

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: GÖRME ENGELLİLER İÇİN GÖZLÜK

TAKIM ADI: EYEFAM

Başvuru ID: 381927

TAKIM SEVİYESİ: LİSANS



İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı).....	3
2. Problem Durumunun Tanımlanması.....	3
3. Çözüm	5
4. Yöntem.....	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	10
6. Uygulanabilirlik.....	10
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	11
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....	11
9. Riskler.....	12
10. Kaynaklar	13



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Doğuştan veya sonradan olan sebeplerden dolayı tıbbi olarak düzeltilemeyecek şekilde görme keskinliğinde anlamlı azalma olan ve bu nedenle yaşamını desteksiz sürdüremeyen kişiler 'Görme Engelli' olarak tanımlanır. Bu destek kaynaklarının sürekli olarak sağlanamaması nedeniyle görme engelli bireyler günlük hayatta çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır.

Projenin amacı, görme engelli bireylerin dışa bağımlılığını azaltarak günlük aktivitelerine yardımcı olmayı, sosyal hayatlarında aktif olmalarını ve toplum tarafından dışlanma korkusunun önüne geçmeyi hedeflemekteyiz. Projemizde bu amaca uygun olarak Google'ın sağladığı kütüphaneler kullanılarak yazılım geliştirilecek ve bu geliştireceğimiz yazılım uygun bir donanım ile desteklenecektir. Aynı zamanda geliştirilecek çözüm mobil uygulama ile tümleşik olacaktır.

Temel olarak gözlükte bulunan kameradan alınan görüntüler alınıp mobil uygulama ile etkileşim içinde olarak çevrede bulunan nesne, araç ve tehlikeleri kulaklık aracılığıyla görme engelli bireyimize iletilecektir. Mobil cihazdaki uygulamada metin okuma, yüz tanıma ve irtibat kurmak istediği kişilerle iletişime geçme imkanları da sunulacaktır.

Böylelikle görme engelli bireylerin hayatındaki sorunların büyük oranda çözülmesini hedeflemekteyiz.



2. Problem Durumunun Tanımlanması

Türkiye Cumhuriyeti Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığının yayınladığı 'Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni' nin 2021 Temmuz ayının yayınına göre görmeye yardımcı araç kullananlardan bu araçları kullanmalarına rağmen görmeye çok zorlandığını belirtenler veya hiç görmediğini belirtenler dahil görmeye zorluk yaşayanların sayısı 1.039.000 kişidir bu oran toplam nüfusun 1.4 üne eşittir.

Engel Grubu	Toplam Nüfus Oranı (%)	Erkek (%)	Kadın (%)	Toplam (Kişi sayısı)	Erkek (Kişi sayısı)	Kadın (Kişi sayısı)
Görmede zorluk yaşayanlar ⁽²⁾	1,4	1,3	1,5	1.039.000	478.000	561.000
İşitmede zorluk yaşayanlar ⁽³⁾	1,1	1,1	1,2	836.000	406.000	429.000
Konuşmada zorluk	0,7	0,8	0,6	507.000	278.000	229.000
Yürümeye, merdiven çıkma / inme zorluk	3,3	2,4	4,1	2.313.000	861.000	1.452.000
Bir şeyler taşımada / tutmada zorluk yaşayanlar ⁽⁴⁾	4,1	3,2	5,1	2.923.000	1.136.000	1.787.000
Yaşlılarına göre öğrenmede / basit dört işlem yapmada / hatırlamada dikkatini toplamada zorluk yaşayanlar ⁽⁴⁾	2,0	1,6	2,4	1.412.000	565.000	847.000

Tablo 2.1 Genel Nüfus içinde engel grubuna göre engelli nüfus,2011

Engelli bir birey için en temel sorun, çevresine bağlı olarak hayatını devam ettirmek zorunda olmasıdır. Görme yetisi normal bireylerin görme yetisine bakarak eksik olan bireyler hayatlarını bazı bağımlılıklar, sınırlamalar ve kendilerine özel olarak geliştirilmiş ortamlarda hayatlarını sürdürürler. Görme engelli bireylerin yaşadığı sıkıntıları alt başlıklara bölünürse;

- **Sosyal Hayatta**

- Görme engellilerin takip etmesi için kullanılan sarı çizginin işgal edilmesi.
- Toplu taşıma araçlarının görme engellilere yönelik dizayn olmaması.
- Toplumumuzun engelli kişiler için yeterli bilince sahip olmaması.

- **Eğitimde**

- Mimari ve yeterli eğitim araçları olmaması nedeniyle yeterli eğitimi alamamaları.
- Dergi,gazete vb. ürünlerin günlük hayatta kabartma yazılı olarak yeteri kadar olmaması.

- **İş Hayatında**

- İş bulma konusunda çok zorlanmakta ve yeterli istihdam sağlanmamaktadır.

Bu problemleri baz alarak geliştirilen çözümlere bakacak olursak görme engelliler yön tayini için oluşturulan sarı şeritlerin kolay tahribe uğraması ve bazı işgal durumları nedeniyle amaçlanan hedefe ulaşamamaktadır ve bu problem için üretilen diğer bir çözüm ise akıllı bastondur. Akıllı bastonlarda tanımlanan nesnelere yönünü belirtmemesi ve engelin yönünün bulunmasında zorluk yaşanmaktadır.



3. Çözüm

Bu proje kapsamında tespit edilen en büyük problem görme engelli bireylerin günlük yaşantıda topluma tam olarak adapte olamamasıdır. GÖRME ENGELLİLER İÇİN GÖZLÜK sayesinde görme engelli bireylerin herhangi birinin desteğine ihtiyaç duymadan kendi sosyal hayatlarını idame etmelerini hedeflenmektedir.

- Gözlük üzerinde yer alan ultrasonik sensörün ön çıkışından hedef cisme doğru ses dalgaları gönderilir. Bu dalgalar sayesinde gözlük algıladığı bütün nesnelere kullanıcıya ses ve titreşim yoluyla bildirir. Bu sayede kullanıcı engelin farkına varmış olur.
- Gözlük üzerinde yer alan kamera ile tanımlanan nesnelere tespit edildikten sonra sesli asistan yardımıyla kullanıcıya bilgilendirme yapılır. Kullanıcı karşılaştığı engeller veya etkileşime geçmek istediği nesnelere hakkında detaylı bilgi sahibi olmuş olur. Eğer elde edilen görüntüde yazı var ise uygulamaya gönderilir ve yazı sesli olarak okunarak kullanıcı bilgilendirilmiş olur. Kameradan alınan görüntülerle yüz tanıma algoritmaları çalıştırılır ve yüz algılandığında elde edilen bilgi kullanıcıya bildirilir.
- Mobil cihazlardaki akıllı asistanların ses işleme teknolojileri çok gelişmiş durumdadır. Kullanıcıya telefonla ve diğer teknolojik aletlerle sadece sesimizi kullanarak etkileşime girmemize imkan sağlamaktadır. Kullanıcıdan mikrofonla alacağımız sesli komutlar mobil uygulamaya aktarılır ve işlenir. Mobil uygulama bu komutları gerek gözlük üzerinde alınacak aksiyonlar gerekse akıllı asistanların özelliklerini kullanmak için gerekli algoritmalar çalıştırır. Görme engelli birey herhangi bir acil durumda sesli asistan yardımıyla ulaşılması gereken kişilere erişme imkanı sağlar. Telefon üzerinde kullanılabilecek muhtelif işlevleri bu sesli komutlar vasıtasıyla kullanabilecektir.

4. Yöntem

Mesafe Algılama

- Gözlük üzerinde yer alacak LV-EZ4 ultrasonik sensör ile ön taraftan doğru ses dalgaları gönderilir. Kullanacağımız Raspberry Pi Zero 2W mikro denetleyiciye sürekli olarak hesapladığı mesafeyi iletir. Sensör, önceden belirlenmiş mesafeden daha kısa mesafede bulunan bir cisim algılayıp mikro denetleyiciye iletildiğinde bu bilgi kablosuz modülü bulunan mikrodenetleyici tarafından kablosuz olarak bağlandığı telefona iletir.

Nesne Algılama

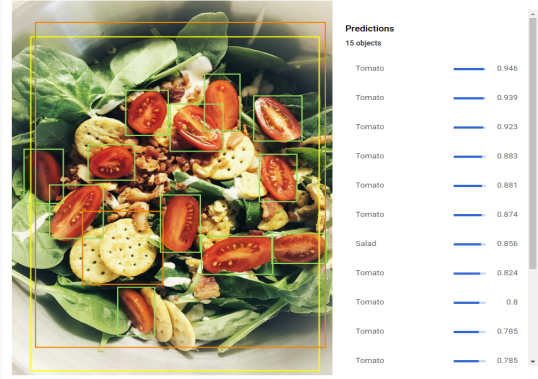
- Bu projede nesne tespiti ve algılama aşamasında Google Cloud servisinin sunduğu Vision AI adlı API (application programming interface) vasıtasıyla görüntü bazı aramalarından sonuç çıkararak geliştirilecek uygulamamız kullanıcının sorunlarına çözüm sağlayacaktır. Bu mekanizma, Vision API ve AutoML barındırır.

Vision API, nesne yerelleştirme ile bir görüntüdeki birden çok nesneyi algılayabilir ve çıkarabilir. Nesne yerelleştirme, bir görüntüdeki birden çok nesneyi tanımlar ve görüntüdeki her nesne için bir “Yerelleştirilmiş Nesne Açıklaması” (Localized Object Annotation) sağlar. Her yerelleştirilmiş nesne açıklaması; nesne, nesnenin konumu ve nesneyi içeren görüntünün bölgesi için dikdörtgen sınırlar hakkındaki bilgileri tanımlar. Nesne yerelleştirme, bir görüntüdeki hem önemli hem de daha az belirgin nesnelere tanımlar.

AutoML, görüş nesnesi algılama (Vision Object Detection), geliştiricilerin, sınırlayıcı kutusu ve etiketi ile birlikte belirli bir görüntüdeki tek tek nesnelere algılayabilen özel makine öğrenimi modellerini eğitilmesine olanak tanır.

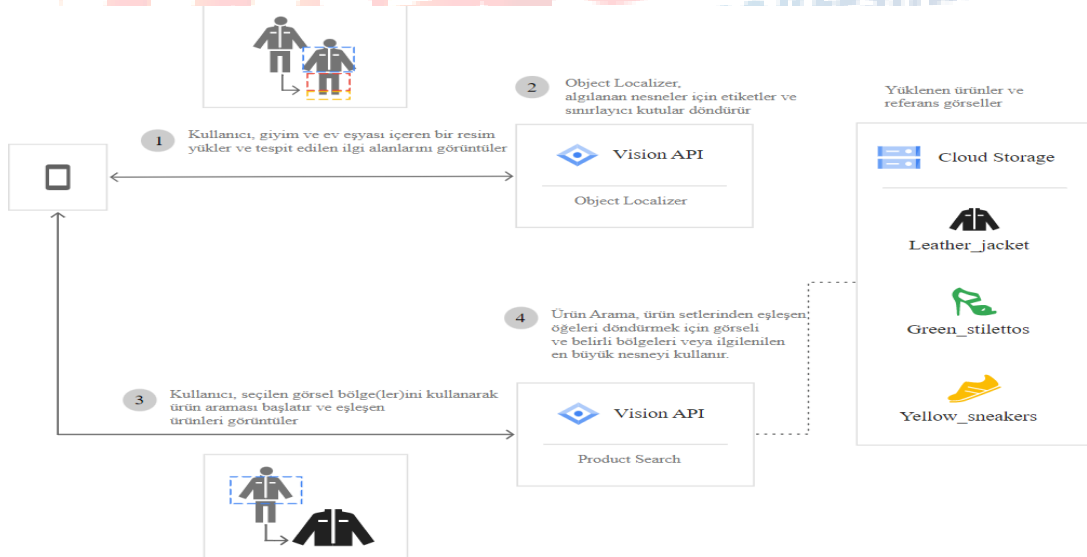


Şekil 4.1 VisionAPI Nesne Yerelleştirme

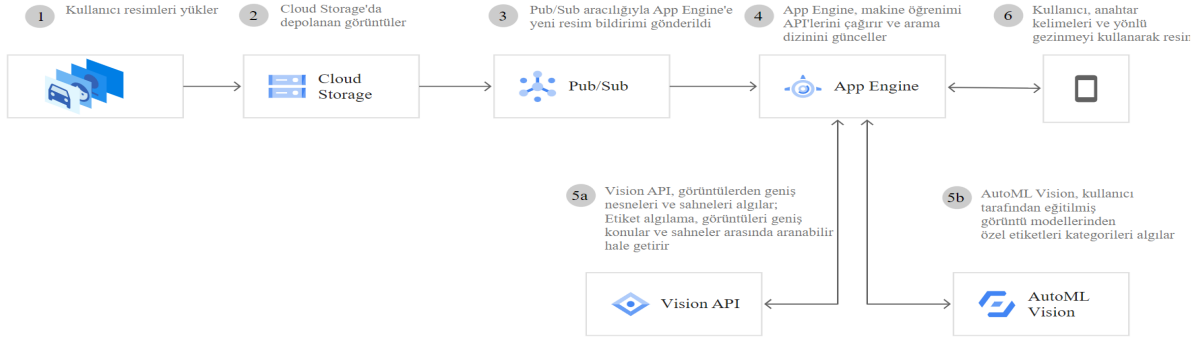


Şekil 4.2 AutoML Nesne Tanıma

Bu mekanizma görüntü içindeki her bir nesnenin konumu da dahil olmak üzere birden çok nesneyi algılar ve sınıflandırır. Vision API ve AutoML Vision ile nesne algılama işlemlerini Google sunucuları hızlı bir şekilde hesaplar ve sonuç olarak mobil uygulamaya gönderir. Gönderilen bu sonuçlar uygulama tarafından gerekli filtreleme ve hesaplama sonucu kullanıcıya faydalı bilgi olarak geri döner.



Şekil 4.3 Vision Product Arama Mekanizması



Şekil 4.4 Resim Arama Mekanizması

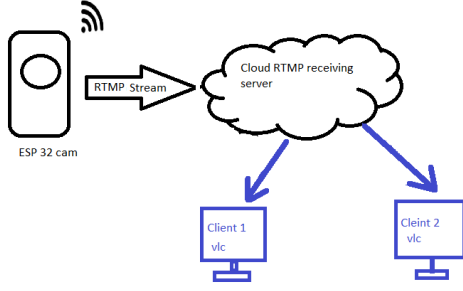
Mobil uygulama

- Gözlük üzerinde yer alan birkaç tuş veya sesli komut gözlüğü yönetme konusunda yardımcı olsa da asıl işi yüklenen kısım mobil uygulama olacaktır. Mobil uygulama, gözlük ile bulut arasındaki trafiği yönetmekte birlikte nesne tanıma, metin okuma gibi fonksiyonların çalıştırılmasında yönetim merkezi olacaktır.
- Mobil uygulamanın kullanıcı dostu bir arayüze (UI-User Interface) sahip olması rahatlık sağlamakla birlikte sesli yönlendirmeye sahip olması kullanıcının mobil uygulama üzerindeki hakimiyetini önemli bir oranda artıracaktır.
- Kullanıcının ilk olarak uygulamaya kayıt olması gerekmektedir. Kayıt olma işleminden sonra anasayfaya ulaşacaktır. Uygulamanın arayüzü, tasarım işlemleri 'touchdesk' yapısından oluşmaktadır. Detaylı bir şekilde izah etmek gerekirse uygulama ekranını 6 eş bölgeye bölen bir grid yapısına sahiptir. Bu sayede uygulamamız kolay bir kullanım deneyimi vermiş olmakta birlikte grid yapısı ile ayrılmış bölgeler bir buton gibi tıklandığında sesli olarak çalıştıracağı fonksiyonu söyler ve tekrar tıklandığında ise fonksiyonu yerine getirir.

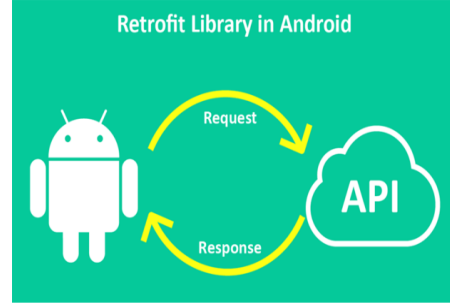


Şekil 4.5 Mobil Uygulama Ekran Görüntüleri

- İlk aşamada mobil uygulama kotlin dilinde yazılacak olup Android işletim sistemine sahip cihazlarda kullanılacaktır. Kotlin diliyle yazılmış olan uygulama retrofit kütüphanesini kullanarak Google Vision ile hızlı bir veri aktarımı sağlayacak olup lowest latency oranını en iyi duruma getirecek, RTMP protokolü ile de gözlük ve uygulama arasında veri akışı olacaktır.



Şekil 4.6 RTMP Protokolü



Şekil 4.7 Retrofit Kütüphane Yapısı

Gözlük - Uygulama İletişimi

- Gözlük, bir görme engelli birey için oluşturacağı bütün bu kolaylıkları sesli asistanla yapacak olup kullanıcımız tercihen ister bluetooth kulaklıkla istersede kablolu kulaklıkla telefona bağlayıp bütün bu yapıyı entegre bir şekilde kulaklıktan sesli asistan ile yönetebilecek.

Donanım Bileşenleri

• Raspberry Pi Zero 2W

- 512MB LPDDR2 SDRAM ile gelen Raspberry Pi Zero 2 W, Raspberry Pi 3 modelinde de kullanılan Broadcom BCM2710A1 çipini kullanmaktadır. Dört adet ARM Cortex-A53 çekirdeğe sahip olan cihazın frekans hızı 1 GHz'e kadar çıkabiliyor. Zero 2W'nin performansı önceki nesle göre 5 kat daha fazladır.
- Mini bilgisayar, kablosuz bağlantı ihtiyacını 2.4 Ghz IEEE 802.11 b/g/n Wireless LAN desteğiyle giderirken; Bluetooth 4.2 standardını da bünyesinde barındırmaktadır. Bu sayede Bluetooth ile uyumlu harici cihazlarla kolayca bağlantı kurulabilmektedir. Raspberry Pi Zero 2W ayrıca OTG amaçlı da kullanılabilen bir USB 2.0 bağlantısına sahiptir.
- Raspberry Pi Zero 2W modeline CSI-2 konektörü sayesinde kamera bağlanabilir. Ayrıca mini HDMI portu ile harici monitör takabilir, microSD kart yuvası aracılığıyla da hafızasını artırabilir. Cihazın video oynatma yetenekleri arasında, H.264, MPEG-4 kod çözme (1080p30); H.264 kodlama (1080p30) özellikleri mevcut. OpenGL ES 1.1 grafik uyumluluğu da var.

• Raspberry Pi Kamera Modülü

- Raspberry Pi yüksek çözünürlüklü kamera, üzerinde CSI konektörü bulunan tüm modeller ile uyumludur (yalnızca Pi Zero modelinde bu konektör bulunmamaktadır). Bu kamerayı, fotoğraf ve HD çözünürlükte video çekiminde kullanabilir. Ayrıca yüksek çözünürlüklü USB kameralar da Raspberry Pi'nin USB bağlantı noktası ile bağlanabilmektedir.

• Uzaklık sensörü

- LV-EZ4 Maxbotix Ultrasonic Rangefinder - Ultrasonik Mesafe Ölçer çok küçük boyutlarına rağmen çok kısa ve uzun mesafelerde çalışan bir mesafe ölçerdir. 0 - 6,45 metre arasındaki mesafelerdeki nesnelere algılayıp, bunlarla

ilgili 2,54 cm hata hassasiyetli sonar bilgileri vermektedir. Arabirim çıkış formatları PWM, analog voltaj ve dijital seri çıkıştır (9600 baud). Çoğu uygulama LV MaxSonar EZ1'e göre daha az hassasiyet ve daha dar bir ses huzmesi gerektirebilir. Bu nedenle, MaxBotix ses huzmeleri en genişten en daraya sıralanan EZ2, EZ3, & EZ4 adlı ürünleri de geliştirmiştir.

- **Yazılım**

- **Google Vision API**

Makine öğrenmesi (Deep Learning) sağlayan bir Google uygulamasıdır. Kullanıcıların görseller içerisindeki nesnelere bulmasına, fotoğraflardaki yüzleri ve mimikleri buna ek olarak coğrafi konum tespiti gibi konularda yararlanmasını sağlamaktadır. Google Cloud tarafından kullanıcının beğenisine sunulan bu uygulama sayesinde istenilen görüntülere etiketler atayarak, milyonlarca kategori üzerinden istenilen şekilde sınıflandırma yapılabilmektedir. Böylelikle kullanıcı görüntü kendi kataloğunu oluşturabilir, içerisine istenilen şekilde meta veri aktarımı sağlayabilir. Görsel analiz anlamında ihtiyaca uygun her konuda aydınlatıcı bir uygulama olan Google Vision'ın özellikleri şöyle özetlenebilir:

- ❖ **Yüz algılama:** sınırlayıcı alanlar (poligonlar) olarak nitelendirilen yüzleri ve ifadelerini ayırt edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu ifadeleri UNKNOWN, VERY_UNLIKELY, UNLIKELY, POSSIBLE, LIKELY, ya da VERY_LIKELY şeklindeki 6 farklı değer üzerinden kategori içerisinde sınıflandırmaktadır.
- ❖ **Logo algılama:** Metin ya da görsel içerisinde yer alan logoları tanımlayabilmektedir.
- ❖ **Etiket atama:** Mevcut görüntüyü tanımlayarak, milyonlarca kategori içerisinde etiket atabilmektedir.
- ❖ **Metin algılama:** Görsel içerisindeki metin niteliğindeki objeleri ayırabilmektedir.
- ❖ **Görüntü özelliği:** Görselde baskın olan renkleri, döndürme özelliğine sahiptir. Renklerin görsel içerisinde piksel oranlarına göre sınıflandırma yapmaktadır.
- ❖ **Müsethcen içerik tespiti:** Güvenli arama imkanı sağlamakta olup, içerikleri müsethcen olabilirliğine göre filtrelemektedir.

- **Kotlin (Mobil Programlama Dili)**

Kotlin programlama dili. Java bayt (byte) kodunu Java Sanal Makinesi (JVM) veya Android'de çalışacak şekilde aktarabilen, nesne yönelimli ve işlevsel programlama özelliklerini birleştiren açık kaynaklı, statik olarak yazılmış bir programlama dilidir. Kotlin, Java ile %100 birlikte çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Geliştiriciler, Kotlin'de herhangi bir Java kütüphanesini kullanabilmektedir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Hazırlanması planan projemizin piyasadaki benzeri olarak 'Horizon Smart Glasses' isimli ürün gösterilebilir.

Horizon Smart Glasses 'Aira' servis hizmetini kullanmaktadır. Aira görme engelli veya az gören insanların ihtiyaç halinde, kendini onların günlük deneyimlerini iyileştirmeye adanmış eğitilmiş bir profesyonelle bağlanmalarını sağlamaktadır. Aira'nın misyonuna baktığımızda küresel ve ücretsiz bir kamu hizmetinin olması gerekirken ücret karşılığı alınabilen özel bir hizmettir. Ayrıca, sağladığı servis maliyeti açısından ucuz değildir. Fiyatlara gelecek olursak 3 ay için 300, 6 ay için 1000, 12 ay için ise 2500 dolar gözden çıkarılması gerekmektedir.

Benzer çalışmalara da bakıldığında projemizin en belirgin yenilikçi yönünün bir mobil uygulama sayesinde herhangi bir rehber hizmeti almak zorunda olmaması gösterilebilir.

Bunlara ek olarak; donanım parçalarının erişebilirliği, kolay ve maliyetinin düşük olması, içerisinde çözüm kısmında da bahsettiğimiz nesne algılama, metin okuma ve yardım çağırma vb. birçok işleve sahip olması projemizin önemli avantajları arasındadır. Projemizin bu özellikleri arasındaki en belirgin özelliği ise rehber için herhangi bir ücret ödenmesine gerek duyulmamasıdır.

Projemizin hizmetlerden faydalanmak için zaman sınırlaması olmaması, 7/24 kullanılabilir olması, her an ulaşılabilir olması ve seri üretim için maliyetinin uygun olması projemizi benzerlerinden ayıran özgün yönlerindedir.

6. Uygulanabilirlik

Proje fikrindeki akıllı gözlük hem yurtiçi hem de yurt dışındaki benzer ürünler incelenmiş, bu ürünlere bakarak geliştirdiğimiz ürünün maliyetin uygun olduğu ve tasarım açısından da daha ergonomik olduğu gözlenmiştir. Ar-Ge çalışmaları tamamlandığında müşterilerin sipariş vermesi halinde seri üretim yapabileceğimiz ticari yerli bir cihaz olup, ülkemiz için katma değerli bir ürün olarak ekonomimize katkı sağlayacağını öngörmekteyiz.

Projemizde minimum seviyede de olsa riskler mevcuttur. Projedeki riskler dolaylı ve doğrudan uygulama kaynaklı riskler olarak ikiye ayrılmaktadır. Projemizde dolaylı risk olarak mikrofonun bozuk olması gösterilebilir. Projemiz için doğrudan uygulama kaynaklı risk ise kullanacağımız Google API'lerinin çalışmaması, isteklerin alınmaması olarak gösterilebilir. Risk analizi Riskler kısmında detaylı şekilde açıklanmaktadır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Yapılan çalışmalar	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Literatür Taraması	x					
Teknik Donanım ve Satın Alma		x	x	x	x	
Deney Düzenineğin Kurulması			x			
Deney Düzenineğin Test Edilmesi			x	x	x	
Yazılımın Hazırlanması				x	x	
Sonuçların Değerlendirilmesi					x	x
Sonuçların Raporlaştırılması					x	x

Modül	Yaklaşık Fiyat
Li-Ion Batarya HAT Raspberry Pi Uyumlu	400 TL
Maxbotix Ultrasonik Mesafe Ölçer - LV-EZ4	750 TL
Raspberry Pi Camera Modul V2 - New Model	600 TL
Raspberry Pi Zero 2W	1500 TL
3.7 V 1S Lipo Batarya-Pil 950 mAh 30C - Mbot Pili	250 TL
Lityum Pil Şarj Devresi Micro USB TP4056 Batarya Şarj Modülü	100 TL
Cloud Vision ücretlendirmesi	100 TL
	Toplam = 3700 TL

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Engelli Sağlık Kurulu Raporlarını esas alan 'Ulusal Engelli Veri Sistemi' nde kayıtlı ve hayatta olan engelli sayısı; 1.414.643' ü erkek, 1.097.307'si kadın olmak üzere 2.511.950 'dir. Ağır engeli olan kişi sayısı 775.012'dir. Toplam engelli kişi sayısı 2.511.950. Ayrıca bu veriler Engelli Sağlık Kurulu Raporu almak için yetkili hastanelere başvurmamış ve hizmet almak için devletle temasa geçmemiş bireyleri kapsamamaktadır. Bu verileri engel grubu bazında bakıldığında ise görme engelli bulunanların sayısı 215.076 kişi ile %9,53'lük oranında kendine yer bulmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü rakamlarına göre dünyada şu anda 284 milyon insan görme engelli, 39 milyon insan ise görmüyor. Bu istatistikleri baz alındığında dünyada projemizin hedef kitlesini kapsayan kullanıcıların sayısı dünya üzerinde en az olarak 39 milyon insan civarındadır.

9. Riskler

5x5 L Risk Matrisi		Ş İ D D E T (E T K İ)				
		1 Çok Hafif	2 Hafif	3 Orta Derece	4 Ciddi	5 Çok Ciddi
O L A S I L I K	1 Çok Küçük	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
	2 Küçük	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
	3 Orta Derece	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
	4 Yüksek	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
	5 Çok Yüksek	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

Sıra No	Tehdit	Tehlike	Risk	Risk Grubu	Risk Değerlendirmesi			Tavsiye Önlemler
					O	Ş	R	
1	Sistemsal hata	Cihazın çalışmayı durdurması	Yolda kalmak	Kullanıcı	2	5	10	Kullanım kılavuzuna uymak
2	Yüksek sıcaklık	Cihazın bozulması	Cihazın kullanılmaması	Kullanıcı	2	4	8	Cihazı 50°C sıcakta kullanmamak
3	Koşarken kullanılması	Yapay zeka yorumlama hatası	Verilen komutun yerine getirilememesi	Kullanıcı	3	3	9	Sarsıntıyı azaltmak için sabit durmak
4	Bataryanın bitmesi	Cihazın çalışmaması	Cihazı kullanamamak	Kullanıcı	3	4	12	Cihazı şarj etmek
5	Sensörün hatası	Cihazın çalışmaması	Cihazın doğru ölçümler yapamaması	Kullanıcı	1	5	5	Bozulan sensörlerin değişimi
6	Bağlanma hatası	Bağlantı kopması	Cihazın uygulamaya bağlanamayıp işlevleri yerine getirememesi	Kullanıcı	3	3	12	Cihazın kapatılıp açılması telefonun kablosuz ayarının yapılması

10. Kaynaklar

<https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6r%C3%BCk>

https://www.aile.gov.tr/media/88684/eyhgm_istatistik_bulteni_temmuz2021.pdf

<https://bigumigu.com/haber/aira-akilli-gozluk-araciligiyla-gorme-engellilerin-gozu-oluyor-sxsw-2019/>

<https://fortyseven47.com/blog/mobile-app-development-2/>

<https://techcrunch.com/2018/03/27/airas-new-smart-glasses-give-blind-users-a-guide-through-the-visual-world/>

<https://jfrog.com/connect/post/raspberry-pi-zero-2-review/>

<https://cloud.google.com/vision>

<https://cloud.google.com/vision/docs/object-localizer>

<https://cloud.google.com/vision/automl/object-detection/docs>

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8728435>

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9280268>

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7543742>

