

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: DOKUNSAM BİR GÖSTERİM

TAKIM ADI: LOVELACE

Başvuru ID: 444476

TAKIM SEVİYESİ: Lise



İçindekiler

Proje Özeti.....	3
Problem Durumunun Tanımlanması	4
Çözüm.....	5
Yöntem.....	6
Yenilikçi İnovatif Yön	7
Uygulanabilirlik.....	7
Tahmini Maliyet ve Proje Planlaması.....	8
Proje Fikrinin Hedef Kitlesi	8
Riskler.....	9
Kaynakça	10



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Görme engellilerin yaşamlarına yönelik saptadığımız sorunlar üzerinde kaynakça taramaları yürüterek, teknolojik anlamda eksikliğini tespit ettiğimiz alanlara odaklanarak “Dokunsal Bir Gösterim” isimli projemizi hazırladık. Projemizi, öncelikli olarak Türkiye’deki görme engelli bireyler hakkında araştırma yaparak onların ihtiyaçları doğrultusunda yapılandırdık. Türk Oftalmoloji Derneği’nin açıkladığı bilgilere göre Türkiye’de her bin kişiden üçü görme engellidir. Ülkemizde görme engelli bireylerin sayısı 200 bini aşarken, dünya çapında 39 milyon insan “kör” sayılmaktadır. Bu kimseler pek çok yerde kendilerinin görme bozukluğuna hassasiyet gösterilmeden tasarlanan mekanlar dolayısıyla ciddi sorunlarla karşı karşıya gelmektedir.

Görme engelinin yol açtığı durumlar, yıllardır görme engelli bireylerden bağımsız bir şekilde iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Yalnızca belirli mekanların iç tasarımında değişikliğe gidilmesi veya belirli sokaklarda kabartmalı şeritler dizilmesi engelli kişilerin hayatlarında kolaylık sağlasa da bu kolaylık kısıtlı alanlardadır ve yetersizdir.

Görme engelli bireyler, çevreleriyle doğrudan etkileşime girmekte zorlanmaları sebebiyle kendilerini fiziksel olarak kısıtlamaya eğilimindedirler. Fiziksel kısıtlamanın yalnızca çevrelerindeki maddelere yönelik değil, kalabalık ortamlarda diğer insanlara yönelik de ortaya çıkması psikolojik dışlanmışlığı da beraberinde getirir.

Projemizde görme engelli bireylerin hiçbir deneyimi kaçırmaması, dışarıdan bir desteğe muhtaç kalmaması ve kendilerini koruma amacıyla hareketlerini kısıtlamaması amaçlanmaktadır. Tasarladığımız sistemde; görüntü işleme yöntemiyle, kişinin çevresindeki tüm insanların ve maddelerin algılanması hedeflenmektedir. Kişinin yakınında saptanan her şey vücuduna titreşim yoluyla iletilerek “dokunsal bir gösterim” sağlamak amaçlanmıştır.

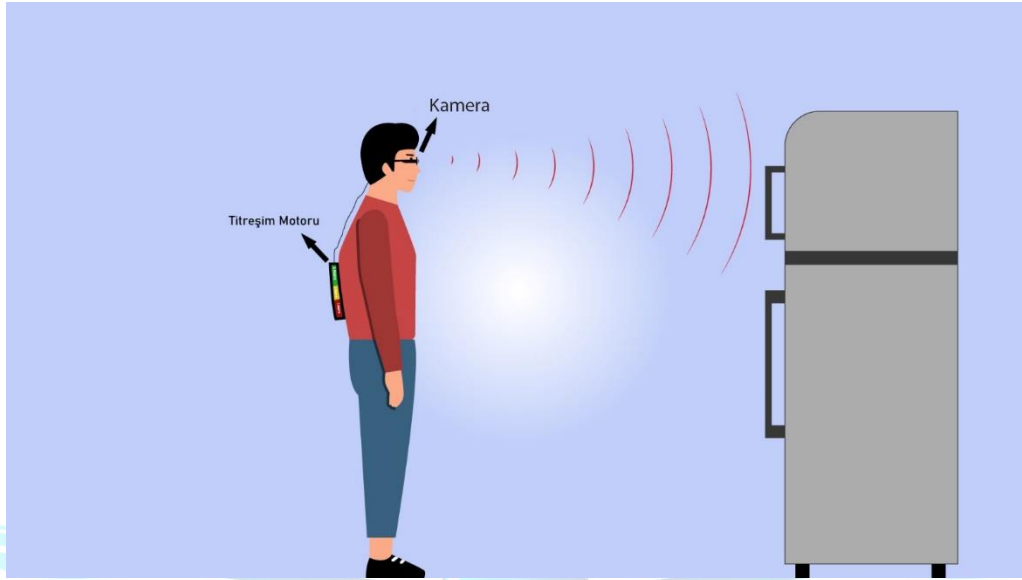
Projemiz; Raspberry Pi, Raspberry Pi Kamera Modülü ve titreşim modülleri yardımıyla tasarlanmıştır.

Kameraya alınan görüntü, mikroişlemciye gönderilir. Görüntü işleme yöntemiyle işlenen görüntü titreşim modüllerine aktarılır ve görme engelli birey dışardaki görüntüyü dokunsal olarak vücudunun istenilen bölümünde hissedebilir. Bizim yaptığımız projede his olarak engelli bireyin sırt bölgesi tercih edilmiştir.

Çalışmamızda nesnelere için RGB yöntemi kullanılarak nesne seçimi, yapılmış ve belirlenen nesnelere, farklı matematiksel algoritmalar yardımıyla kameraya olan uzaklığı hesaplanmıştır. Nesne seçimi yapılırken RGB Eşikleme, Filtreleme, HSV Uzayında Eşikleme, Referans Çerçeve Alanı Hesaplama yöntemleri kullanılmıştır. Uzaklık hesabında ise Referans Uzaklık Girişi yöntemi tercih edilmiştir. Projemiz için nesne seçimi çalışma için hayati önem taşımaktadır. Uzaklık ölçümü nesnenin seçim işlemi yapıldıktan sonra nesnenin kapladığı çerçeve alanına bakılarak yapılmaktadır.

Projemizde bulunan kameraya gelen görüntü mikroişlemci yardımıyla işlenen bilginin, sırtta yer alan titreşim düzeneğine yönlendirilmesinin yanı sıra, görüntü bilgisi olarak dönüştürülmesiyle işleyen mekanizma, titreşimlerin

kişinin hareketlerine doğrudan bağlı olarak sırt bölgesinde hissedilmesiyle çalışır. Bu bağlamda projemiz, kullanıcıların dokunma duyularıyla elde ettikleri verilerin yönelecekleri doğrultunun bilgisine dönüştürülmesi sonucu dokunsal verilerin doğrudan yeni bir duyum haline gelmesini ve kullanıcıların bu duyum aracılığıyla “görmesini” sağlayarak sahip olunmayan görme duyusunu dokunsal duyuda deneyimlemeyi mümkün kılar. Sistemimizin çalışmasını anlatan görsel Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1- Projemizin Çalışma Mantığı

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Görme engelli bireylerin sosyal yaşamdaki karşılaştığı sorunları ele alındığında, birçok alanda ciddi gelişmeler yaşadığı günümüz şartlarında, görme engelli kişilerin yeteri kadar teknolojiden faydalanmayıp, mobilitelerinin kısıtlı olması sebebiyle sosyal ortamdan uzak kalmaları büyük sorun teşkil etmektedir (Elmannai, W., Elleithy, K. (2017)).

Görme engelli bireyin karşı karşıya kaldığı sorunların en büyüğü şüphesiz toplum içinde aktif bir pozisyonda bulunmak, kalabalık gruplar içerisine girmek gibi olağan ve tabii sayılan eylemlerde yardım almadan bulunamamasıdır. Özellikle tamamen görme kaybı yaşayan bir insan için bu engeller günlük yaşamın akışına mâni olmaktadır. Bu amaç doğrultusunda kullanıcının sırtına yerleştirilen uyarıcılar yoluyla hissettiği titreşimlerin yönelecekleri doğrultunun bilgisine dönüştürülmesi ve bu sayede kullanıcıya “dokunsal bir gösterim” sağlanmak hedeflenmiştir.

Görme engelli bireylerin hayatını kolaylaştırmak için hali hazırda bulunan bazı uygulamalar şunlardır: kaldırımlardaki sarı bantlar, beyaz baston, yol tarifi yapan cihazlar, engelli yürüme aparatı ve benzerleri. Bu uygulamaların tamamı fiziksel anlamda gerçekleştirmek adına ya büyük bir bütçeye ihtiyaç duymaktadır ya da fazla yer kaplamaktadır. Sözgelimi kolsuz yürüteç gibi engelli yürüme aparatları kişiye gereksiz yük olmaktadır ve kullanımı konforsuzdur. Beyaz baston benzeri uygulamalar ise kalabalık toplanma alanlarında hem görme engelli birey hem de çevresi için zorluk çıkarmaktadır. Ayrıca titreşimli navigasyonlar yalnızca cihaza tanımlanan istikametlerde, hareket halindeki engellilerin ihtiyaçlarını karşılarken; cihaza tanımlanmamış noktalarda, sabit hareketli engellilerin ihtiyaçlarını karşılamamaktadır.

Görme engelliler için halihazırda mesafeyi ölçüp sesle uyarı veren sistemler mevcuttur fakat bu sistemler günlük hayatta kullanırken çok da rahat kullanılmamaktadır. Mesafe ölçülüp görme

engelliye mesafe aktarılırken çok gürültülü ortamlar olabilmekte ve mesafe durumu anlamadığından dolayı çeşitli problemler oluşturabilmektedir.



Şekil 2- Mesafeyi Anlayıp Sese Çeviren Sistem

3. Çözüm

Yukarıda belirtmiş olduğumuz mesafeyi algılayıp sese çeviren sistemlerin eksikliklerini giderebilmek amacıyla mesafeleri daha doğru tespit edebilecek görüntü işleme yönteminden faydalandık.

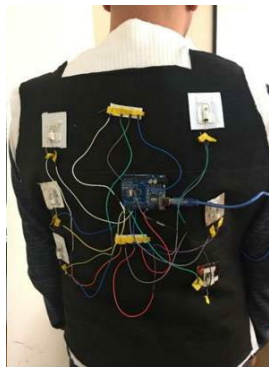
Görüntü işleme yönteminde, kişinin göz hizasında olan kameraya gelen görüntü mikro işlemcide işlenip matematiksel hesaplamalar aracılığıyla kameraya olan uzaklık tespit edilir.

Tespit edilen uzaklık sese de çevirebilir fakat görme engellinin bu sesi algılayamaması durumunda yaşayacağı sorun göz önüne alınarak hem ses hem de dokunsal bir hissediş için mesafenin uzaklığına göre çok uzak, orta uzak ve çok yakın olarak 3 seviyede görme engellinin sırtına yerleştirdiğimiz titreşim modülleri çalıştırılır.

Böylece görme engelli bireyler nesneye olan uzaklığını sesle anlayabileceği gibi sesin duyulmadığı durumlarda sırtındaki titreşimlerden anlayabilir ve günlük hayatını daha kolay idame ettirebilir.

Ayrıca yapmış olduğumuz proje ile görme engelliler ellerindeki beyaz bastonlardan kurtularak dışarıda diğer bireylerin arasına daha kolay karışabilecektir. Engelleri sadece titreşimle hissederek çevredeki olumsuz bakışların da önüne geçilmiş olacaktır.

Projemiz kamera modülü mikro işlemci ve titreşim modülleri olmak üzere 3 alt bileşenden oluşmaktadır. Kameradan alınan görüntü mikro işlemcide işlenerek mesafe tayini edilmekte ve bu mesafeye göre yakın, orta ve uzak olarak karar verilmektedir. Verilen karara göre titreşim modülleri çalıştırılarak mesafe tayini yapılmaktadır.



Şekil 2- Görmek Engelli Sırt Bölgesi Titreşim Sensörleri



Şekil 3 – Görme Engelli Gözlüm Kamera Konumlandırılması

4. Yöntem

Yukarıda açıkladığımız sorunlara yönelik çözüm önerilerimizi olabildiğince bütçe dostu, yer kaplamayan, taşınması kolay ve konforlu bir tasarımla hayata geçirdik. Toplumsal sorumluluk ilkesi üzerinde konumlandığımız bu projede Türkiye başta olmak üzere dünyadaki tüm görme engelli bireylerin kalabalık ortamlarda ve tanımadıkları mekanlar diğer uygulamalara nazaran daha çok fayda göreceği bir cihaz ürettik. Çalışmalarımızı da konuların sınırlandırılması ilkesi doğrultusunda hedef kitemizi ağırlıklı olarak tamamen görme kaybı yaşayanlarla sınırlandırarak bu kimselerin aktif günlük hayatlarına yoğunlaştırdık.

Amaçlarımız doğrultusunda izlediğimiz yöntem yapay zekalı görüntü işleme sistemleri çevresinde geliştirilmiştir. Görüntüler, kullanıcının alın bölgesine yerleştirdiğimiz Raspberry Pi kamera modülünde mikroişlemciye gönderilir. Görüntü işleme yöntemiyle işlenen görüntü titreşim modüllerine aktarılır ve görme engelli birey dışardaki görüntüyü dokunsal olarak vücudunun istenilen bölümünde hissedebilir. LOVELACE olarak biz titreşim modüllerini sırt bölgesinde konumlandırmayı tercih ettik.

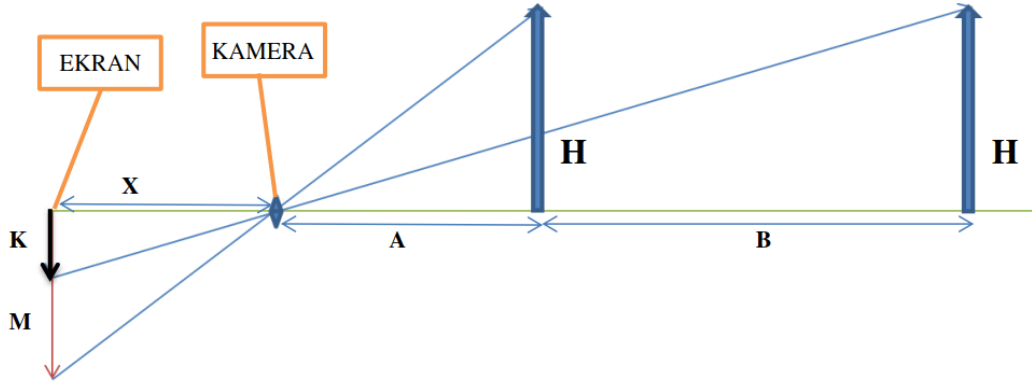
Çalışmamızda nesnelere için RGB yöntemi kullanılarak nesne seçimi, yapılmış ve belirlenen nesnelere, farklı matematiksel algoritmalar yardımıyla kameraya olan uzaklığı hesaplanmıştır. Nesne seçimi yapılırken RGB Eşikleme, Filtreleme, HSV Uzayında Eşikleme, Referans Çerçeve Alanı Hesaplama yöntemleri kullanılmıştır. Uzaklık hesabında ise Referans Uzaklık Girişi yöntemi tercih edilmiştir. Projemiz için nesne seçimi çalışma için hayati önem taşımaktadır. Uzaklık ölçümü nesnenin seçim işlemi yapıldıktan sonra nesnenin kapladığı çerçeve alanına bakılarak yapılmaktadır.

Filtreleme işlemi, görüntü işlemede ön işlem olarak çok sık kullanılan bir tekniktir. Görüntü işlemede kullanılacak birçok filtre arasından, istenilen kriterlere en uygununun seçilmesi gerekmektedir. Eşikleme işlemi sonucunda siyah-beyaz olarak elde edilen görüntüde gürültülerdir. Bu gürültüler genellikle, literatürde tuz biber gürültüsü olarak isimlendirilen gürültülerdir. RGB filtresi tuz biber gürültülerinin giderilmesinde oldukça başarılı sonuçlar vermektedir.

RGB renk uzayında parlaklığa bütün bileşenlerin etkisi bulunmaktadır. HSV uzayında ise, RGB uzayından farklı olarak, parlaklığa sadece H değerinin etkisi vardır. Sistemlerin çalışmasında kararsızlığa yol açan parlaklık etkisini en aza indirmek için, alınan görüntü HSV uzayına dönüştürülmüştür. HSV uzayına dönüştürülmüş resimler üzerinde deneme yanılma yoluyla belirlenen bir eşik uygulanmıştır. Böylece, nesne kestiriminin değişik ortam şartlarında dahi daha kararlı çalışması sağlanmıştır.

Uzaklık hesaplama işlemi, yakın nesnelere göre uzak nesnelere göre görüntüde daha fazla piksel kaplaması mantığına göre yapılmıştır. Bu bağlamda, referans olarak kabul edilen görüntüde nesne

tespiti yapıldıktan sonra, kameraya uzaklığı önceden bilinen nesnenin görüntüde kaç piksel kapladığı hesaplanmıştır. Daha sonra, ikinci bir görüntü alınarak aynı işlemler sonucunda ikinci görüntünün de piksel sayısı hesaplanmıştır. Referans olarak kabul edilen görüntüde nesnenin kameraya olan uzaklığı referans mesafesi olarak kabul edilmiştir. Elde edilen piksel sayıları oranlanarak referans mesafe ile çarpılmıştır. Böylece ikinci görüntüden nesnenin kameraya olan uzaklığı belirlenmiştir.



Şekil 4- Mesafe Belirleme Algoritması

Mesafe belirlendikten sonra uzaklığa göre Şekil 2’deki titreşim sensörlerinin çalıştırılması sağlanır ve böylece görme engelli birey mesafeyi dokunsal olarak hissetmiş olur.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemize konu olan görme engelliler için geliştirilen yardımcı cihazların yapımında kullanılan malzemeler, amacına göre farklılık göstermektedir. Buna örnek olarak, görme engelli kişilerin önündeki engelleri tespit etmesini kolaylaştırmak amacıyla kamera veya çeşitli sensörler kullanılarak yapılan yardımcı cihazlar literatürde mevcuttur (Galeotti ve Ark 2008 Culbertson H ve Ark 2017).

Engelli kişiden bağımsız, dış dünyada konumlandırılan; sarı bant, engelli rampası gibi uygulamalar engellilerin hayatına yalnızca kısıtlı bir alanda, kısa süreli etki ederken “dokunsal bir gösterim” sağlayan cihazımız kullanıcının istediği her an erişebileceği ve çevresindeki tüm dış etkenler hakkında uyarı alabileceği şekilde tasarlanmıştır. Kullandığımız algoritmayı; teknolojinin sunduğu en gelişmiş donanım ve yazılımlardan yararlanarak oluşturduk. Benzer algoritmaların nasıl işlendiğini ve piyasaya nasıl hizmet ettiğini de detaylı olarak inceledik.

Mevcut olan algoritma ve projeler genellikle hali hazırda kullanılan cihazlarda engelin sese çevrildiği, engelli bireyin mevcut prototipleri kullanırken sürekli olarak kulaklık kullanması gerektiği ve bunun da kişi için bir duyunun daha dış dünya ile iletişimi kısıtladığı görülmektedir. Ayrıca bu cihazlar hem görme hem işitme engelli bireyler için kapsayıcılık göstermemektedir. Hazırlanmış olduğumuz projemizde kamera aracılığıyla algılanan engeller, nesnelere, yollar, tabelalar vb. titreşim modülleri aracılığıyla kişinin dokunma duyusunu etkinleştirdiğinden kişi prototipi kullanmaya alıştığında dış etkenlerle iletişimde özgürleşecektir. Bu anlamda; vücudun çeşitli bölgelerinde hafif ve konforlu olacak şekilde yerleştirilmiş Raspberry Pi modülü ve titreşim modülleri kullanılarak montajı yapılmış ürünümüzün benzerine rastlanmamıştır.

6. Uygulanabilirlik

Projemize konu olan görme engelliler için geliştirilen yardımcı cihazların yapımında kullanılan malzemeler, amacına göre farklılık göstermektedir. Buna örnek olarak, görme engelli kişilerin önündeki engelleri tespit etmesini kolaylaştırmak amacıyla kamera veya çeşitli sensörler kullanılarak yapılan yardımcı cihazlar literatürde mevcuttur.

Literatürde hali hazırda olan projeler detaylandırılarak titreşim modülleri eklenip algoritmaları değiştirilerek projemiz uygulanabilir hale gelecektir. Projemiz hali hazırda mevcut olan sistemlere eklenip çalıştırılabileceğinden dolayı seri üretime geçirilip kullanılabilir.

Projemiz seri üretime geçtiğinde birçok görme engelli bastonların engel algılamasına muhtaç kalmayacak engellerini bir nebze olsun unutmaya fırsatını yakalayacaklardır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizin donanımını oluşturan parçaların fiyatları tabloda belirtilmiştir.

Ürün	Fiyat
Raspberry Pi	1500 tl
Raspberry Pi Kamera Modülü	230 tl
Titreşim Modülleri	50 tl

İş Paketleri	Aylar						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kaynak Araştırması							
Proje Hazırlık ve Gereken Kriterleri İnceleme							
Kaynak Araştırması ve Literatür Taraması							
Prototip Tasarım							
Malzeme Seçimi							
Maliyet Hesaplama							
Montaj							
Yazılım ve Verilerin Toplanması							
Görev Yazılımı Geliştirilmesi							
Simülasyon Testleri							
Test ve Tasarım Değişiklikleri							
İyileştirmeler ve Son Testler							
TEKNOFEST 2022							

Ön Değerlendirme Raporu

Detaylı Tasarım Raporu

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projemizin ana hedef kitlesi tüm görme engelliler olup hizmet ettiğimiz ihtiyaçlar genellikle aktif bir yaşam tarzı yürüten tamamen görme kaybı yaşayan kişilerin sorunlarını kapsamaktadır. Dışarıdan fiziksel bir yardım almaksızın, giyilebilir cihaz aracılığıyla görme engelli bireylerin hayatlarını hızlandırmak ve kolaylaştırmak adına tasarladığımız proje; hedef kitemizin ihtiyaçlarıyla birebir uyum sağlamaktadır.

Adaptasyon süreci gerektiren ürünümüzü bu süreci en kolay ve anlaşılabilir hale getirmek üzere tasarladık. Tasarımda yalnızca sistemin farklı yaş kitlelerine, farklı hayat tarzlarına ve farklı fiziksel özelliklere hitap etmesine dikkat etmekle kalmayıp herkesçe kolay taşınabilir olmasını sağladık.

9. Riskler

Projemizin tasarımı ve ürettiğimiz teknoloji kullanıcıyı ilgilendiren belli başlı riskler taşımaktadır. Proje fikrimizin temeli görme engelli bireylere yeni bir “gösterim” biçimi kazandırmak olduğundan cihaza alışmak süreç gerektirmektedir. Bu süreç içerisinde kullanıcının mekanizmayı öğrenmek adına kendine zaman tanınması; engelini kazalara yol açmayacağı, güvenli ortamlarda yeterli düzeyde pratik yapması beklenmektedir. Aynı zamanda cihazın uzun bir süre kullanıldıktan sonra hem sonradan kazanılmış reflekslerde hem de alışılmış yaşam şartlarında aksamalara yol açtığı öngörülmektedir.

Karşılaşılabilecek olası riskler şu şekildedir:

- i. Cihazın sunduğu; çeşitli programlama dilleri sayesinde işleyen görüntü işleme sistemine henüz psikolojik anlamda adapte olamamış kimselerin, bu cihazı fiziksel olarak tehlike arz edebilecek mekanlarda kullanmaları yaralanmalara ve kazalara neden olabilir. Bu riskin gerçekleşme olasılığı az olup etkisi şiddetlidir.
- ii. Günlük yaşamında sokak, iş, okul gibi çeşitli sosyalleştikleri ortamlarda tasarladığımız cihaz yardımıyla hareket eden görme engelli bireylerin; evleri gibi hali hazırda tanıdıkları ve cihaza ihtiyaç duymadıkları mekanlarda, bu teknolojiyi kullanmaya başlamadan önce, sahip oldukları reflekslerinde bozulmalar meydana gelebilir. Bu riskin etkisi çoktur.
- iii. Görme engelli bireylerde doğuştan veya sonradan görme yetisini kaybetmesine ya da ne kadardır bu engelle yaşadığına da bağlı olarak algoritmamıza uyum sağlama sürelerinde farklılıklar olması beklenmektedir. Bu riskin kişiden kişiye değişiklik göstermesi nedeniyle cihazın daha kalabalık çalışma gruplarında test edilmesi gerekmektedir.
- iv. Kullandığımız donanımlar şiddetli yağmur ve kar yağışlarından etkilenecek çalışmayı durdurabilir. Olasılığı ürünün kullanıldığı coğrafi bölgeye göre değişmekle birlikte normal seviyededir.

Belirtilen risklere karşı aldığımız tedbirler sırasıyla şu şekildedir:

- i. Cihazın kullanım kılavuzunda, cihazı test ettiğimiz kişilerin deneyimlerinden yola çıkarak kademeli öğrenme tavsiye edilecektir. Böylece kullanıcının cihaza adapte olması adına yeni bir metodu geliştirdik. Bu metotta kullanıcı günün farklı saatlerinde, her gün birden fazla pratik yapacak şekilde, saatte on beş-otuz dakika arası alıştırmaya çalışılmalıdır.
- ii. Ürettiğimiz teknoloji tamamen görme engelli bireyler üzerinde test edilmiştir. Ancak kişileri doğuştan veya sonradan görme engeli yaşayan kişiler olarak çalışma gruplarına ayırarak özel çalışmalar yürütmedik. Bu anlamda, projenin ilerleyen aşamalarında görme engelini sebebine, görme engelini başladığı yaşa, kullanıcının yaşına, görme engelini düzeyine göre farklı saha çalışmaları yürütülmesi ve cihazın geliştirilmesi gerekmektedir.
- iii. Cihaz su geçirmez şekilde kaplanabilir.

Mekanizmanın işleyişinde meydana gelen bir aksaklık sonucu oluşabilecek herhangi bir sorun ile karşılaşılması durumunda B planında mesafe sensörleri, nesne algılama sensörleriyle değiştirilebilir. Donanım ve yazılımın kalan kısımları çalışma algoritmasındaki küçük değişiklikler dışında aynı tutulmalıdır.

Bütçe planlamasında kullanacağımız donanımların fiyatında yağlarda olduğu gibi beklenmeyen bir artış yaşanması risk oluşturmaktadır.

10. Kaynaklar

Elmannai, W., Elleithy, K. (2017). “Sensor-based assistive devices for visuallyimpaired people: current status, challenges, and future directions”, *Sensors*, 17(3), 565, 1-42.

Galeotti, J., Horvath, S., Klatzky, R., Nichol, B., Siegel, M., Stetten, G. “Fingertip Control and Haptic Sensing of the Visual Environment”, 2008, [Patent].

Culbertson H, Walker JM, Raitor M, Okamura AM. 2017. WAVES: a wearable asymmetric vibration excitation system for presenting three-dimensional translation and rotation cues. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 4972–82. New York, ACM

