

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: SCAPTURE

TAKIM ADI: S.O.S. (Sound of Silence)

Başvuru ID: 411847

TAKIM SEVİYESİ: Lise



İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	2
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm	3
4. Yöntem.....	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	7
6. Uygulanabilirlik.....	7
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):	9
9. Riskler	10
10. Kaynaklar	10
Ek1:	11

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

İşitme engelli bireyler sesleri duyamadıkları için acil durumlardan haberdar olamamaktadırlar. Proje işitme engelli bireylerin yaşadığı sorunları en aza indirmek için tasarlandı. Ülkemizde kullanılan İkaz ve Alarm işaretleri 4'e ayrılır: Sarı İkaz, Kırmızı Alarm, Siyah Alarm (KBRN Alarmı) ve Beyaz İkaz (Tehlike Geçti İkazı). Proje bu ikaz ve alarm sirenlerini algılayıp, sirenin hangi duruma ait olduğunu işitme engeli olan bireye bildirir. Örneğin hava saldırısı olduğunda, sığınağa inilmesi gerekir. İşitme engelli birey yalnız ise sireni duymayabilir ve tedbir alamayabilir. Geliştirilen cihaz sayesinde ortamda var olan sireni algılar ve güvenliğini sağlar. Prototip her sese aynı tepkiyi vermeyip, o an ortamdaki sesi ayırt ederek, sesin hangi olaya ait olduğunu belirtir. Projede Raspberry Pi mikro denetleyici kart, ekran ve mikrofon kullanılır. Yazılım için Python programlama dili kullanılır. Projenin gerçekleştirilebilmesi için mikrofondan alınan veriler mikro denetleyici kart aracılığı ile Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) tekniği kullanılarak analiz edilir. Mikro denetleyici kart yazılım haricinde herhangi bir program kullanılmadan frekans değerleri elde edilebilecek, kart bir dönüştürücü olarak çalışacaktır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre ortamda o an gerçekleşen olay ekrana yazdırılacaktır. Ayrıca kullanıcıların ekranı fark edemeyecekleri düşünülerek titreşim motoru ile uyarılmaları sağlanacaktır. Proje geliştirme süreci; "Planlama", "Araştırma", "Kullanılacak Malzemeler", "Test", "Tasarım", "Entegrasyon ve Uygulama" aşamaları olarak gerçekleştirilir. Yazılım ve proje tasarımı tamamen özgündür.

Geliştirilen prototip sayesinde işitme engelli bireyler hem titreşim hem de ekranda yazan uyarı sayesinde o an yaşanan durumu algılamaları sağlanır.



Şekil 1 : SCapture Prototip Görseli

2. Problem/Sorun

Afetler her bir insanın üzerinde birbiriyle kıyası mümkün olmayan farklı etkilere neden olurken toplumun bir kesiminde bu durum ziyadesiyle farklılaşır. Bu kesim “dezavantajlı gruplar” veya “incinebilir gruplar” veya “özel gereksinimli gruplar” olarak isimlendirilen kesimdir. (Akkaş ve Babahanoğlu, 2021). Bu gruplar içerisinde yer alan bireyler afetler esnasında durumun farkına varmada daha fazla zorluk yaşamaktadırlar.

Aile ve Çalışma Bakanlığı Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü İstatistik Bülteni (Mart, 2020) tarafından yayınlanan verilere göre, engelli olan nüfusun toplam nüfus içindeki oranı %12,6’dur. Bu oranı yürümede, konuşmada, işitmede, taşımada ve öğrenmede engel yaşayan bireyler oluşturmaktadır. Çeşitli engele sahip bireyler içinde işitme engelli bireyler 836.000 kişi ile %1,1’lik kısmı oluşturmaktadır. İşitme engelli bireyler acil durum seslerini duymadıkları için etraflarında hangi durumun gerçekleştiğinin farkına varamamaktadır.

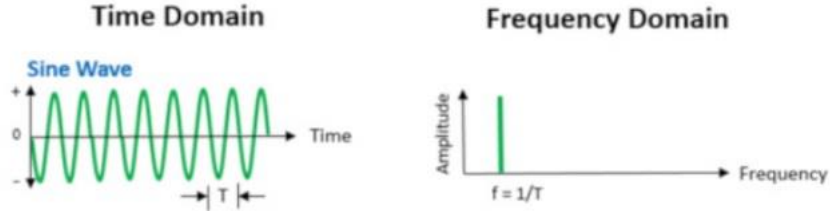
İşitme engeli olan bireyler için afetler esnasında farkındalıklarını artırmak için ışıklı ikaz ve otomatik gaz algılayan sistemler mevcuttur. (Vladutiu, Casteel, Marshall vd., 2012; Alexander ve Sagramola, 2014). Afet sırasında engellilerin rahatlıkla erişebilecekleri uyarı ve yardım sistemlerinin geliştirilmesi konusunda düzenlemeler yapılmalıdır (Tonak ve Kitiş, 2020).

Hâlihazırda sesi yazıya, yazıyı sese çeviren, birey kaybolduğunda kısa mesaj ya da mail gönderen sistemler, titreşimli ve ışıklı uyarı sistemleri yapılmıştır. Ancak sesin frekans bilgisini alıp, o frekans hangi sese ait olduğunu çözümleyen bir sistemle karşılaşmamıştır. Işıklı, titreşimli uyarı sistemleri eklenecek mikrofon ve yazılım ile daha kapsamlı hale gelebilir. Titreşim motor modülü, bir olayın gerçekleştiğini hissettirerek, bireyin ekrana bakmasını sağlamaktadır.

3. Çözüm

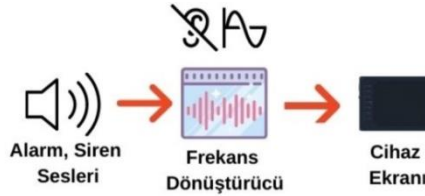
İşitme engelli bireyler geliştirilen prototip sayesinde etraflarında hangi afet durumunun gerçekleştiğini net olarak anlayabilir. Projede Hızlı Fourier Dönüşümü (Fast Fourier Transform-FFT) tekniği kullanılır. FFT bir dizinin ayrık Fourier dönüşümünü (DFT) ya da ters ayrık dönüşümünü hesaplayan bir algoritmadır. Fourier analizinde bir sinyal bulunduğu uzaydaki (genellikle zaman uzayı) gösteriminden frekans uzayındaki gösterimine ya da tersine dönüştürülür (Heideman, Johnson ve Burrus, 1984). FFT algoritmaları mühendislik, bilim, matematik ve müzikte sıklıkla kullanılmaktadır

(Strang, 1994). Matematikçi Gilbert Strang, 1994 yılında FFT'yi "insan hayatındaki en önemli sayısal algoritmalarından biri" olarak tanımlamıştır (Strang, 1994; Kent ve Read, 2002). IEEE'nin Computing in Science & Engineering dergisi ise FFT'ye "20. Yüzyılın En Önemli 10 Algoritması" listesinde yer vermiştir (Dongarra ve Sullivan, 2000).



Şekil 2 : Sinüs Dalgaları Çizen Sesin Frekans Gösterimi

Sistem uygulanan bu teknikle sinüs eğrisi çizen ses frekansının pik değerini tespit eder. Daha önceden sessiz bir ortamda ikaz alarm ses frekansları bu teknikle belirlenip, yazılımla kodlaması yapılır. Sistem mikrofonla elde edilen verinin hangi olaya ait olduğunu ekrana yazar.



Şekil 3 : Sistem Çalışma Prensipleri İkonik Gösterim

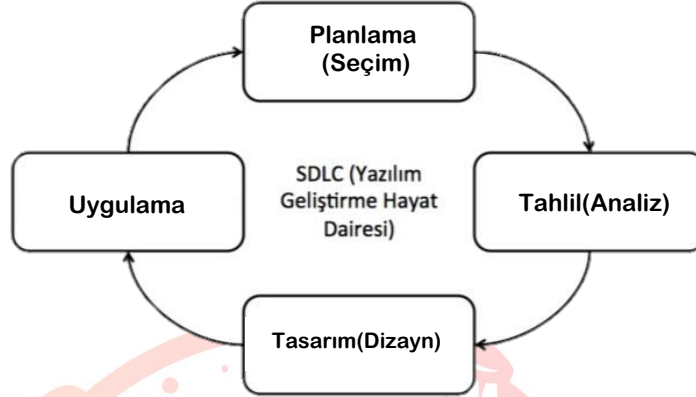
İşitme engelli bireyler gerçekleşen olayın ne olduğunu çok hızlı bir şekilde öğrenip, engelsiz bireyler gibi tedbir alabilir. Örneğin kimyasal bir saldırı olduğunda o an yaşanan durumun kimyasal saldırı olduğu ekrana yazdırılarak ve titreşim verilerek belirtilir. Titreşim uyku halinde olma ya da ekranı fark edememe durumu için düşünülmüştür. Prototipte yer alan mikrofon gelen veriyi FFT tekniğiyle analiz ederek, frekans bilgisi hangi duruma aitse ekrana o durumu yazdırır. Prototip geliştirilerek toplumda var olan tüm işitme engelli bireyler için kullanılabilir. İşitme engelli bireylerin güvenlikleri için bu proje hayati bir önem arz etmektedir. İşitme engelli eğitimciler ve öğrencilerin kullanabileceği bir prototip geliştirilerek, eğitim ortamında engelli birey farkındalığını artırılıp, daha gelişmiş cihazlar için neler yapılabileceği konusunda yol gösterici olacaktır. Prototip, acil alarm sirenlerini tanımayan bireyler için de eğitsel ya da güvenlik amaçlı kullanılabilir. Ayrıca prototip için Türk Patent ve Marka Kurumu'na "Faydalı Model" başvurusu yapılarak bu konuda bilinç kazandırılmıştır.



Şekil 4 : Prototip Önden, Arkadan ve Yandan Görünümü

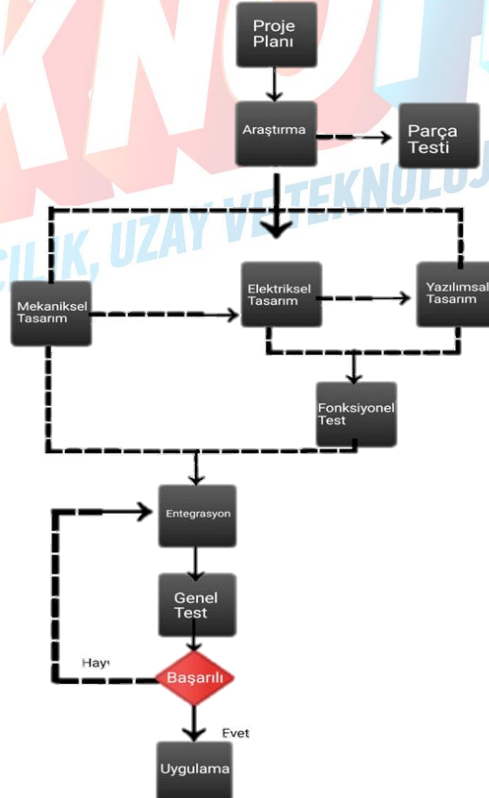
4. Yöntem

Projede yazılım geliştirme yöntemlerinden olan Yazılım Geliştirme Hayat Döngüsü (Şeker, 2014) kullanılmıştır. Bu yöntemde planlama aşamasından sonra analiz, tasarım ve uygulama basamakları yer almaktadır.



Şekil 5 :Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü (Şeker, 2014)

Projede Yazılım Geliştirme Hayat Döngüsü daha detaylı olarak ele alınmış ve bir proje planı algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritma; “Proje Planı”, “Araştırma”, “Parça Testi” aşamalarından sonra tasarım aşamaları olan “Elektriksel Tasarım”, “Yazılımsal Tasarım”, “Mekaniksel Tasarım” aşamalarına geçilmiştir. Tasarım aşaması sonrasında “Entegrasyon” ve “Genel Test” aşaması uygulanmıştır. Eğer genel test başarılı olmazsa entegrasyon aşaması tekrar ele alınır, başarılı olursa “Uygulama” aşamasına geçilir. Projenin tüm aşamaları başarılı şekilde gerçekleşerek prototip uygulanmıştır.



Şekil 6 : Proje Geliştirme Algoritması

Tasarım ve Entegrasyon Aşamaları (Proje İşlem Basamakları):

Adım1: Mikrofon sisteme analog olarak bağlanarak yazılım yüklenir. Alınan veriler görüntülenerek raporlanır.

Adım2: Mikrofona gelen verilerin ekrana yazdırılması sağlanır.

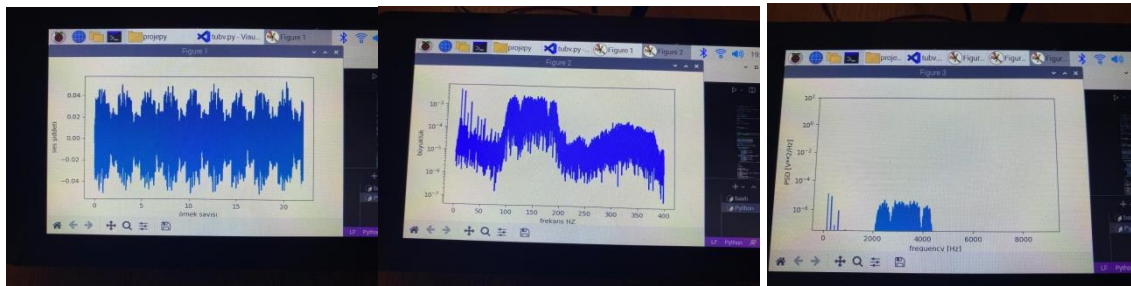
Adım3: İkaz ve alarm sesleri dinletilerek frekansları raporlanır.

Adım4: Raporlanan ikaz ve alarm seslerinin frekans bilgilerine göre kodlama yapılır.

Adım5: Titreşim motoru da eklenerek entegrasyon aşaması tamamlanır. Prototip kola takılır hale getirilir.

Adım6: Genel test aşamasına geçilir.

Mikrofonun dış sesi minimum düzeye indiren geniş frekans aralığına ve ayarlanabilir gürültü önleyici bir model tercih edilmesi gerektiği, daha basit yapılı mikrofonların yetersiz olduğu gözlenmiştir. Bu sayede yaşanan olay esnasında en baskın ses diğerlerinden ayırt edilebilir. Mikrofon tarafından alınan veri, FFT yöntemi sayesinde ayırt edilerek yazılıma tanıtıldı. Sırayla üç ayrı veri grafiği oluşturuldu. Birinci grafikte zamana göre örnek sayısını elde edildi. İkinci grafikte frekans büyüklüğü elde edildi. Üçüncü grafikte frekansın spektral güç yoğunluğu (PSD) yani periyodogram elde edildi. Yazılımda karar yapısı periyodogram değerlerine göre belirlendi. Örneğin Kırmızı Alarm için PSD değeri 4160-4230 ve 7150-7190 aralıklarında olmak üzere iki tane tepe değeri vermiştir. Yazılımın bu değerlere göre yazıldığında alarma doğru tepki verdiği gözlenmiştir. Siyah Alarm için grafikler incelendiğinde PSD değeri 2200-3000 ve 4000-4400 aralıklarında olduğu gözlenmiştir. Sistem alarmı tanıyarak doğru tepki vermiştir. Sistem diğer seslere tepki vermeden bu seslere ayırt edebilmiştir. Eklenebilecek daha fazla sese de doğru tepki vereceği öngörülmektedir. Yazılımda Visual Studio Code derleyici programında Python programlama dili kullanıldı.



Şekil 7 : Birinci, İkinci ve Üçüncü Grafik Örnekleri

Mikro denetleyici olarak kullanılan Raspberry Pi B+ gerçekleştirilen analiz için en uygun karttır. Benzer yazılım Arduino IDE ile Arduino Uno mikro denetleyici ve mikrofon sensörü

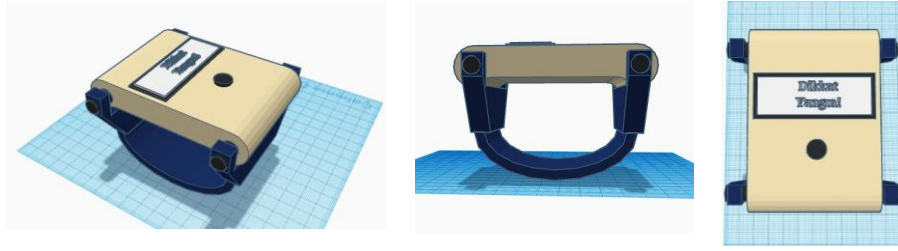
kullanılarak test edildiğinde frekans yakalama konusunda daha başarısız olmuştur. Sabit frekansları yakalasa da alarm ve siren gibi değişken frekansları doğru tespit etmede yetersiz olduğu gözlenmiştir. Proje sonucunda geliştirilen prototipin gürültülü ortamda dahi doğru sonuç verdiği gözlenmiştir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projeye benzer ulusal ve uluslararası projeler incelendiğinde; bazı projelerde frekans bilgisi alınabildiği, bazı projelerde titreşim motoru kullanıldığı, bazı projelerde ışıklı uyarı sistemleri yapıldığı tespit edilmiştir. Ancak alınan frekans değerinin mikro denetleyici karta tanıtılarak tepki verdiği bir prototip ya da ürüne rastlanmamıştır. Yapılan literatür araştırmasında işitme engelliler için daha önce FFT yöntemi kullanılarak sesleri tanıyan bir proje görülmemiştir. Sesi yazıya, yazıyı sese çeviren, birey kayb olduğunda kısa mesaj ya da mail gönderen sistemler, titreşimli ve ışıklı uyarı sistemleri mevcut olsa da, işitme engelliler için yapılmış, frekans bilgisinin hangi sese ait olduğunu çözümleyen bir sistemle karşılaşmamıştır. Bu kategoride geçtiğimiz yılların projeleri incelendiğinde aynı tekniğin kullanıldığı başka bir projeye rastlanmamıştır. FFT yönteminin bu amaçla kullanıldığı özgün bir projedir. Kullanılan titreşim motoru projede yer alarak, birey o esnada bir olayın gerçekleştiğini hissederek ekrana bakması sağlanacaktır. Cihaz kompakt olarak, akıllı bileklik şeklinde üretilip işitme engeli olan bireylerin de engelsiz bireyler gibi afetlere tepki vermesini sağlayacaktır. Mevcut engelli bilekliklerine mikrofon ve yazılım eklentisi ile şuan kullanılan bileklikler kapsamlı hale getirilebilir. Kullanılan yazılım bu noktada mevcut sistemlerin gelişmesini sağlayarak fark yaratacaktır.

6. Uygulanabilirlik

Proje sonunda ortaya çıkan prototip beklenildiği gibi çalışmıştır. Prototipin gerçeğe dönüştürülmesi noktasında herhangi bir engel yoktur. Prototip daha kompakt bir hale getirilerek geliştirilmesi kullanımı bakımından daha rahat olacaktır. Geliştirilen prototipi ilçemizde yer alan hafif duyma engeli olan iki bireyin denemesini sağladık. Proje birçok alanda geliştirilmeye açık fikirler oluşturabilir. Uygulanabilir olduğunda sensör arızası riski, pil bitme riski olabilir. Projede kullanılan malzemeler istenilen verimi sağlayabilen en düşük maliyetli ürünlerden seçilerek kullanıldı. Daha kaliteli malzemelerle proje üretime uygun olarak yapılabilir. Gelişen sensör teknolojileriyle birlikte, kullanılan bileşen boyutlarının küçülmesi, daha kaliteli malzeme kullanılarak hassas ölçümler yapabilmeleri frekans yakalama başarısının artmasına neden olabilir. Proje adaptör ile beslenmiştir, enerji sistemi olarak güneş enerjisi seçilmesi kendi kendini şarj edebilmesi hem doğa dostu hem de sürdürülebilir olmasını destekleyecektir. Güçlü batarya ve şarj kullanılarak da pil sorunu en aza indirilebilir. Prototip geliştirilerek tıpkı akıllı bileklikler gibi sistemler tasarlanıp engelli bireylerin kullanabileceği bir ürün tasarlanabilir. Hâlihazırda var olan akıllı bilekliklerde pil ömrü problemi olmayan kullanışlı sistemler mevcuttur. Bu tarz bir bilekliğe mikrofon ve yazılım eklentisiyle engelliler için bir ürüne dönüşebilir. Gerekli malzemeler temin edildiğinde olabilecek ürüne dair tasarım görseli aşağıdadır.



Şekil 8 : Akıllı Bileklik Hayali Çiziminin Farklı Açılardan Görüntüsü

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 1 : Proje Zaman Planlaması

Aylar	Yapılacak İşler	Görevli Kişiler	Yöntem/Teknik
Aralık-Ocak	Fikir Bulma Kaynak Taraması Veri Toplama	Enes Burak Yılmaz	Araştırma Problem Çözme Kaynak taraması
Şubat	Verilerin Analizi Planlama Yapılması Projenin Detaylandırılması	Enes Burak Yılmaz	Araştırma Problem Çözme Beyin fırtınası
Mart-Nisan	Parça Testi ve Tasarım Yapılması Prototip Entegrasyonunun Yapılması	Enes Burak Yılmaz	Gösterip yaptırma Üretim Denemeler yapma
Mayıs- Haziran	Prototipe Son Halinin Verilmesi Uygulama Yapılması	Enes Burak Yılmaz	Test Etme Uygulama Deneme Yapma
Temmuz-Ağustos	Test Aşaması (Prototip işitme engelli olan bireyler tarafından test edilerek raporlanacak) Proje yaygınlaştırma	Enes Burak Yılmaz	Geliştirme Uygulama Deneme
Eylül	Test sonuçlarına göre eksiklerin giderilmesi ve geliştirme çalışmaları TEKNOFEST Final Etkinliği için "SCAPTURE" proje sunumunun hazırlanması	Enes Burak Yılmaz	Geliştirme Uygulama Deneme Sunum

Tablo 1'de görüldüğü gibi takım üyeleri projenin her aşamasında aktif olarak yer almıştır. Sunum anına kadar çalışmalar planlanmış, gelinen tarihe kadar proje planı eksiksiz uygulanmıştır.

Tablo 2 : Malzeme, Özellik ve Maliyet Tablosu

Kullanılan Malzemeler	Malzeme Özelliği	Malzeme Birim Fiyatı
	Raspberry Pi 3 Model B+ : Raspberry Pi bir tek kart bilgisayardır. Bunun anlamı, bir bilgisayar için gerekli olan işlemci, RAM bellek, giriş/çıkışlar gibi tüm birimler tek bir devre kartı üzerinde toplanmıştır. Raspberry Pi gibi bilgisayarlar, Arduino gibi mikrokontrolcü kartların gücünün yetmediği ve aynı anda birden fazla işlemin yapılması gerektiği durumlarda kullanılırlar. Prototip için tercih edilme nedeni budur. Ayrıca Raspberry Pi 3 B+ modelinde 1.4 GHz hızında çalışan 64-bit destekli ARM Cortex-A53 işlemcisi bulunmaktadır.	869 TL
	Rampage RMX-M8 Tornado Mikrofon : Rampage RMX-M8 Tornado, dinamik bir masaüstü mikrofondur. Parlak ve şeffaf ses için geniş frekans aralığına ve ayarlanabilir gürültü önleyici mikrofonu sahiptir. Mikrofon pedi sayesinde temiz yalın bir ses aktarımı gerçekleştirir. Ayrıca dayanıklılığı ile de öne çıkmaktadır.	431 TL
	Titreşim Motoru Modülü, 5V'luk bir güç girişi yaptıktan sonra, dijital sinyal veya PWM sinyali ile AÇIK / KAPALI veya motorun titreşim yoğunluğunu kontrol edilebilen küçük bir modüldür. Modül, elektrik sinyalinin titreşime dönüştürülmesini kolayca tamamlayabilir.	36 TL
	Raspberry Pi Dokunmatik Ekran : Ekran, Raspberry Pi üzerindeki DSI konektörünü de kullanır, bu sayede HDMI portu ve GPIO pinlerini işgal etmez. Windows 10 IoT Core ve Raspbian işletim sistemlerinde Raspberry Pi'ye bağlantısı doğru yapıldığında otomatik olarak tanınmakta ve çalışmaktadır. Projede GPIO portlarından 5V akımı doğrudan ekranın güç pinlerine bağlayarak da besleme yapılır.	1.826 TL
	Motor Sürücü Kartı, 24V'a kadar olan motorları sürmek için hazırlanmış olan bu motor sürücü kartı, iki kanallı olup, kanal başına 2A akım vermektedir. Motorunun çalışması gereken akımı sağlamak için kullanılır.	38 TL

Tablo 2'de görüldüğü üzere; proje 3,200 TL'lik bütçe ile uygulanabilir. Projede yer alan malzemeler ve güncel fiyatları Raspberry Pi 3 Model B+, 869 TL; Rampage RMX-M8 Tornado Mikrofon, 431 TL; Titreşim Motoru Modülü, 36 TL; Raspberry Pi Dokunmatik Ekran, 1.826 TL; Motor Sürücü Kartı, 38 TL'dir. Projede kullanılacak malzemeler için harcamalar Mart-Nisan ayı içerisinde yapılır. Oluşabilecek bir risk durumuna karşın, örneğin modül arızası vs. durumlarında diğer aylar içerisinde malzeme için gerekli harcamalar da yapılabilir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projenin öncelikli hedef kitlesi güvenlikleri sağlamakta zorluk yaşayan işitme engeli olan

bireylerdir. Prototip işitme engeli olan bireyler tarafından test edilerek daha kullanışlı ve gelişmiş şekilde güncellenecektir. Projenin bir başka hedef kitlesi ise; özel eğitimin bir dalı olan “Özel Yetenekli Bireylerin” işitme engeli ve engeli olan bireyleri fark edip bu alanda çalışmalar yapmalarının sağlanmasıdır. Proje, acil afet ikaz sirenlerini tanımayan bireylere ekranda doğrudan olan olayın ne olduğunu yazdırarak kolaylık sağlayacaktır. Bu özelliğiyle hem engelsiz bireyler için kolaylık sağlayan bir cihaz hem de eğitim materyali olarak kullanılabilir.

9. Riskler

Tablo 3 : Olasılık ve Etki Matrisi

Olasılık	Etki		
	Düşük	Orta	Yüksek
Düşük	Çok Düşük Risk	Düşük Risk	Orta Risk
Orta	Düşük Risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Yüksek	Orta Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk

Pil bitmesi durumu olasılığı yüksek ve bitmesi durumunda etkisi de yüksek olması nedeniyle olasılık ve etki matrisine göre çok yüksek riskli kategoride değerlendirilmektedir. Sistemde kullanılan pil de maliyetin düşük oluşu nedeniyle seçilmiştir. Pilin çabuk bittiğini gözlemledik, adaptör ile sistemi besledik. Prototip sabit bir yerde kullanılacaksa bir adaptörle, sabit yerde durmayacaksa şarj edilebilir ve yedeği olan lipo pil ile kullanılabilir.

Modül arızası durumu olasılığı düşük ve arıza durumunda etkisi yüksek olması nedeniyle olasılık ve etki matrisine göre orta riskli kategoride değerlendirilmektedir. Kullanılan bazı sensörler uygun maliyetli olarak seçildiği için bozulma riskleri, uzun süreli kullanımda dayanıksız ve yetersiz olabilir. Maliyet sağlandığı takdirde daha sağlam bir sistem tasarımı yapılabilir.

Mikrofonun toz nedeniyle kapanması durumu olasılığı düşük ve kapanması durumunda etkisi de orta olması nedeniyle olasılık ve etki matrisine göre düşük riskli kategoride değerlendirilmektedir. Bu durumun oluşmasını engellemek için kullanım kılavuzu içerisine dikkat edilmesi gereken hususlar olarak eklenebilir.

10. Kaynaklar

Alexander, D., Sagramola, S. (2014) Guidelines for Assisting People with Disabilities during Emergencies, Crises and Disasters. European and Mediterranean Major Hazards Agreement, Strasbourg, 10s.

Akkaş, İ., & Babahanoğlu, Ö. Ü. R. Sosyal Hizmet.

<https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/42250/istatistik-bulteni-2020-mart.pdf>

Dongarra, Jack; Sullivan, Francis (Ocak 2000). "Guest Editors Introduction to the top 10 algorithms". *Computing in Science & Engineering*. **2** (1): 22-23. [Bibcode:2000CSE.....2a..22D](#).

Heideman, Michael T.; Johnson, Don H.; Burrus, Charles Sidney (1984). "Gauss and the history of the fast Fourier transform" (PDF). *IEEE ASSP Magazine*. **1** (4): 14-21. [doi:10.1109/MASSP.1984.1162257](#).

Strang, Gilbert (May–Haziran 1994). "Wavelets". *American Scientist*. **82** (3): 250-255. [JSTOR 29775194](#).

Irawan, Y., Wahyuni, R., & Fonda, H. (2021). Folding Clothes Tool Using Arduino Uno Microcontroller And Gear Servo. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2(3), 170-174.

Kent, Ray D.; Read, Charles (2002). *Acoustic Analysis of Speech*. ISBN 0-7693-0112-6.

Öngör, C. (2012) Engelli Bireylere Afet Eğitimi. İzmir Büyükşehir Belediyesi Acil Kurtarma ve Sağlık Hizmetleri, 30s.

ŞEKER, S. E. (2014). Yazılım Geliştirme Hayat Döngüsü (Software Development Life Cycle). *YBS Ansiklopedi*.

TONAK, H. A., & KİTİŞ, A. Deprem ve Yangın Afetlerinde Engelli: Anlatımsal Bir Derleme. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 8(1), 77-84.

Strang, G. (1994). Dalgacıklar. *Amerikalı Bilim Adamı*, 82 (3), 250-255.

Vladutiu, C. J., Casteel, C., Marshall, S. W., McGee, K. S., Runyan, C. W., Coyne-Beasley, T. (2012) Disability and home hazards and safety practices in US households. *Disability and Health Journal*, 5: 49-54.

Ek1:



HAVACILIK, UZATILAN