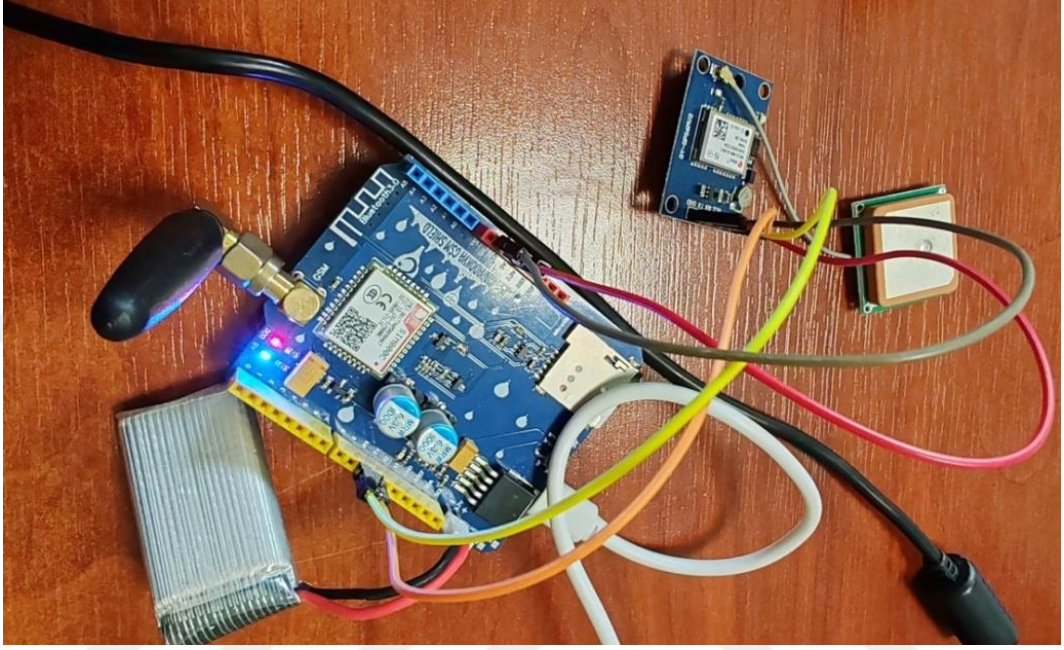
Şekil 12. Arduino Leonardo R3

Arduino ailesinin popüler üyelerinden biridir ve USB HID (Human Interface Device) yetenekleriyle diğer modellerden ayrılır. İşte Leonardo hakkında temel bilgiler:

Arduino Leonardo, ATmega32u4 mikrodenetleyici üzerine kurulu bir geliştirme kartıdır. USB HID (Human Interface Device) desteği sunarak, fare, klavye veya joystick gibi cihazlar olarak çalışabilir. 32 KB Flash belleğe, 2.5 KB SRAM'e ve 1 KB EEPROM'a sahiptir. Toplamda 20 dijital giriş/çıkış pinine sahip olan kart, bunlardan 7'sini PWM çıkışı ve 12'sini analog giriş olarak kullanabilir. Çalışma voltajı 5V olup harici güç kaynağı olarak 7-12V arasında bir gerilimle çalışabilir. Mikro-USB bağlantı noktası üzerinden programlama ve güç alma özelliği bulunur. 16 MHz işlemci frekansı ile çalışır ve standart Arduino Uno boyutlarına benzer bir yapıya sahiptir. Bu özellikleri, Leonardo'yu özellikle USB tabanlı projeler için ideal bir seçenek haline getirir.

Açık kaynak kodludur; Herkes tarafından geliştirilebilir ve özelleştirilebilir. Taşınabilir ve farklı projelerde kullanılabilir. Büyük bir kullanıcı topluluğu sayesinde kolayca destek bulunabilir. Büyük bir kullanıcı topluluğu sayesinde kolayca destek bulunabilir. Robotların hareketlerini kontrol etmek ve sensörlerden veri almak için kullanılabilir.

Arduino Leonardo, özellikle USB host özelliği sayesinde diğer Arduino kartlarına göre farklı bir kullanım alanı sunar. Özellikle USB cihazlarını kontrol etmek veya daha karmaşık projeler geliştirmek isteyen kullanıcılar için ideal bir seçenektir. Dezavantajları ise bazı kütüphaneler ve kaynaklar diğer kartlara göre daha sınırlı olabilir. Sunulan maksimum özelliğine göre fiyatına baktığımızda diğer Arduino kartlarına göre biraz daha pahalı olabilir.



Şekil 13. GPS sisteminin Arduino Leonardo bağlantısı

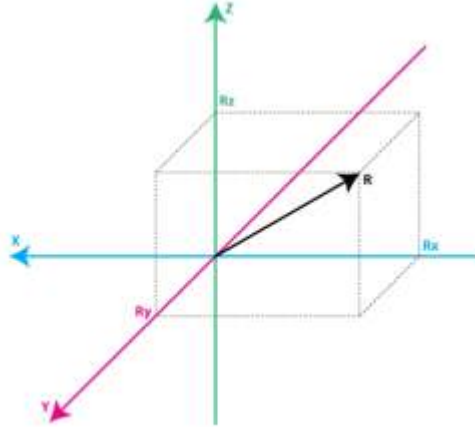
3.1.5. MPU6050 Sensörü

MPU6050, 6 eksenli bir hareket sensörüdür. Bu, cihazın üç eksenli bir ivme ölçer (accelerometer) ve üç eksenli bir gyro (jiroskop) içerdiği anlamına gelir.

İvme ölçerler, ivmeyi genellikle metre/sanye kare (m/s^2) veya yerçekimi kuvveti (g) cinsinden ifade ederler. Uygulamalarda, yerçekimi kuvveti (g) kullanımı daha yaygındır. Dünya yüzeyinde yerçekimi yaklaşık olarak $9.8 m/s^2$ 'dir ve bulunduğunuz konuma göre hafif değişiklikler gösterebilir.

İvme ölçerlerin ölçüm skalası, genellikle $\pm 1g$, $\pm 2g$, $\pm 4g$ gibi değerlerle ifade edilir. Bu, sensörün hangi büyüklükteki ivmeleri ölçebileceğini belirtir. Ayrıca, tek eksenli, iki eksenli veya üç eksenli olarak üretilen farklı tipleri vardır. Günümüzde kullanılan birçok ivme ölçer, Mikro Elektromekanik Sistemler (MEMS) teknolojisi kullanılarak üretilmektedir. Bu teknoloji, küçük boyutlu ve düşük maliyetli sensörler üretilmesini sağlar. İvme ölçerlerin doğru ölçüm yapması için kalibrasyon işlemi önemlidir. Kalibrasyon sırasında, sensörün sıfır noktası ve hassasiyeti belirlenir.

Mikro Elektromekanik Sistemler (MEMS) teknolojisi sayesinde üretilen ivme ölçerler, küçük boyutları, düşük maliyetleri ve yüksek hassasiyetleriyle öne çıkar. Ancak, doğru ve güvenilir ölçümler için kalibrasyon şarttır. Kalibrasyon sırasında sıfır noktası ve hassasiyet ayarları yapılarak sensörün hataları düzeltilir. Bu sayede ivme ölçerler, doğru ölçümler yapar, sistem performansını artırır ve veri analizinde güvenilir sonuçlar verir. Farklı kalibrasyon yöntemleri bulunsada çevresel koşulların etkisi nedeniyle kalibrasyonun düzenli olarak tekrarlanması önemlidir.



Şekil 14. R vektörü ve bileşenleri

R Vektörü: İvmeölçer tarafından algılanan toplam kuvvet vektörüdür. Bu vektör, yerçekimi kuvveti ve cismin hareketinden kaynaklanan eylemsizlik kuvvetinin bileşkesidir.

R Bileşenleri: R vektörünün üç boyutlu uzayda x, y ve z eksenleri üzerindeki izdüşümleridir. Bu bileşenler, ivmeölçer tarafından ölçülen ivmenin ilgili eksenlerdeki bileşenlerine karşılık gelir.

Pisagor teoremi, üç boyutlu uzayda bir vektörün büyüklüğünü, bileşenlerinin karelerinin toplamının karekökü olarak bulmamızı sağlar. Bu sayede R vektörünün büyüklüğünü hesaplayabiliriz:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$$

R vektörünün x ve y eksenleri ile yaptığı açılar, trigonometrik fonksiyonlar yardımıyla hesaplanabilir. Bu açılar, sensörün uzaydaki oryantasyonunu belirlememize yardımcı olur.

$$\theta_x = \arctan(R_y/R_x): R \text{ vektörünün } x \text{ eksenine ile yaptığı açı}$$

$$\theta_y = \arctan(\sqrt{R_x^2 + R_z^2}/R_z): R \text{ vektörünün } y \text{ eksenine ile yaptığı açı}$$

Akıllı bastonumuzda farklı pozisyonlarda tutulurken ivmeölçer verileri kaydediliyor. İvmeölçer, her bir pozisyon için Rx, Ry ve Rz değerlerini verir. Pisagor teoremi kullanılarak her bir pozisyon için R hesaplanır. Bu değer, toplam ivmenin büyüklüğünü gösterir. Trigonometrik fonksiyonlar kullanılarak her bir pozisyon için θ_x ve θ_y açıları hesaplanır. Bu açılar, bastonun hangi yönde tutulduğunu gösterir.

Elde edilen açılar ve R büyüklükleri kullanılarak bastonun hareketleri ve duruşları analiz edilebilir. Bir üç boyutlu vektör $R = (R_x, R_y, R_z)$ için normalizasyon işlemi şu şekilde ifade edilir:

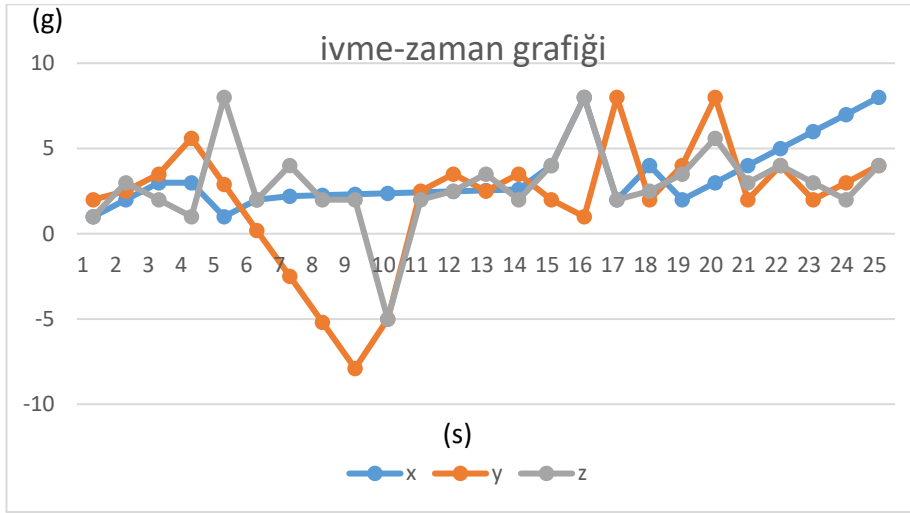
$$\text{Büyüklik} = \sqrt{(R_x^2 + R_y^2 + R_z^2)}$$

$$\text{Normalize Edilmiş } R = (R_x / \text{Büyüklik}, R_y / \text{Büyüklik}, R_z / \text{Büyüklik})$$

Vektör normalizasyonu, ivme ölçümlerinde ve birçok başka alanda sıklıkla kullanılan önemli bir matematiksel işlemdir. Bu işlem, ölçümleri standart hale getirerek daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar.

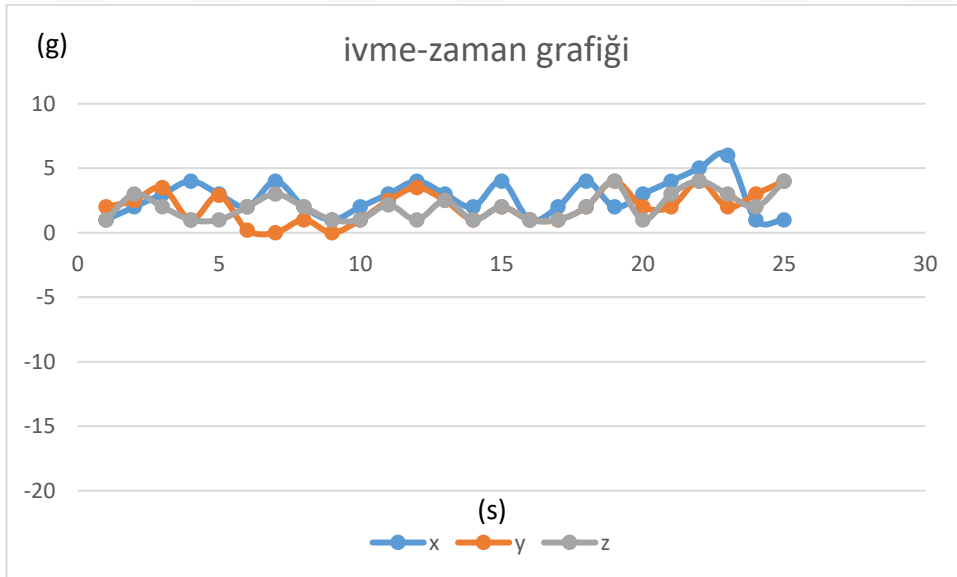
İvme uygulandığında, hareketli parçalar (elektrotlar) arasındaki mesafe değişir, bu da kapasitansın değişmesine neden olur. Bu değişim, ivme ile doğru orantılıdır. Sensörün güçlü yönleri (örneğin, hassasiyet, küçük boyut, düşük güç tüketimi) olduğu gibi zayıf yönleri (örneğin, sıcaklık hassasiyeti, doğrusallık sorunları) değerlerde sapmalar oluşturacaktır. Bu sapmaları önlemek için Kalman filtresi kullanılır. Ölçümlerdeki gürültü ve belirsizlikler de dikkate alınarak, daha doğru bir durum tahmini elde edilir.

Kalman filtresi, bu gürültüyü filtreleyerek daha doğru ve güvenilir ölçümler elde etmek için kullanılabilir. MPU6050'den alınan ivme ve dönme verileri, Kalman filtresine girdi olarak verilir. Filtre, bu verileri kullanarak sensörün yönelimini, konumunu ve hareketini tahmin eder. MPU6050 sensörü ve Kalman filtresi, birlikte kullanıldığında hareket algılama ve yönlendirme uygulamalarında önemli avantajlar sağlar. Gürültülü sensör verilerini filtreleyerek daha doğru ve güvenilir ölçümler elde edilmesine yardımcı olur.



Şekil 15. Kalman filtresi uygulamadan önce sistemden ölçülen değerler

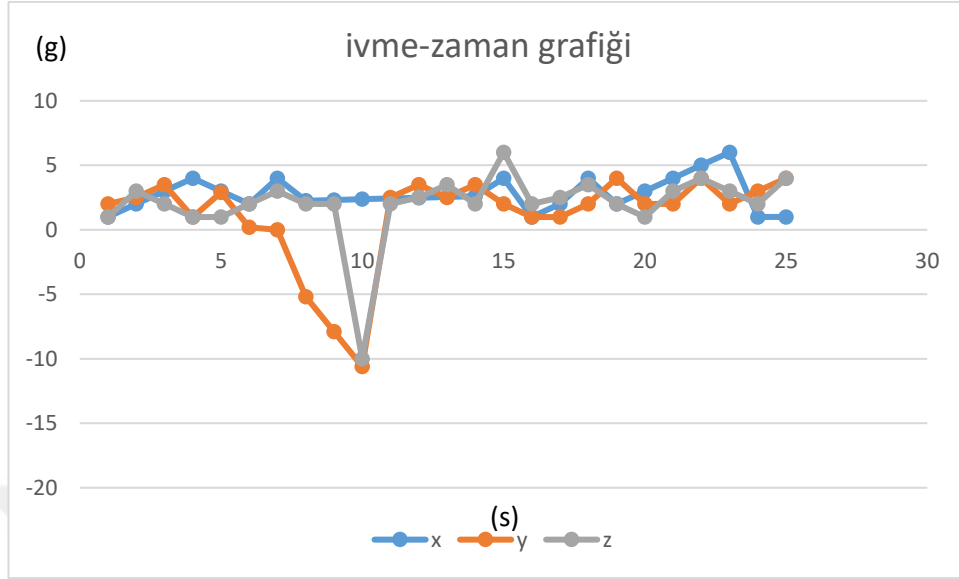
Kalman filtresi, MPU6050'nin ivmeölçer ve jiroskop verilerini birleştirerek, daha doğru ve kararlı açı bilgisi elde etmek için kullanılan önemli bir tekniktir. Bu sayede, robotlar, dronlar, akıllı telefonlar gibi birçok uygulamada daha hassas hareket kontrolü ve yönlendirme sağlanır. Kalman filtresi, bu iki sensörün verilerini birleştirerek, her birinin avantajlarından yararlanıp dezavantajlarını minimize eder. Böylece daha doğru ve kararlı açı bilgisi elde edilir.



Şekil 16. Akıllı bastonumuz kullanım halindeyken ivmelenme değerleri

Kalman filtresi uygulandıktan sonra akıllı bastonumuzu kullanıldığında zamanki ivme x, y ve z değerleri grafikte gösterilmiştir. Bastonda yürüyüş esnasında sensördeki hafif

yer değişiklikleri ve gyroskop verisinin ivmelenmesi şekilde olduğu gibi Arduino serial plotter programı kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 17. Akıllı bastonumuz düştüğünde ivmelenme değerleri

Bu mekanizma kapasitif kuplajlardaki değişimleri ölçerek ivme değerini belirleyen bir sensördür. "Acceleration" olarak işaretli yönde hareket ettirildiğinde, elektrotlar arasındaki kapasitans değerleri değişir. Bu değişim, elektronik bir devre tarafından ölçülerek ivme değerine dönüştürülür. Şekildeki gibi baston düştüğünde MPU6050, üzerindeki ivme ölçer (accelerometer) sayesinde bir cismin düşüp düşmediğini algılayabilir. İvme ölçer, cismin X, Y ve Z eksenlerindeki hareketini ve ivmesini sürekli olarak ölçer. Düşme algılama şu şekilde gerçekleştirilir: Görme engelli birey bastonu eğdiğinde ivme değeri düşme sırasında bastondaki ani dönme hareketleri hesaplanır.

Akıllı baston serbest düşüşteyken sadece yerçekimi ivmesine maruz kalır. Ancak, düşüş sırasında kısa bir süre için sensör tarafından algılanan ivme değerleri (X, Y ve Z eksenlerinde) değişir. Bu durum, serbest düşüşün önemli bir göstergesidir. X eksenindeki ivme (genellikle ileri-geri hareket) Y eksenindeki ivme (genellikle sağa-sola hareket) Z eksenindeki ivme (genellikle yukarı-aşağı hareket, yerçekimi ivmesi de bu ekseninde ölçülür).

MPU6050'nin ivme ölçer verileri (A_x , A_y , A_z), belirli bir eşik değerine ulaştığında "düşme" olayı algılanabilir.

3.2. Yazılım

Yazılımı Arduino modüle gönderirken Arduino IDE programı kullanıldı. Arduino IDE programında yazılım yüklenmeden önce kart tipinin tanımlanması ve kodların kontrol edilmesi gerekiyor. Arduino IDE'nin kullanımı ve kodların cihaza yüklenmesi aşamalarına dikkat edilmelidir. Donanımın sorunsuz çalışabilmesi için kodlar gönderilmeden Arduino IDE programında kontrol edilmelidir.

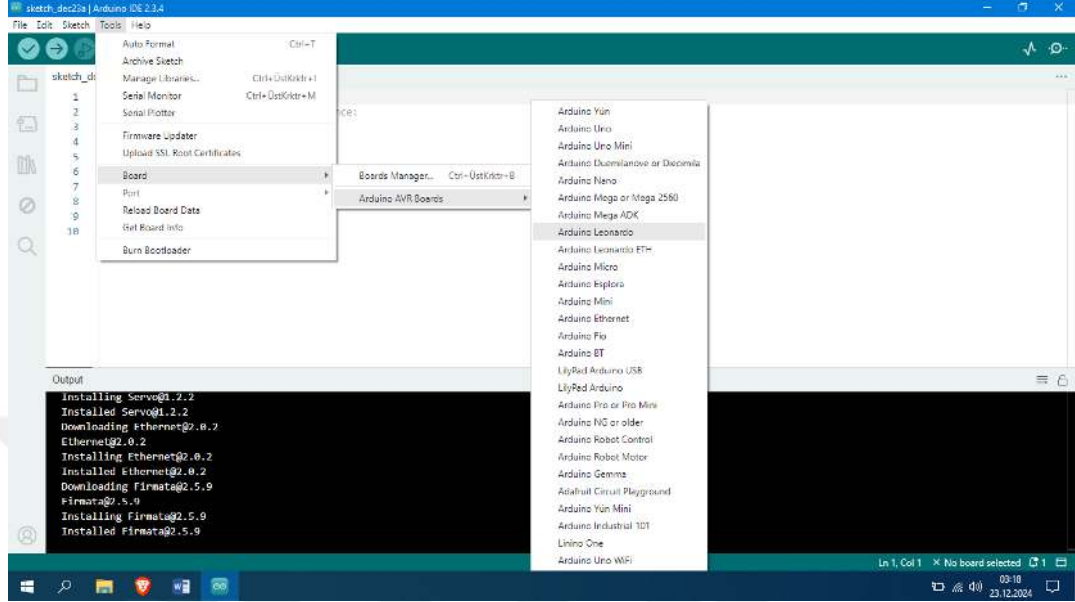
3.2.1. Arduino IDE ve Mikrodenetleyici Programlama

Arduino IDE, mikrodenetleyici programlama dünyasında yaygın olarak kullanılan açık kaynaklı bir yazılımdır. Arduino IDE (Integrated Development Environment), Arduino geliştirme kartlarını programlamak için tasarlanmış bir yazılımdır. Açık kaynaklı ve kullanıcı dostu olan bu platform hem amatör hobi severler hem de profesyonel geliştiriciler tarafından tercih edilmektedir.

Arduino IDE, birçok farklı modeldeki Arduino kartıyla uyumlu çalışır. İlaveten, ESP8266 ve ESP32 gibi kartları da desteklemek için genişletilebilir bir yapıya sahiptir. Arduino IDE, eğitim kurumlarında elektronik ve programlama temelini öğretmek için yaygın olarak kullanılır. Robotik uygulamalarda motor kontrolü, sensör verisi işleme ve hareket planlama gibi görevler Arduino IDE kullanılarak kolayca programlanabilir.

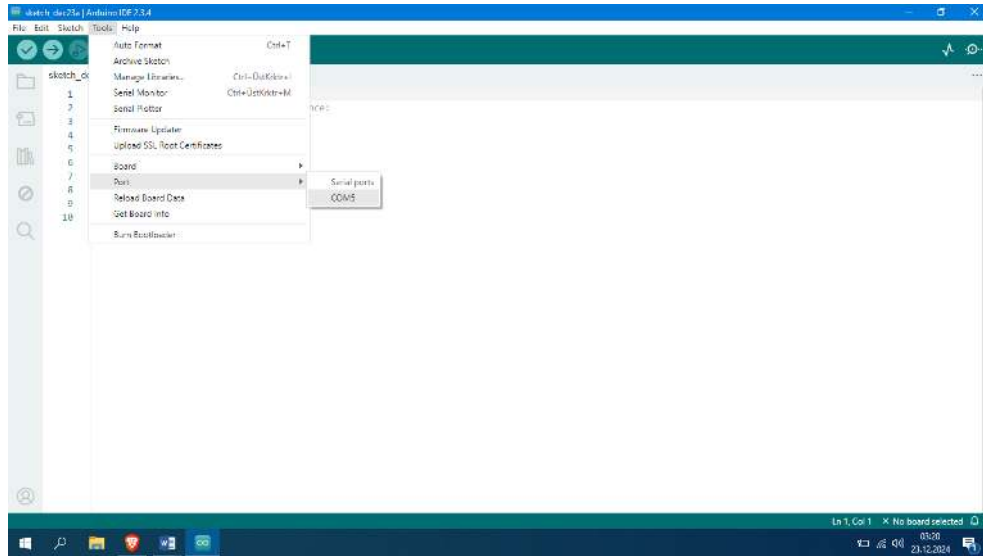
Arduino IDE, mikrodenetleyici programlama alanında devrim niteliğinde bir kolaylık sunmaktadır. Hem basit projeler hem de karmaşık sistemler için uygun bir altyapı sağlayan bu yazılım, günümüz teknoloji ekosisteminin önemli bir parçası haline gelmiştir. Arduino IDE, sensörler, motorlar, ekranlar gibi birçok harici donanımla kolayca entegrasyon sağlayan geniş bir kütüphane desteği sunar. IDE'nin seri monitör ve seri plotter özellikleri, mikrodenetleyici ile bilgisayar arasında veri alışverişini gerçek zamanlı olarak görülebilir hale getirir.

3.2.2. Arduino Kodlarımızın Akıllı Cihaza Yüklmesi



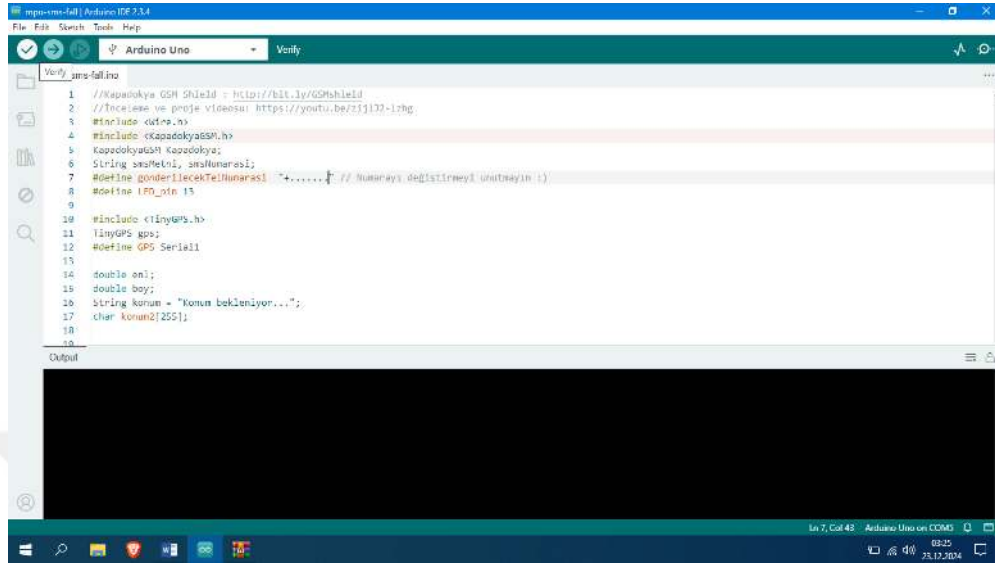
Şekil18. Kart tipinin tanımlanması

Arduino programımızı açıp Araçlar/Kart/Arduino AVR Kartları/Arduino Leonardo olan kısmı seçiyoruz. Projemizde Leonardo Kart kullandığımız için Kart tipini Arduino Leonardo olarak seçiyoruz.



Şekil 19. USB bağlantı yolunun tanımlaması

Arduino Kartın bağlantısı USB bağlantı kablosuyla yapılır. Bilgisayar USB portundan takılan cihazı COM7 ile ilişkilendirdiği için Araçlar/Port/COM7 kısmı seçilir. Arduino kart tipini ve port kontrolü yapıldıktan sonra kod yüklenir.



Şekil 20. Kodların kontrol edilmesi ve yüklenmesi

Arduino IDE, kullanıcılara basit bir kodlama ortamı sunar. C ve C++ tabanlı bir programlama dilini destekleyen bu yazılım, sözdizimi renklendirme ve otomatik tamamlama gibi özelliklere sahiptir. Kodlar, Arduino IDE'de yazıldıktan sonra dahili bir derleyici tarafından derlenir ve mikrodenetleyici ye yüklenir.

3.3. Konum Tespiti

Bu çalışmanın temel amacı, görme engelli bireylerin bağımsız hareket kabiliyetlerini artırmak ve yaşam kalitelerini yükseltmek için düşük maliyetli, kullanışlı ve güvenli bir akıllı baston geliştirmektir. Bu sayede, görme engelli bireyler çevrelerindeki engellere çarpmadan güvenle hareket edebilecek, potansiyel tehlikelere karşı uyarılabilecek ve yakınları tarafından konumları takip edilebilecektir.

Akıllı bastonda bulunan SIM kart numarasına telefondan NERDESİN, NEREDESİN, KONUM mesajlarından herhangi biri yazıldığında ve görme engelli birey bastonu düşürdüğünde bastondaki sistemler devreye girerek tehlike bildirimi ve konum linki telefona SMS aracılığıyla gönderilir.

Görme engelli birey herhangi bir tehlikeyle karşılaştığında bastonu düşürebilir. Engelli birey düşme anında bastonda bulunan sistemdeki kodlar devreye girmektedir.

Akıllı bastonda düşmeyi tespit edebilmek için MPU6050 sensörü kullanıldı. MPU6050, 3 eksenli ivme ölçer (accelerometer) ve 3 eksenli jiroskop (gyroscope) sensörlerini bir arada bulunduran, hareket ve eğim algılamada kullanılan bir sensördür. I2C protokolüyle çalışır ve genellikle Arduino, ESP8266 gibi mikrodenetleyicilerle kullanılır. $\pm 2g$ 'den $\pm 16g$ 'ye kadar hassasiyet ayarlarına sahip ivme ölçer ile ± 250 'den ± 2000 derece/saniyeye kadar hassasiyet sunan jiroskop barındırır.

Jiroskop sensörü, açısal hızı algılayabilen bir sistemdir ve sabit duran bir cismin, üç dikey ekseninde açısal oranlar karşılaştırılarak dönüş hızı ve yönünü belirler. Çalışma gerilimi 3.3V veya 5V'tur ve entegre Dijital Hareket İşlemcisi (DMP) sayesinde hareket verilerini işleyebilir. Robotik, dengeleyici sistemler, dronelar ve hareket algılama projelerinde sıkça tercih edilen bu sensör, hareket, eğim ve açısal hız verilerini yüksek hassasiyetle sağlar.

$(angleY \geq 60.0 \parallel angleY \leq (-60.0))$

$dusmeAlgilandi = 1;^1$

İvme ölçer düşüş sinyali algıladığında, jiroskop verileriyle düşüş sırasında cismin ani dönme hareketleri olup olmadığı da analiz edilebilir. Bu sayede düşme algılaması daha kesin hale getirilir. Kodla verilen Y ivme değeri cisim düşerken alınan jiroskop Ay ($angleY$) değerine eşit olduğunda sistem düşme algılandı şeklinde devreye girer. Kullanıcıya tehlike olduğunu bildirmek için SMS ve konum bilgisi atılır.

$(angleZ \geq 150.0 \parallel angleZ \leq (20.0))$

$dusmeAlgilandi = 1^1$

Baston dikey bir konumda değilse (örneğin 150° ve üzeri) veya yere çok yakın bir açıda eğilmişse (örneğin 20° ve altı) görme engellimizin bastonunun düştüğü şeklinde mesaj bildirimi yapılır ve yine SMS ile konum linki görme engelli yakınına gönderilir.

¹ Yukarıdaki kod, tarafımızca geliştirilmiştir ve MPU6050 Arduino Kütüphanesi kullanılmıştır.



Şekil 21. Tehlike olduğunda gelen SMS ve konum linki

Cihaz, mükemmel bir şekilde çalışan GSM teknolojisi aracılığıyla sistemimize tehlike mesaj ilette (Şekil 21'de gösterilmiştir). GSM Modülü, ayarlanan aralıklar içindeyse 30 ila 60 saniye içinde mesajlar gönderebilir ve akrabasının mevcut pozisyonunu sunabilir.

4. BULGULAR

Bu çalışmanın amacı görme engellilere yönelik hazırlanan akıllı bastonun engellilerin hayatına katkılarının incelenmesidir.

Araştırma amacına uygun olarak hipotezler oluşturulmuştur. Aşağıda araştırma sonucunda ulaşılmaması beklenen hipotezler sunulmuştur:

1. Görme engelliler için hazırlanan akıllı baston görme engellilerin sokakta rahat hareket edebilmelerini sağlamada etkilidir.

2. Görme engelliler için hazırlanan akıllı baston görme engellilerin satın alabileceği miktarda düşük maliyetli olarak üretilebilir.

Kapadokya GSM Shield sisteminde bulunan SMS bilgisiyle konum yeri link olarak alınır. Uydudan alınan GPS konum bilgileri Arduino Leonardo karta aktarılır. Görme engelli birey bastonu kullanmaya başladığında yakınının telefon numarasına sistem açıldı mesajı gelir. Kullanıcı bastonu çalıştırdığı anda yazılım devreye girer ve GPS verilerini almaya başlar.

Görme engelli bireyin yakını NERDESİN/NEREDESİN/KONUM mesajlarından herhangi birini SMS olarak görme engellimize atar. SMS gittikten kısa bir sürede konum linkinin aktarıldığı tespit edilmiştir.

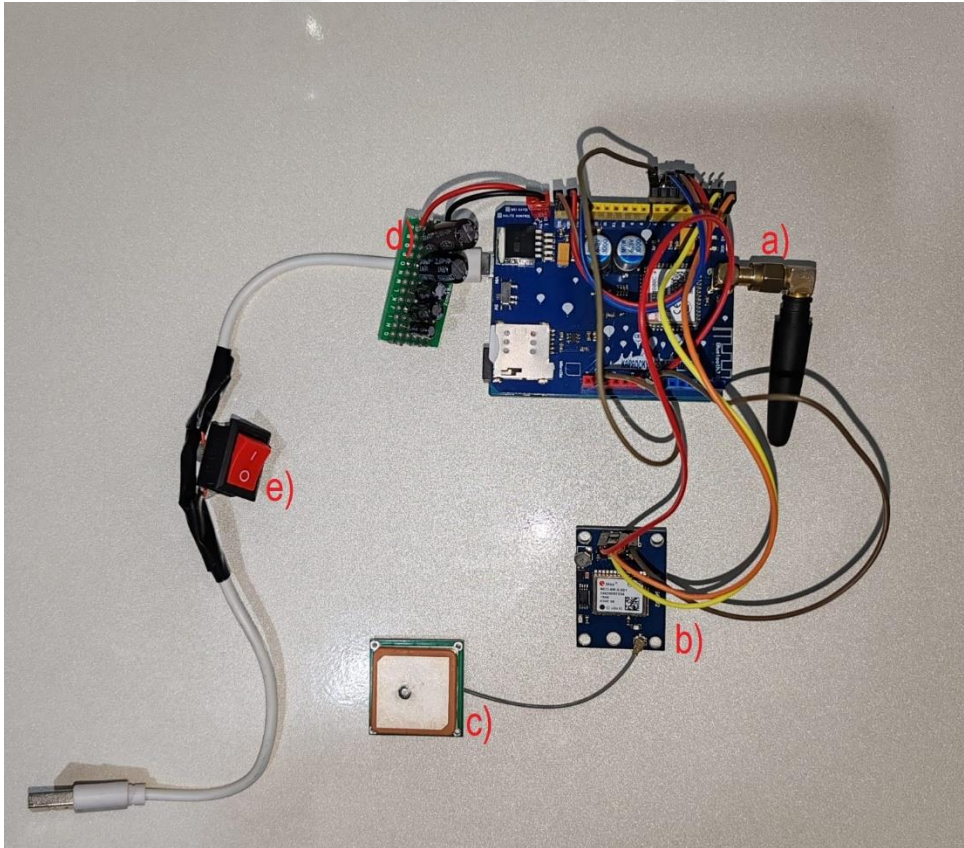
Görme engelli herhangi bir düşme anında kodlar devreye girer ve bastonun ivmesi kodda belirtilen ölçüme ulaşınca tehlike var şeklinde algılanır. Görme engelli yakınına mesaj bildirimi yapılır ve yine SMS le konum linki görme engelli yakınına gönderilir. Görme engelli bu durumda yakınına acilen ulaşmak istediğinde konum bilgisiyle ulaşabilir.

Akıllı baston projesi, görme engelli bireylerin mobilitelerini artırmayı amaçlayan bir teknolojik çözümdür. Çoklu sensör sistemleri, uzaktan kumanda ve konum belirleme teknolojileri (GPS-GSM) gibi özelliklerle donatılan bu cihazlar, kullanıcılarına çevrelerindeki engeller hakkında bilgi vererek güvenli bir hareket deneyimi sunar. Ergonomik tasarımı ve düşük maliyeti sayesinde geniş kullanıcı kitlesine ulaşmayı hedefleyen proje, yapay zeka entegrasyonu, sesli kullanıcı arayüzü ve gelişmiş batarya teknolojileri ile gelecekteki çalışmalar için potansiyel sunmaktadır. Bu tür teknolojilerin geliştirilmesi, görme engelli bireylerin sosyal yaşamlarına katılımını kolaylaştırarak

yaşam kalitelerini önemli ölçüde artırabilir ve toplumsal duyarlılığın artmasına katkı sağlayabilir.

Bu çalışma, görme engelli bireyler için tasarlanan akıllı baston sisteminde ilk kullanımda yaşanan GPS sinyal alma gecikmesi sorununu ele almaktadır. Sistemin kapalı ortamlardan etkilenme olasılığı düşünülerek yapılan açık hava testlerinde de benzer bir gecikme gözlemlenmiştir. Yapılan detaylı incelemeler sonucunda, sistemdeki elektriksel kesintilerin GPS hafızasındaki verileri sıfırladığı ve bu durumun sinyal alma süresini uzattığı tespit edilmiştir. Bu sorunu çözmek amacıyla sisteme eklenen diyot piller sayesinde elektriksel kesintilerin etkileri minimize edilmiş ve GPS sinyalinin hızlı bir şekilde alınması sağlanmıştır. Böylece, sistemin kullanıcılarına gerçek zamanlı konum bilgisi iletilmesi hedeflenmiştir.

Görme engelli bireylerin mobilitelerini artırmak amacıyla geliştirilen akıllı baston sistemlerinde konum belirleme teknolojilerinin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Ancak, bu sistemlerde yaşanan GPS sinyal alma gecikmeleri, kullanıcı deneyimini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, söz konusu gecikmenin nedenleri araştırılmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.



Şekil 22. Akıllı baston prototipinde kullanılan donanımlar

Şekil 22’de bastonda bulunan donanımlar; a) Kapadokya GSM shield, b) GPS GY-NEO6MV2 modülü, c) GY-NEO6MV2 anteni, d) Diot piller e) anahtar

Çalışmada Şekil 22 de verilen akıllı baston sistemi kullanılmıştır. Sistemin donanım ve yazılım özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. GPS sinyal alma süreleri, farklı ortamlarda ve farklı zamanlarda yapılan testlerle ölçülmüştür. Elektriksel kesintilerin etkilerini belirlemek amacıyla sisteme diyot piller eklenmiş ve tekrarlı testler gerçekleştirilmiştir.

İlk testlerde, sistemin ilk açılışında ortalama 60 saniyelik bir GPS sinyal alma gecikmesi gözlemlenmiştir. Kapalı ortamlarda yapılan testlerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan detaylı analizler sonucunda, gecikmenin nedeni olarak elektriksel kesintiler ve buna bağlı olarak GPS hafızasının sıfırlanması tespit edilmiştir. Diyot pillerin sisteme eklenmesiyle birlikte, bu gecikme ortadan kaldırılmış ve GPS sinyali hemen alınmaya başlanmıştır.

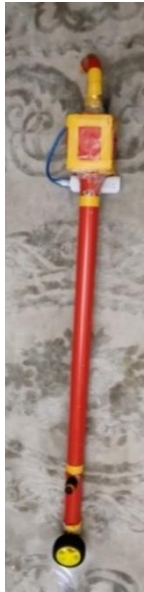
Elde edilen bulgular, akıllı baston sistemlerindeki GPS sinyal alma gecikmelerinin, elektriksel kesintiler gibi basit nedenlerden kaynaklanabileceğini göstermektedir. Bu durum, sistem tasarımında güç kaynağı ve hafıza yönetimi gibi konuların dikkatle ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Diyot pillerin kullanılması, bu soruna basit ve etkili bir çözüm sunmuştur.

Tablo 4. Önerilen sistem ile diğer mevcut sistemler arasındaki karşılaştırmalar (Ahmet vd., IEEE, 2022)

Referans	Donanımlar	Özellikler	Maliyet
(Tirupal vd., 2021)	Arduino Mega, Ultra Sonic Sensör-4 Adet, Bluetooth Modülü,I2C adaptörlü LCD, Buzzer Ultrasonik sensör	Çubuk ile nesne arasındaki mesafeyi kullanır. Çok yakın bir nesneyi algılar	80\$
(Pathak vd., 2020)	Arduino UNO, Ultrasonik Sensör HC-SR04, Ses Modülü ISD	Görme Engellilere Rehberlik Eden IoT Tabanlı Ses Kontrollü Kör Çubuk	120\$
(Agrawal vd, 2018)	Ultrasonik Sensör, Su Sensörü, GPS-GSM modülü, RF modülü,ve Mikrodenetleyici	Nesnelerin kaynağını ve uzaklığını etkili ve özgün bir şekilde belirtmenize olanak tanır.	200\$
(Ambawane vd., 2019)	Mikrodenetleyici, Kamera, Güç Kaynağı, Ultrasonik Sensör, IR Sensörü, RFID ve LDR.	Bu sistem, nesneyi ve engeli algılamak için video kullanır ve ardından kullanıcıya bir mesaj ve sesli uyarı gönderir.	100\$

(Kunta vd.,IEEE, 2020.)	GPS-GSM modülü, Toprak nem sensörü, Kızılötesi sensör, RF modülü, Buzzer ve titreşim motoru, Ultrasonik sensör, Basmalı Düğme,Hoparlör, Mikrodenetleyici, Anahtar, güç kaynağı ve Uzaktan Kumanda.	Çubuk engelleri algılayabilir ve RF uzaktan kumandayı kullanarak kullanıcının yerini bildirebilir.	300\$
(Saha vd., 2020)	Ultrasonik sensörler, basmalı düğme, pil (9 V NI-MH) voltaj regülatörü, ADC.	Bu çubuk mesafeyi, engelleri ve suyu algılar.	80\$
(Nada, vd,2015)	Mikrodenetleyici PIC 16F877A, IR sensörü, Yatay IR sensörü,Eğimli kızılötesi sensör, Pil (5v).	Engelleri belirler ve bir kulaklık aracılığıyla kullanıcıya sözlü uyarı mesajı gönderir.	120\$
Önerilen (Bizim çalışmamız)	Batarya GPS Shield, Kapadokya GSM Shield ,Plastik gövde, Arduino Leonardo kartı ve USB bağlantı aparatları ,Ultrasonik sensör MPU6050	Engelleri algılar, sesli geri bildirim ,Konum bildirimi,tehlike anında sms le konum takibi yapılır.	50\$

Tablo 4'ten görebileceğimiz şey, önerdiğimiz sistemin daha önce geliştirilen sürümlere göre karşılaştırıldığında daha az maliyetli olduğudur. Tasarlanan akıllı sistemin konum etkinleştirilmiş özellikleri olması nedeniyle diğer ürünlerden oldukça performanslı ve uygun maliyetlidir. Görme engelli kişilere yardımcı olmak için, konum izleme yönetimini dahil edilmesi gereken bir zorunluluk olarak gördük. Ayrıca, karşılaştırılabilir cihazlardan çok daha az olan malzemeler açısından bastonumuzu ne kadara mal olduğunu da ortaya koyduk. Yukarıda belirtilen araştırmanın sonuçlarına göre, bu ekipman kör kişilere maksimum memnuniyet sağlıyor.



Şekil 23. Tez kapsamında geliştirilen akıllı baston prototipi

5. SONUÇ

Görme engelliler için akıllı bir bastonun geliştirilmesi yalnızca bir mühendislik projesi değil aynı zamanda sosyal bir sorumluluktur. Engellilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları birçok zorluklara bakılırsa bu tarz çalışmaların ne denli önemli olduğu göz ardı edilemez. Görme engellilerin ne tür sorunlarla karşılaştıklarını anlamak için onlarla düzenli toplantılar yapılarak görüşleri alındı. Onlardan aldığımız geri dönüşler, baston tasarımında en kritik unsurları belirlememize yardımcı oldu. Daha sonra teknolojik trendleri inceleyerek mevcut akıllı sistemler ile entegrasyon sağlandı. Böylece kullanıcıların daha bağımsız ve güvenli bir şekilde hareket edebilmesi için kullanışlı bir prototip sunuldu.

Görme engelliler için akıllı bastonumuza, nesneleri tespit eden sensörler GPS barındıran ekipmanlar yerleştirdik. Böylece kullanıcılara daha bağımsız hareket etme imkanı sunduk. Görme engelli bireyin karşılaşılabileceği durumlar karşısında (düşme vb.) yakınlarına SMS gönderip onları haberdar edebilmek ve yakınının istediği anda görme engellinin konumunu bulabilmesi için gelişmiş GPS sistemleri kullanarak, gerçek zamanlı konum bilgilerine ulaştık. Akıllı baston prototipimiz sayesinde görme engelli bireyler daha fazla sosyal katılıma teşvik edilebilir.

Tablo 5. Tasarlanan bastondaki sensörlerin maliyeti

Kullanılan Malzeme	Maliyet
Arduino	120 TL
Kapadokya GSM Shield	1300 TL
Buzzer	35 TL
MPU6050	65 TL
GY-NEO6MV2	150 TL
Diğer kablo ve parçalar	130 TL
Yaklaşık Toplam Maliyet	1800 TL

Tablo 5'te sunulan verilere göre, geliştirilen sistemde kullanılan sensörlerin toplam maliyeti yaklaşık 1800 TL (~50 USD) olarak hesaplanmıştır. Tablo 4'te yer alan diğer

sistemlerle yapılan karşılaştırmada, geliştirilen sistemin maliyetinin daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca, sistemde kullanılan ivme ölçer sensörü sayesinde tehlike anları (örneğin, düşme) tespit edilerek kullanıcı güvenliği artırılmıştır. Bu özellik, diğer sistemlerde genellikle bulunmayan önemli bir avantaj sağlamaktadır. Sistemde kullanılan ivme ölçer sensörü sayesinde tehlike anları tespit edilerek kullanıcı güvenliği artırılmıştır. Yapılan maliyet karşılaştırmaları, geliştirilen sistemin diğer benzer sistemlere göre daha düşük maliyetli olduğunu göstermiştir.

Pil ömrü ve bakımıyla ilgili sorunlar sürekli dikkat gerektirir. Bu önemli sorunu akıllı bastonumuza şarj edilebilme özelliği ekleyerek bir nebze aştık. Maliyeti düşük olarak tasarlamak istememiz ve eldeki mevcut imkanlarla bu soruna bu şekilde çözüm bulabildik. Akıllı bastonumuza prototipi gömülü sistem entegre ettik. Görme engeli akıllı bastonu herhangi bir tehlike anında düşürdüğünde, kullanıcının yakınına mesajla bildirimde bulunduk. Akıllı bastonumuzun düşük maliyetli olarak tasarlanmasındaki nihai amaç erişilebilir olmasını sağlamaktır.

Bu araştırma, kör insanlara günlük görevlerinde yardımcı olarak ve destekleyerek kişisel asistan işlevi gören akıllı bir bastonu değerlendiriyor ve inceliyor. Cihazda bir MPU6050 ivme kontrol modülü, GPS ve GSM bağlantısı, buzzer ve bir ultrasonik sensör bulunuyor ve bu da kör insanların serbestçe hareket etmesini sağlıyor. Engeller, merdiven boşlukları, keşfedildi. Ayrıca bu çalışmada, akıllı baston sistemlerinde yaşanan GPS sinyal alma gecikmesinin nedenleri ve çözümleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sistemin güvenilirliği ve kullanım kolaylığını artırmak için önemli bir adım teşkil etmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, farklı çevresel koşullarda ve farklı GPS modülleri kullanarak daha kapsamlı testler gerçekleştirilebilir.

MPU6050 ivme ölçüm birimi ile donatılan akıllı baston projesi, görme engelli bireylerin ani düşme durumlarını tespit etmek amacıyla tasarlanmış, GPS ve GSM teknolojileri ile entegre edilmiş, kullanımı kolay ve uygun maliyetli bir çözümdür. Bu sistem, düşme durumunda kullanıcıların yakınlarına otomatik olarak alarm göndererek hızlı müdahale imkanı sunar.

Bu çalışma, görme engelli bireyler için daha uygun maliyetli ve daha güvenli bir akıllı baston sistemi geliştirilebileceğini göstermiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, sistemin farklı sensörler ile zenginleştirilmesi ve yapay zeka algoritmaları ile desteklenmesi sayesinde daha gelişmiş özellikler kazandırılabilir.

Bluetooth sayesinde akıllı baston, akıllı telefonlarla eşleştirilerek daha geniş bir özellik yelpazesine ulaşabilir. Akıllı bastonda Bluetooth özelliğinin olup olmaması,

cihazın tasarlandığı amaca ve hedef kullanıcı kitlesine göre değişen bir durumdur. Eğer cihazın öncelikli amacı basit bir engel algılama ve sesli geri bildirim vermek ise Bluetooth özelliğine ihtiyaç duyulmayabilir. Ancak, cihazın daha gelişmiş özellikler sunması ve kullanıcıya daha fazla seçenek sunması isteniyorsa, Bluetooth özelliği önemli bir avantaj sağlayacaktır. Sonuç olarak, akıllı bastonda Bluetooth özelliğinin olup olmaması, cihazın tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli bir faktördür. Her iki durumda da avantajlar ve dezavantajlar bulunmaktadır. Projenin hedefleri ve kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda en uygun karar verilmelidir.

GPS modülünün PIC mikrodenetleyici ile başarılı bir şekilde iletişim kurabilmesi, prototipin işlevselliğini önemli ölçüde artıracaktır. Bu sayede, harici donanımlara olan ihtiyaç ortadan kalkacak ve sistem daha bağımsız hale gelecektir. GPS verilerinin işlenmesiyle, kullanıcının konumu belirlenebilir, rota planlaması yapılabilir ve çeşitli uyarılar verilebilir. Ancak, GPS modülünün tüketimi ve hassasiyeti gibi faktörler de göz önünde bulundurularak uygun bir model seçilmelidir.

Elektronik destekli baston prototipi, görme engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırma potansiyeli taşıyan önemli bir teknolojik gelişmedir. Yapılacak tasarım iyileştirmeleriyle, prototip daha kullanışlı, daha hafif ve daha işlevsel hale getirilebilir. Özellikle boyut ve ağırlık optimizasyonu ile GPS modülünün başarılı entegrasyonu, prototipin ticarileşmesi için önemli adımlar olacaktır. Gelecekteki çalışmalarda makine öğrenimi gibi teknolojilerden yararlanarak bastonun yetenekleri daha da genişletilebilir. Bu sayede, görme engelli bireylerin bağımsız hareket etmeleri ve sosyal hayata katılımları desteklenebilir.

KAYNAKÇA

- Agrawal, M. P., and Gupta, A. R. (2018, April). Smart stick for the blind and visually impaired people. In *2018 second international conference on inventive communication and computational technologies (ICICCT)* (pp. 542-545). IEEE.
- Ahmed, S., Shaharier, M. M., Roy, S., Lima, A. A., Biswas, M., Mahi, M. J. N., ... and Gaur, L. (2022, April). An intelligent and multi-functional stick for blind people using IoT. In *2022 3rd International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)* (pp. 326-331). IEEE.
- Akın, A. T., Cömert, Ç., ve Usta, Z. (2023). Görme Engelliler İçin Geliştirilmiş Destekleyici Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Karşılaştırmalı Değerlendirmesi. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri Ve Mühendisliği Dergisi*, 16(2), 94-101. <https://doi.org/10.54525/tbbmd.1247135>
- Ambawane, P., Bharatia, D., and Rane, P. (2019, July). Smart e-stick for visually impaired using video intelligence api. In *2019 IEEE Bombay Section Signature Conference (IBSSC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Ansari, A. A. U., Gautam, A., Agarwal, A., Kumar, A., and Goel, M. R. (2020). Smart Cane 2.0 Walking Stick for Visually Impaired. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 7(05), 527-531.
- Batliwala, J., Chauhan, S., Dedge, K., and Patil, P. R. (2020). Smart Blind Stick For The Visually Impaired. *International Journal for Science and Advance Research in Technology (IJSART)* 6(4).
- Bülbül, A. G. M. Ş., ve Eryılmaz, A. (2012). *Görme engelli öğrenciler için fizik ders araçları*. M. Sahin BÜLBÜL.
- Emiroğlu, B. G. (2008). Üniversitelerde görme engelli öğrenciler için bilişim. *Akademik Bilişim*, 5.
- Enç, M. (2005). *Görme özürlüler gelişim, uyum ve eğitimleri*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık. 2. Baskı, Ankara.
- Hebebe, M. T. (2017). Görme Engelli ve az gören bireyler için geliştirilen donanım ve yazılımlar. *Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 1(2), 51-62.

- İyigün, S. Ç., ve Tortop, H. S. (2018). Özel eğitimde yenilikçi uygulamalar görme engelli bireyler için inovatif ve yenilikçi teknolojik araç tasarımları ve yaşam doyumlarına etkisi. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 5(2), 31-43.
- Kaplan, H. ve Ulvi, H. (2007). Engellilerin kaldırım ve yaya geçitlerinde karşılaştıkları kaza riskleri: Konya kent merkezi örnekleme. *Öz-Veri*, 6(2), 1483-1512.
- Kara, C. (2011). Gören, az gören ve görme engelli çocuklar için (bakılabilen ve dokunulabilen illüstrasyonlu) kitap önerisi.
- Karakuzu, C., ve Gültekin, S. (2017). İnternet Üzerinden Görsel Bilgisayar Arayüzü ile Nokta Matris LED Tabela. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri Ve Mühendisliği Dergisi*, 10(2), 42-52
- Kayaalp, K. ve Özkorucuklu, S., (2015). Arduino Teknolojisi Kullanılarak Tarla için Radyasyon Kapı Kontrolü Tasarımı. *SDU International Technologic Science*, 7(2), 39-47.
- Kocamaz, A. F.ve Uçar, E. (2006). Görme Engelliler için Ultrasonik Alıcı Vericili Beyaz Baston. *ELECO2006 Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*. https://www.emo.org.tr/ekler/133f88cbe33bcd0_ek.pdf.
- Kunta, V., Tuniki, C., and Sairam, U. (2020, June). Multi-functional blind stick for visually impaired people. In *2020 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)* (pp. 895-899). IEEE.
- M., Yayla, B., Menteş, M. M., ve Haberal, O. E. (2019). Düşme Algılama Sistemi Tasarımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 361-366.
- Mahi, M. J. N., Chaki, S., Ahmed, S., Biswas, M., Kaiser, M. S., Islam, M. S., ... and Whaiduzzaman, M. (2022). *A review on VANET research: Perspective of recent emerging technologies*. IEEE Access, 10, 65760-65783.
- Mashelly, S., Fakhr, M. A., and Seddik, A. F. (2015, April). *Effective Fast Response Smart Stick for Blind People*. In 2nd International Conference on Advances in Bio-Informatics and Environmental Engineering.
- Muhammed, A., Khan, M. U. A., Azhar, H., Masood, A. ve Bakhshi, M. S. (2010). İnsanların tehlikeli engellerden kaçınmasına yardımcı olmak için akıllı asistanların analitik çalışması. *Amerikan Bilimi Dergisi*, 7(8), 480-485.
- Nada, A., Mashelly, S., Fakhr, M. A., and Seddik, A. F. (2015, April). Effective fast response smart stick for blind people. In *Proceedings of the second International Conference on Advances in bio-informatics and environmental engineering- ICABEE*.

- Özerdem, M. S., ve Cengiz, R. (2018). GSM Tabanlı Çoklu Takip Sistem Uygulaması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 9(1), 153-160.
- Pathak, A., Adil, M., Rafa, T. S., Ferdoush, J., and Mahmud, A. (2020). An IoT based voice controlled blind stick to guide blind people. *International Journal of Engineering Inventions*, 9(1), 9-14.
- Saha, P., Tuba, M. A., Ahmed, K. A., and Ashrafuzzaman, M. (2020). Development of an inexpensive proficient smart walking stick for visually impaired peoples. In *Advances in Decision Sciences, Image Processing, Security and Computer Vision* (pp. 48-56). Springer, Cham.
- Sahoo, N., Lin, H.-W., and Chang, Y.-H. (2019). Design and Implementation of a Walking Stick Aid for Visually Challenged People. *Sensors*, 19(1), 130.
- Tirupal, T., Murali, B. V., Sandeep, M., Kumar, K. S., and Kumar, C. U. (2021). Smart Blind Stick Using Ultrasonic Sensor. *Journal of Remote Sensing and GIS Technology*, 7(2), 34-42.
- Tuşat E. ve Turgut B., (2004). *GPS Efemeris Bilgisinin Göreli Konumlamada Koordinatlara ve Baz Bileşenlerine Etkisi*, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., c.19, s.1.
- URL-1, www.fruugo.com.tr/ak%C4%B1l%C4%B1-baston-ayarlanabilir-katlanabilir-baston-%C4%B1s%C4%B1k-pil-ac%C4%B1k-iki-yonlu-diyalog/p-297997773. 02 Ocak 2025.
- URL-2, <https://github.com/ArduinoHaber/kapadokya-gsm-shield-library>. 02 Eylül 2024
- URL-3, https://www.robishop.com/urun/arduino-leonardo-r3-klon-1?srsId=AfmBOooAu4vpMKXC�06JzJNp6vQOEz-n3mLUmkOKQ-JBgOxF6_qGUYs3. 21 Ağustos 2024.
- URL-4, https://roboLinkmarket.com/kapadokya-GSM-shield-arduino-GSM-shield?srsId=AfmBOoobPbiL_A55VD78_RjlKIN_wY_HK_I-vI1KOCw2apV_qAAG5Nyy. 3 Eylül 2024.
- URL-5, <https://teknofest.org/tr/yarismalar/engelsiz-yasam-teknolojileri-yarismasi>. 20 Mayıs 2024.
- Whaiduzzaman, M., Farjana, N., Barros, A., Mahi, M., Naveen, J., Satu, M., Roy, S. and Fidge, C., 2021. HIBAF: A data security scheme for fog computing. *Journal of High Speed Networks*, (Preprint), pp.1-22

- Xie, Y., Zhang, X., Meng, W., Zheng, S., Jiang, L., Meng, J., and Wang, S. (2021). Coupled fractional-order sliding mode control and obstacle avoidance of a four-wheeled steerable mobile robot. *ISA Transactions*, 108, 282–294.
- Yüksekkaya, M., Yayla, B., Menteş, M. M., and Haberal, O. E. (2019). *Düşme Algılama Sistemi Tasarımı*. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 361-366.



EKLER

Ek 1. Kaynak Kodlar

```
#include <Wire.h>
#include <KapadokyaGSM.h>
KapadokyaGSM Kapadokya;
String SMSMetni, SMSNumarasi;
#define gonderilecekTelefonNumarasi"+90....."
#define LED_pin 13
#include <TinyGPS.h>
TinyGPS gps;
#define GPS Serial1
double enl;
double boy;
String konum = "Konum bekleniyor...";
char konum2[255];
// MPU6050 adresi
const int MPU6050_ADDR = 0x68;

// MPU6050 ölçüm değerleri için değişkenler
int16_t accelX, accelY, accelZ;
int16_t gyroX, gyroY, gyroZ;
float ax, ay, az;
float angleX, angleY, angleZ;

int dusmeAlgilandi = 0;
int mesajGonder = 0;

unsigned long SON_GONDERIM = 0;
unsigned long MEVCUT_TS = 60000;
void readMPU();

void setup() {
    Kapadokya.basla();
    delay(2000);
```

```

pinMode(LED_pin, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
delay(2000);
GPS.begin(9600);
delay(2000);
Kapadokya.tumSMSSil();
delay(2000);
Serial.println("Sistem Calisiyor");

Kapadokya.SMSGonder(gonderilecekTelefonNumarasiNumarasi
, "Sistem acildi.");

Wire.begin();
// MPU6050'yi başlat
Wire.beginTransmission(MPU6050_ADDR);
Wire.write(0x6B);
Wire.write(0);
Wire.endTransmission(true);
MEVCUT_TS += millis();
}

void loop() {
    SMSMetni = Kapadokya.SMSOku(1);
    if (SMSMetni.indexOf("OK") != -1) {
        if (SMSMetni.length() > 7) {
            SMSNumarasi = Kapadokya.numaraliSMSOku(1);
            Serial.println(SMSNumarasi);
            SMSMetni.toUpperCase();

            if (SMSMetni.indexOf("LEDAC") != -1) {
                Serial.println("LED ACILDI");
                digitalWrite(LED_pin, HIGH);

                Kapadokya.SMSGonder(gonderilecekTelefon
NumarasiNumarasi, "LED Acildi");

```

```

    }
    else if (SMSMetni.indexOf("LEDKAPAT") != -1){
        Serial.println("LED KAPATILDI");
        digitalWrite(LED_pin, LOW);

        Kapadokya.SMSGonder(gonderilecekTelefon
        NumarasiNumarasi, "LED Kapatildi");
    }
    else if (SMSMetni.indexOf("NERDESIN") != -1
    || SMSMetni.indexOf("NEREDESIN") != -1 ||
    SMSMetni.indexOf("KONUM") != -1){
        delay(1000);
        bool yeniVeri = false;
        for (unsigned long start = millis();
        millis() - start < 1000;) {
            while (GPS.available()) {
                char c = GPS.read();
                if (gps.encode(c))
                    yeniVeri = true;
            }
        }

        if (yeniVeri) {
            float flat, flon;
            unsigned long age;
            gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
            enl = flat;
            boy = flon;
            konum = "www.google.com.tr/maps/place/"
+ String(enl, 6) + "," + String(boy, 6);
            konum.toCharArray(konum2, 100);
            delay(1000);
        }

        delay(1000);
    }

```

```

        char konum2[255];
        konum.toCharArray(konum2, 100);

        Kapadokya.SMSGonder(gonderilecekTelefonNumarasiNumarasi, konum2);
    }
    else {
        Serial.println("Tanimsiz SMS.....");
    }

    Kapadokya.tumSMSSil();
}

}

readMPU();

if(dusmeAlgilandi == 1 && mesajGonder == 0){
    dusmeAlgilandi = 0;
    mesajGonder = 1;
}

if(mesajGonder == 1 && ((MEVCUT_TS - SON_GONDERIM) > 60000)){
    bool yeniVeri = false;
    for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;) {
        while (GPS.available()) {
            char c = GPS.read();
            if (gps.encode(c))
                yeniVeri = true;
        }
    }

    if (yeniVeri) {
        float flat, flon;
        unsigned long age;

```

```

        gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
        enl = flat;
        boy = flon;
        konum = "www.google.com.tr/maps/place/" +
String(enl, 6) + "," + String(boy, 6);
        konum.toCharArray(konum2, 100);
        delay(1000);
    }

    mesajGonder = 0;
    char konum2[255];
    char msgBuffer[512];
    konum.toCharArray(konum2, 100);
    String mesaj = "Tehlike: " + String(konum);
    const char *msgb = mesaj.c_str();

    Serial.println(msgb);

    Kapadokya.SMSGonder(gonderilecekTelefonNumarasiNu
marasi, msgb);
    SON_GONDERIM = millis();
}
MEVCUT_TS += millis();
}

void readMPU(){
    // MPU6050'den veri oku
    Wire.beginTransaction(MPU6050_ADDR);
    Wire.write(0x3B); // Başlangıç adresi (ivme ölçer
verileri)
    Wire.endTransmission(false);
    Wire.requestFrom(MPU6050_ADDR, 14, true); // 14 bayt
veri al (accel ve gyro verileri)

    accelX = Wire.read() << 8 | Wire.read();

```

```

    accelY = Wire.read() << 8 | Wire.read();
    accelZ = Wire.read() << 8 | Wire.read();
    gyroX = Wire.read() << 8 | Wire.read();
    gyroY = Wire.read() << 8 | Wire.read();
    gyroZ = Wire.read() << 8 | Wire.read();

    // İvme ölçer değerlerini "g" birimine çevir
    ax = accelX / 16384.0;
    ay = accelY / 16384.0;
    az = accelZ / 16384.0;

    // Açı hesaplama (ivme ölçer tabanlı)
    angleX = atan2(ay, az) * 180 / PI;
    angleY = atan2(ax, sqrt(ay * ay + az * az)) * 180 / PI;
    angleZ = atan2(sqrt(ax * ax + ay * ay), az) * 180 / PI;

    if(angleY >= 60.0 || angleY <= (-60.0)){
        Serial.println("Dusme algilandi!");
        dusmeAlgilandi = 1;
    }

    if(angleZ >= 150.0 || angleZ <= (20.0)){
        Serial.println("Dusme algilandi!");
        dusmeAlgilandi = 1;
    }

    Serial.print("Angle X: "); Serial.print(angleX);
    Serial.print(" | Angle Y: "); Serial.print(angleY);
    Serial.print(" | Angle Z: "); Serial.println(angleZ);
}

```

ÖZGEÇMİŞ

2009 yılında Atatürk Üniversitesi BÖTE Bölümü'nden mezun oldu. 2011-2013 yılları arasında Antalya ilinde, 2013-2021 yılları arasında Gümüşhane/Kelkit ilçesinde muhtelif okullarda öğretmenlik yaptı. 2021-2023 yılları arasında Gümüşhane/Kelkit ilçesinde muhtelif okullarda müdür yardımcılığı yaptı. 2022 yılında Öğretmenlik Kariyer Basamakları sınavını kazanarak uzman öğretmen unvanını aldı. İl dışı tayini ile 30.07.2024 tarihinde Yöneticilerin Yeniden Görevlendirilmesi kapsamında Kocaeli Derince İlçesi Çakabey Ortaokulu'na müdür yardımcısı olarak atandı. Halen bu görevini sürdürmektedir. Evli ve 2 çocuk annesidir.

