

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: İYS (İletişimde Yardımcı Sistem)

TAKIM ADI: MİNORİS

Başvuru ID: 446129

TAKIM SEVİYESİ: Lise

İçindekiler

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

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

İletişim insanın sosyal yaşantısında önemli bir yere sahiptir. İşitme veya konuşma engelli bireyler iletişim için işaret dilini kullanırlar. İşaret dilinin işlevini yerine getirerek sağlıklı bir iletişim kurulması için iki tarafın da işaret dili bilmesi gerekir. Ancak işitme veya konuşma engelli olmayıp işaret dili bilen kişi sayısı çok azdır. Biz de bu projede işitme veya konuşma engelli bireylerin günlük hayatlarında herhangi bir aksaklık olmadan sağlıklı iletişim kurabilmeleri amacıyla bir sistem geliştirdik. Bu hedef doğrultusunda çeşitli literatür taraması yapıldıktan sonra işaret dilini kamera ile algılanabileceğini ve algılanan görüntülerin işlenebileceğini fark ettik. Bu doğrultuda geliştirdiğimiz sistemde işaret dili kamera ile algılanır, görüntü işleme ile dijital ortama aktarılmasının ardından algılanan görüntü Mediapipe kütüphanesi yardımıyla ellerin çeşitli verileri alınır ve alınan veriler sayesinde el işaretleri metine çevrilir. Çevrilen metin karşıdaki kişiye yazılı olarak sunulur. Sistemin doğruluğunu test etmek için yapılan testler sonucunda; test için seçilen 62 işaretin %90,32'sinde başarılı bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Ulaşılan doğruluk oranı göz önüne alındığında geliştirilen işaret tanıma sisteminin işitme engelli bireylerin iletişim kurma probleminin çözümüne büyük bir katkıda bulunacağı ve günlük hayatlarına oldukça kolaylaştıracağı düşünülmektedir. İşitme engelli bireylerin günlük hayatlarında cihazı daha verimli kullanabilmeleri için sistemin tasarımı belirlenirken taşınabilir olmasına özen gösterilmiştir.

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Bireylerin kendini ve çevresini anlayabilmesi için iletişim kurması önemli ve gereklidir.[1] Sosyal ilişkilerde, eğitimde, rehabilitasyonda kısaca her alanda bir etki ve tepkiden söz etmek istiyorsak iletişimin olması gerekmektedir. Sağlıklı bir iletişimin gerçekleşebilmesi için de iletişim kanalları açık olmalı ve önündeki engeller kaldırılmalıdır.[2] İnsan iki farklı biçimde iletişim kurar. İlki işitsel-ses yolunu kullanan konuşma dilleri diğeri görsel-jest yolunu kullanan işaret dilleridir. İşaret dili, sessel semboller yerine el, parmak, baş, yüz, mimik, jest ve bütün vücut hareketleri ile yaratılan görsel sembollerin kullanıldığı bir dildir [3]. Bu dil, işitme veya konuşma engelli bireylerin iletişim kurmak için kullandıkları yöntemlerden biridir [4].

Türkiye'de 836.000 kişi işitme engellidir ve her yıl yaklaşık olarak 2500 bebek işitme kaybı ile doğmaktadır [5]. İnsanlar eğitim alırken, sağlık hizmetlerinden yararlanırken, alışveriş yaparken veya toplum içinde bir hizmet verirken sürekli iletişim halindedir. Ancak işitme veya konuşma engelli bireyler genellikle işaret diliyle iletişim kurabilmektedir. İşaret dilini bilen iki kişi etkileşim halinde olduklarında rahatça anlaşabilir ve iletişim kurabilir. Bununla beraber ülkemizde işitme veya konuşma engelli olmayıp işaret dilini bilen insan sayısı çok azdır. Bu sayının bu kadar az olmasının nedeni işaret dilinin de diğer diller gibi öğreniminin uzun sürmesi ve kalıcılık sağlanması için günlük hayatta kullanılarak pratiğe oturtulması gerektiğidir. İnsanların çoğu bu gibi durumlara zaman ayırmak istememektedir bu da işitme ve konuşma engelli bireylerin, normal yaşamlarında iletişim halinde bulunabilecekleri insanları çok kısıtlı tutmaktadır. İki tarafında işaret dili öğrenmeden iletişim kurabilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Örnek olarak işitme engelli bireylerin vücuduna takılan bir cihazla beraber duymasını sağlayacak sistemler geliştirilmiştir. Veya işaret dilini, işaret dilini bilmeyen birisinin anlayacağı formata çeviren sistemler geliştirilmiştir. Ancak bu cihazların her durumda tam verimle çalışmamaktadır.

Bu durum için geliştirilen çözümlerin yetersiz kalması veya yeterli kitleye ulaşamaması da pek çok fırsat eşitsizliğine neden olur. Örneğin işitme veya konuşma engelli bir birey tek başına gittiği bir restorantta yemeğini bitirdikten sonra hesabı öderken yaşadığı güçlük bu fırsat eşitsizliğinin sosyal alandaki örneklerinden biridir. Bir diğer örnek de işitme veya konuşma engelli bireyin bir araştırma ödevi için gittiği kütüphanede görevli memur ile iletişim kurmada çektiği zorluk nedeniyle bilgiye erişimindeki güçlük ve bu durumun doğurduğu sonuçlardan biri olan eğitimdeki fırsat eşitsizliğidir.

İçinde bulunduğumuz salgın döneminde bu fırsat eşitsizliği daha da gün yüzüne çıkmıştır. Covid-19 salgını gibi durumlar ile birlikte akademik eğitimler çevrimiçi hale geldiğinden bireyler kendini daha çok geliştirmek, uzaktan eğitimde elde edilemeyen bilgi ve becerileri kendi çabalarıyla elde etmek zorunda kalmıştır. Bu durum işitme veya konuşma engelli bireyleri de olumsuz etkilemiştir. Dezavantajlı grupların diğer bireyler ile aynı olanaklara sahip olması oldukça önemlidir.

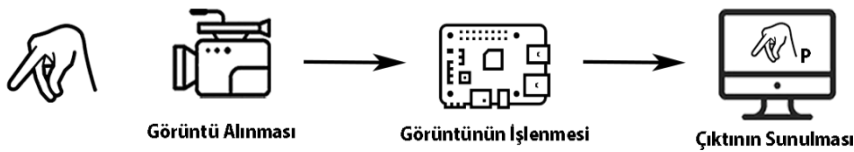


Görsel 1: Sanal ortamda işaret diliyle iletişim kuran insanlar

3. Çözüm

İşitme engelli bireylerin günlük hayatında iletişim içerisinde bulunabilecekleri insan sayısını arttırmak ve kurulan iletişimi daha sağlıklı kılabilmek projenin temel amacıdır. Bu iletişimin kurulabilmesi için aracı medya olarak TİD (Türk İşaret Dili) esas alınmıştır.

Türk İşaret Dili Türkiye’de bulunan işitme veya konuşma engelli bireylerin kullandığı kendine özgü dil bilgisi, söz varlığı, kullanım özellikleriyle Türk işitme veya konuşma engelli bireylerin kültürünü yansıtan doğal, görsel-uzamsal bir dildir. 29 harften oluşan TİD parmak abecesi iki elin ve büyük harflerin kullanımını esas almakla birlikte C, I, L, O, P, V harfleri tek elin kullanımıyla gösterilmektedir.[6] TİD, Türkiye’de bulunan işitme engelli bireylerin iletişiminde kullandıkları dildir.

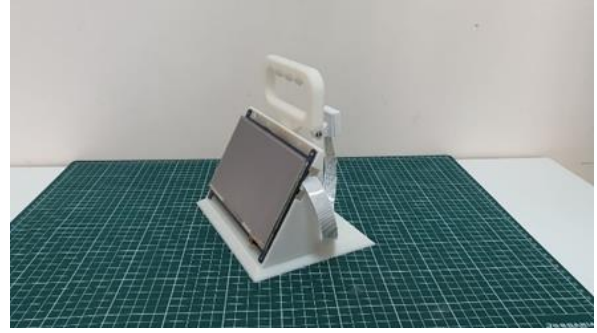


Görsel 2: Sistemin çalışma prensibi

İşitme engelli bireylerin iletişiminde yardımcı olması için engelli bireylerin hareketlerini üzerinde bulunan kamera ile algılayacak, algılanan hareketleri oluşturulan algoritma sayesinde yazıya dönüştürerek çıktı sunacak bir sistem tasarladık. Görsel 3, Görsel 4, Görsel 5 ve Görsel 6’da sistemin görselleri gösterilmektedir. Sistemden elde edilecek çıktı sayesinde işitme veya konuşma engelli bireyler günlük yaşantılarında daha sağlıklı iletişim kurabilecekler ve toplum içerisinde daha aktif rol alabileceklerdir. Bu durum aynı zamanda kişinin kendine olan güveninin gelişmesinde yardımcı olabilecektir. Ayrıca sağlıklı iletişimin kurulması beraberinde bilgiye erişim engelinin en aza indirilmesini sağlayacaktır.



Görsel 3: Sistemin sol üst perspektif görünümü



Görsel 4: Sistemin sağ üst perspektif görünümü



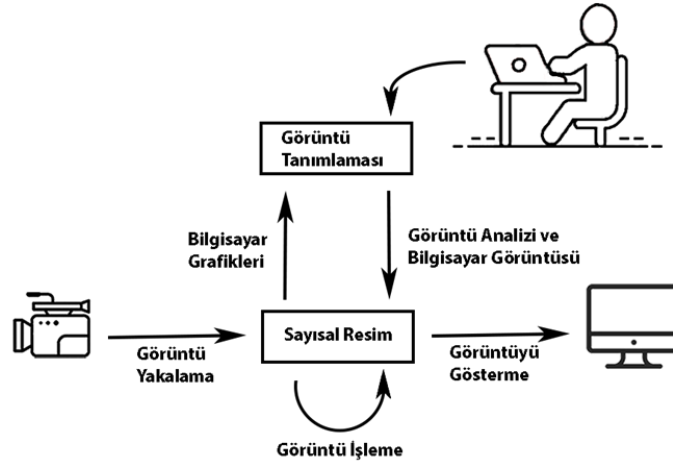
Görsel 5: Sistemin ön perspektif görünümü



Görsel 6: Sistemin arka perspektif görünümü

4. Yöntem

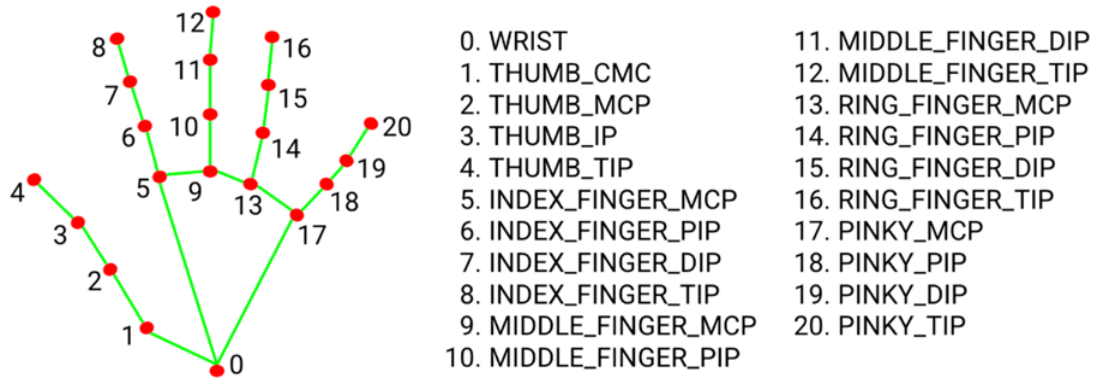
Görüntü işleme, sayısal bir resim hâline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin işlenerek o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir resim oluşturulmasıdır. Oluşturulan resim üzerinden çeşitli veriler alınabilir. Alınan veriler çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanılabilir.[7]



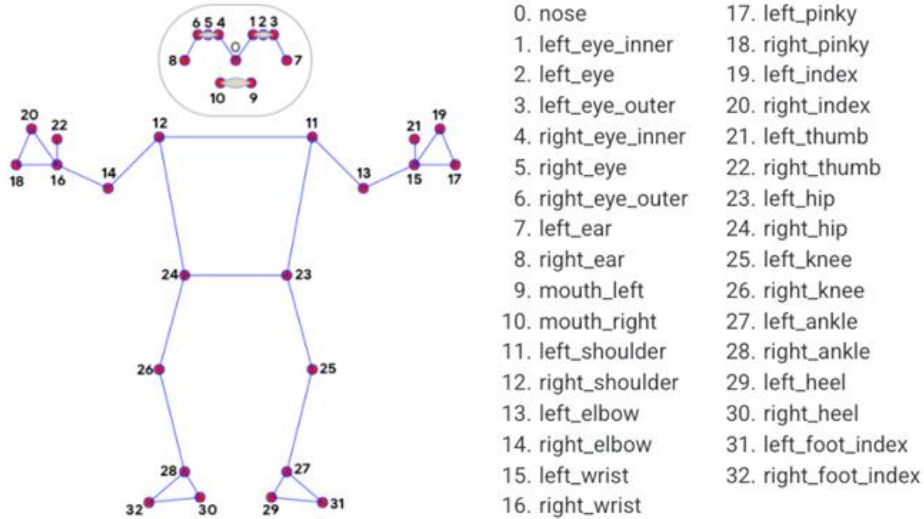
Görsel 7: Görüntü işleme çalışma prensibi

Tasarlanılan sistemde el hareketlerinin görüntüsü kamera modülü ile algılanır. Alınan görüntü esnek kablo ile Raspberry Pi 4'e aktarılır. Raspberry Pi 4 üzerinden Mediapipe kütüphanesi yardımıyla Görsel 8'de gözüktüğü gibi her iki elin de ayrı ayrı 21 noktasından x ve y koordinatları elde edilebilmektedir ve Görsel 9'da gözüktüğü gibi vücudun ayrı ayrı 33 noktasının x ve y koordinatları elde edilebilmektedir. Ellerden elde edilen koordinatlar

sayesinde parmakların kapalı olup olmadığı, elin hangi yüzünün gözüktüğü gibi farklı verilere ulaşılabilmektedir. Vücuttan elde edilen koordinatlarla da elin vücudun hangi kısmında yer aldığı verisine ulaşılabilmektedir.

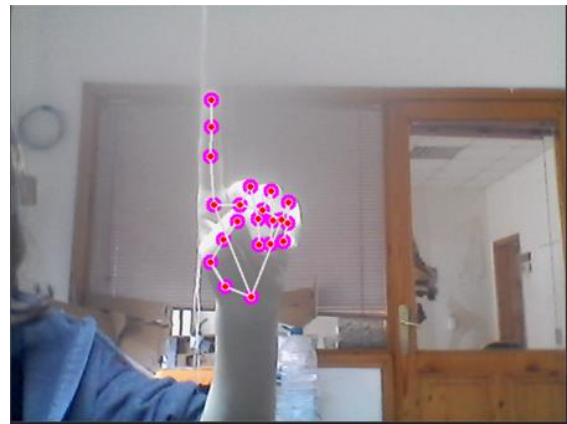


Görsel 8: El üzerinden koordinatları alınan 21 nokta [14]



Görsel 9: Vücut üzerinde koordinatları alınan 33 nokta [15]

Örneğin Görsel 10 de işaret parmağı açık diğer parmaklar kapalıdır. Bunu yazılımsal olarak algılayabilmek için parmaklar tek tek kontrol edilmelidir. İşaret parmağının kontrolü yapılırken parmağın en uç noktasının (Görsel 8 de 8 numaralı nokta) koordinat değeriyle, parmağın en kök noktasının (Görsel 8 de 5 numaralı nokta) koordinatları karşılaştırılır. En uç noktanın y değeri, en kök noktanın y değerinden düşükse parmak kapalıdır. Diğer parmaklar için de aynı işlem gerçekleştirilir ve bu sayede elin şekli hakkındaki verilere ulaşılabılır.



Görsel 10: El üzerinden koordinatların alınmasının örneği

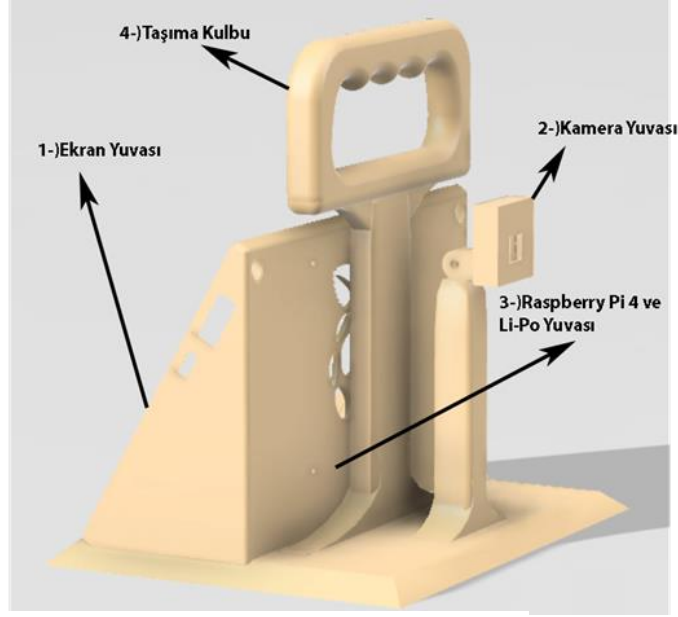
El işaretinin hangi harf veya kelimeye karşılık geldiğini programın algılayabilmesi için el işaretleri bir veri tabanında tutulmaktadır. El işaretleri, veri tabanına parmakların açık olup olmaması veya elin vücudun hangi kısmında bulunduğu gibi verilere dikkat edilerek kayıt edilmiştir ve denk geldiği harf veya metne eşit olduğu belirtilmiştir. Bu sayede kameradan alınan görsellerin verileri ile veri tabanında yer alan görsellerin verileri karşılaştırılır. Bu işlemlerin sonucunda da ekran üzerinden karşıdaki kişiye metinsel olarak bir çıktı sunulur. Ayrıca Raspberry Pi 4 üzerinde yer alan micro HDMI çıkışı yardımıyla görüntü daha büyük bir ekrana yansıtılabilir. Bu sayede işitme veya konuşma engelli birey topluluklara sunum yapabilir.

Kubuş(2008) çalışmasında ses-bilgisel özellikler olarak TİD'in hareketlerin temelini oluşturan 33 tane farklı el şekli olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle geliştirilen sistemde Türk İşaret Dilinde ses bilimi olarak adlandırılan ve işaretlerin de temelini oluşturan 33 tane temel işaret sistemi veri tabanına yer almaktadır. Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türk işaret dili sözlüğünde yer alan alfabe karakterleri de veri tabanına eklenmiştir.[8]

Sistem açık kaynak kodlu bir yapıya sahip olduğundan istenilen el işaretleri sonradan eklenebilmektedir.

Sistemde görüntü işleme yapmak, kameradaki verileri almak ve ekranda çıktı sunabilmek için Raspberry Pi 4 kullanılmıştır. Raspberry Pi 4 üzerine Linux tabanlı Raspberry Pi OS işletim sistemi kurulmuştur ve sistemde kullanılan yazılımlar Python tabanlı yapılmıştır. Raspberry Pi 4 hem boyutunun küçük olması hem de istenilen işlemleri hızlı ve doğru şekilde gerçekleştirebildiği için tercih edilmiştir. Kamera modülü ve ekran Raspberry Pi 4'e uyumlu olacak şekilde seçilmiştir. Ayrıca sistemin taşınabilir olmasını sağlamak için şarj edilebilir bir güç kaynağı olan Li-Po pil kullanılmıştır. Raspberry Pi, Raspberry Pi Vakfı tarafından Birleşik Krallık'ta geliştirilen, kredi kartı büyüklüğünde bir tek kart bilgisayardır (Single Board Computer – SBC).[9] Linux, en çok bilinen ve en çok kullanılan açık kaynak kodlu işletim sistemidir. Bu da işletim sistemini kullanan kişinin bilgisayarın arka planında dönen neredeyse her şeyden haberi olabileceği, işletim sistemini kendince düzenleyebileceği ve geliştirebileceği anlamına gelmektedir.[10] Python esas olarak nesne tabanlı programlamayı, belli bir oranda da fonksiyonel programlamayı destekleyen genel amaçlı bir programlama dilidir. 1991 yılında ilk sürümü geliştirilen Python görece kolaylığı, geniş standart kütüphanesi ve dinamik yapıya sahip bir programlama dilidir.[11]

Cihazın tasarımı yapılırken taşınabilir olması hedeflenmiş ve o doğrultuda tasarımı gerçekleştirilmiştir. Cihazın tasarımını ilk olarak SolidWorks programında 3B olarak oluşturulmuştur. Gerekli düzenlemeler ve yenilikler eklendikten sonra oluşturulan tasarım 3B yazıcı ile üretilmiştir. Yapılan tasarım 40cm x 30cm x 40cm boyutlarında olup bir tarafında kameranın oturabileceği yuva ve çıktı ekranının oturacağı yuva bulunmaktadır. Tasarım iç kısmında ise li-po pil ve Raspberry Pi 4 bulunmaktadır. Üst kısmında taşınabilirliği kolay olması için taşıma kulpu yer almaktadır.



Görsel 11: Sistemin 3B tasarımı

Kubuş'un (2008) çalışmasında belirtmiş olduğu Türk İşaret dilinin temel yapısını oluşturan 33 temel işaret ve Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türk işaret dili sözlüğünde yer alan 29 alfabe karakteri veri tabanına eklenmiştir. Böylece veri tabanında yer alan 62 adet işaret tek tek geliştirilen sistemin kamerası önünde test edilmiştir. Her bir işaret 5 defa kamera önünde yapılmış ve doğru çıktı sunulup sunulmadığı kaydedilmiştir.

Yapılan testlerde 62 adet işaretin her biri için elde edilen 5 sonuç analiz edilmiştir. Analiz sonucunda her 5 sonuçtan 3 veya daha fazlasında doğru çıktı sunulduğunda sonuç başarılı kabul edilmiştir. 62 işaretin 56 tanesi başarılı bir şekilde algılanarak doğru çıktı sunulmuştur. Geliştirilen işaret tanıma sisteminin doğruluk oranı %90,32 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen doğruluk oranı göz önüne alındığında geliştirilen işaret tanıma sisteminin işitme veya konuşma engelli bireylerin iletişim kurma probleminin çözümüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Araştırmalarımız sonucunda işitme veya konuşma engelli bireylerin sağlıklı iletişim kurmaları için tasarlanan çeşitli sistemler olduğunu gördük. İşitme engelli bir bireyin, sağlıklı bireylerin anlatmak istediği kelimeleri anlamasını sağlayacak sistemler geliştirilmiştir. Ancak işitme veya konuşma engelli bireyin diğer insanlarla iletişim kurmak için tek yolu işaret dilini kullanmasıdır ve iletişimin bu kısmının gerçekleşmesini sağlayan sistemler oldukça az ve yetersizdir.

Koklear implant sesin algılanarak dijitalle çevrilmesinin ardından kulak içindeki sinirler ile beyne iletilmesi sonucu işitme veya konuşma engelli bireylerin günlük hayattaki iletişimlerini normale yakın düzeyde gerçekleştirebilmelerini sağlamak amacıyla kullanılan bir cihazdır. Ayrıca koklear implantın kullanım koşulları sınırlıdır. İç kulak yapısı ileri derecede bozuk olan ve/veya işitme siniri olmayan kişilere ve erişkin dönemde işitme kaybı gelişen ve üzerinden 10-15 yıldan fazla geçmiş kişilere yapılmaz.[12] Bu durumlar da işitme veya konuşma engelli bireyler için işaret dili kullanımının önemini büyük ölçüde arttırmaktadır. Bunun yanında İYS

(İletişimde Yardımcı Sistem) işaret dili bilen herkes tarafından rahatlıkla kullanılabilen ve herhangi bir gereklilik barındırmayan bir üründür.

İşitme engelli bireylerin iletişimine yardımcı olmak için yapılan ürünlerden biri de veri eldivenidir. Veri eldiveni, el duruşunu ayırt eden sensörlerle donatılmıştır. Türkçe dilinde kullanılan kelimelerin işaret dili karşılıklarını, oluşturulan model yardımıyla tespit etmektir. Bu sayede konuşma engelli bireyler ve toplumun geri kalanı arasındaki iletişimin kolaylaştırılması amaçlanır. Ancak işaret dili iki elin ve vücudun belirli kısımlarının aktif rol oynayarak uygulamaya geçtiği bir iletişim kanalıdır. Veri eldiveni ise tek el fonksiyonel bir çalışma ortamını sağlayabilen bir üründür. Nihayetinde yalnızca tek el ile açıklanabilecek sözcüklerin algılanarak karşı tarafa iletilmesi kullanılabilir. Böylece kelime dağarcığını kısıtlı tutar ve iletişimde aksaklıklara yol açabilir. Ayrıca ürünün tasarımı gereği veri eldiveninin çıktı sunulan ekrana kablolar ile bağlantılı olması hareket kabiliyetini kısıtlarken büyük ve taşınmasının zor olması pratiklik ve fonksiyonellikten uzaklaşmasına sebep olmuştur.[13] Fakat İYS'nin kullanımını gereği işaret dilini kullanan bireyin hareketini kısıtlayacak herhangi bir unsur barındırmamaktadır.

Araştırmalarımız sonucunda var olan sistemlerin çoğunun günlük hayattaki iletişimi sağlıklı bir biçimde sürdürmek için yeterli veya kullanışlı olmadıklarını, pek çok problem barındırdıklarını tespit ettik. Biz de cihazımızı tasarlarken bu eksiklikleri göz önünde bulundurduk ve yapılabilecek en kullanışlı ve pratik ürünü tasarlamaya çalıştık.

6. Uygulanabilirlik

Sistemin kontrolünü piyasada yaygın olarak bulunan Raspberry Pi 4 geliştirme kartı kullanarak sağladık. Elektronik bileşenleri belirlerken kolay ulaşılabilir parçalar seçerek üretimi kolaylaştırmayı hedefledik. Raspberry Pi kartı basit arayüze sahip olduğu için yeterli yazılım bilgisine sahip herkes tarafından kodlanabilmektedir. Kullanacağımız kodların tümünü açık kaynaklı olarak yayınlamayı ve bu sayede projemizin geliştirilebilir olmasını hedefliyoruz. Sorun hakkında bilgi edinebilmek için literatür taramasının yanında işitme veya konuşma engelli bireyler ile çeşitli görüşmeler yaptık. İletişim esnasında geçen sürenin uzunluğunun iletişimin kalitesini etkilediği, bu yüzden kullanılan yöntemlerin pratik olması gerektiği sonucuna vardık. Mevcut sistemlerin gereken kaliteyi sağlamadığını, pratiklik, ergonomiklik ve ulaşılabilirlik yönünden eksikler taşıdığını gördük. Bu bilgiler doğrultusunda çalışma hızı ve taşınabilirlik açılarından oldukça verimli, ergonomik, kolay kullanılabilen bir sistem tasarladık. Yeni ortaya çıkan fikirlerin piyasadan pay alabilmek için tanıtımlara ve etkili yorumlara ihtiyacı vardır. Ürün tanıtımlarında yaygın olarak internet, televizyon ve reklam panoları kullanılmaktadır. Hedef kitlemiz bu tip reklam araçlarını nadiren kullandığından piyasadaki ürünlerin reklamı fazla yapılamamaktadır. Kullanıcılar ürünlere genellikle internette arayarak ulaşmaktadır. Bu durum bizim gibi küçük çaplı girişimciler için bir avantajdır. Hedef kitlenin internette araştırma yaparak ürüne ulaşması geniş çaplı reklamların etkisini azaltır. Reklam ve pazarlama gereksinimi düşük olan ürünümüz de bu maliyetler olmadan daha ucuza satılabilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemiz piyasada bulunan ve tam olarak karşılama da muadil olarak görülebilecek cihazlardan daha düşük maliyet sunmaktadır. Projemizin tahmini maliyeti 2.000- 3.000 tı bandındadır. Bu fiyat ürettiğimiz prototip için geçerlidir.

* **Toplam tutar malzemelerin adedine göre kur artışına göre değişiklik gösterebilmektedir.**

Ürün Adı	Ürün Adeti	Fiyatı
Raspberry Pi 4	1	1.250 TL
Raspberry Pi Kamera Modülü	1	150 TL
WaveShare Raspberry Pi 7 Inch Dokunmatik Ekran	1	650 TL
Li-Po Pil	1	125 TL
2.85 mm PLA+ Filament	1	190 TL
Toplam		2.365 TL

Tablo 1: Tahmini Maliyet Tablosu

Harcamaların önceliği projenin hayata geçirilebilir olduğu görülene kadar yazılımsal yönde harcamalar yapılmış bunun için Raspberry Pi 4 alınmıştır. Ürünün hayata geçirilebilir oluşuna karar verilince üretim için harcamalar yapılmış bunun için kamera, ekran, güç kaynağı ve filament alınmıştır.

Piyasada, aynı amaç doğrultusunda üretilen rekabet oluşturabilecek benzer bir ürün bulunmamaktadır.

Proje Zaman Planlaması:

İş Paketleri	AYLAR				
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Literatür taranması	X				
Proje Sorununun Çözümüne Karar Verilmesi		X			
Verilerin Toplanması ve Analizi		X			
Sistemin Tasarımının Belirlenmesi		X			
Yazılım Çalışmaları		X	X		
Maliyet Hesaplamaları				X	
Proje Raporunun Yazımı			X	X	X

Tablo 2: Proje Zaman Planlaması

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projemizin hedef kitle (Kullanıcılar) işitme veya konuşma engelli bireylerdir. Türkiye'deki yayınlanan verilere göre ülkemizde 406 bin (%1,1) erkek 429 bin (%1,2) kadın olmak üzere toplam 836 bin işitme engelli bulunmaktadır (TÜİK, 2015)., dünyada ise 37,5 milyon kişi işitme engelli bulunmaktadır (NIH, 2016). Bu veriler de bize hem ulusalda hem de uluslararasıda büyük bir hedef kitlemizin olduğunu göstermektedir.

9. Riskler

	Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
	Proje Hayata Geçirilirken Ortaya Çıkabilecek Riskleri	
1.	Kullanıcıların bilinçsizliği hatasına dayalı sensör arızalarının oluşması	Kullanıcının elektroniklerin kullanımı hakkında bilgilendirilmesi ile arızalara karşı önlem alınması
2.	Sisteme sıvı dökülmesi	Sistemde sıvı temasıyla hasar görebilecek elektronik bileşenlerin su geçirmeye dayanıklı olarak üretilmesi
3.	Bataryanın zarar görmesi	Sigorta kullanılabilir
4.	Kamera açısının doğru ayarlanamaması	Oluşturulabilecek bir yapay zekayla birlikte kamera açısından çıkılması halinde işaret dilini kullanan bireyin kadrage girmesi için uyarı verilmesi
5.	Işık yetersizliği sonucunda el hareketlerinin kamera tarafından istenilen şekilde algılanamaması	Cihaza ek aydınlatma sistemi takılabilir
6.	Kullanıcı sonucu oluşan arızalar	Kullanım kılavuzu hazırlanabilir
	Zamanlama ve Bütçe Planlaması ile İlgili Olarak Risk	
1.	İş paketlerinin planlanan tarihlerde gerçekleştirilememesi	Gerçekleştirilmediğinde ürünün üretiminde kritik derecede etkilemeyecek iş paketleri atlanabilir
2.	Bütçenin yetersiz kalması	Sponsorluk faaliyetleri yürütülebilir

Tablo 3: Sistemde ve Sistemin Oluşum Sürecinde Oluşabilecek Riskler ve B Planları

Risk	Olasılık	Etki	Puan	Sonuç
Kullanıcıların bilinçsizliği hatasına dayalı sensör arızalarının oluşması	3	4	12	Yüksek Risk
Sisteme sıvı dökülmesi	2	3	6	Orta Risk
Bataryanın zarar görmesi	2	4	8	Orta Risk
Kamera açısının doğru ayarlanamaması	5	1	5	Düşük Risk Göz Ardı Edilebilir
Işık yetersizliği sonucunda el hareketlerinin kamera tarafından istenilen şekilde algılanamaması	4	2	8	Orta Risk
Kullanıcı sonucu oluşan arızalar	1	5	5	Düşük Risk Göz Ardı Edilebilir

Tablo 4: Risk Matrisi

10. Kaynaklar

- [1]: Şahin, S. & Aral, N. (2012). Aile içi iletişim
Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ausbid/article/445607>
- [2]: Özdemir, S. (15.12.2017). Engelli Bireylerin Mânevî Rehabilitelerinde İletişimin Önemi
Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/harranilahiyatdergisi/issue/32984/341405>
- [3]: Akmeşe, P. & Kayhan, N. (2020). Türk İşaret Dili (TİD) Eğitimi ve Yüksek Öğretim Programlarında İşaret Dili Dersi
Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1487473>
- [4]: Akmeşe, P., Kayhan, N. (01.2017). İşaret Dili Dersine Katılan Öğretmen Adaylarının Görüşlerine Göre Türk İşaret Dili Eğitiminin İncelenmesi
Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/261469>
- [5]: Yıldız, Z., Yıldız, S. & Bozyer, S. (2018). İşitme Engelli Turizmi (Sessiz Turizm): Dünya ve Türkiye Potansiyeline Yönelik Bir Değerlendirme
Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/431390#:~:text=T%C3%BCrkiye%27deki%20engellilere%20y%C3%B6nelik%20olarak,sadece%20i%C3%A7%20talep%20potansiyelini%20g%C3%B6stermektedir.>
- [6]: Oral, A. Z. (2016). Türk İşaret Dili Çevirisi
Erişim Adresi: <https://www.siyasalkitap.com/u/siyasalkitap/docs/t/u/turk-isaret-dili-site-pdf-1573803103.pdf>
- [7]: Karakaç, M. (03.02.2012). Görüntü İşleme, Teknolojileri ve Uygulamaları
Erişim Adresi: https://ab.org.tr/ab12/sunum/21-goruntu_isleme-Karakoc.pdf
- [8]: Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2010). Türk İşaret Dili Sözlüğü
Erişim Adresi: https://orgm.meb.gov.tr/alt_sayfalar/duyurular/1.pdf
- [9]: Kaya, M. M. (5.8.2021). Raspberry Pi Nedir? Modelleri ve Neler Yapılabilir?
Erişim Adresi: <https://maker.robotistan.com/Raspberry-pi-dersleri-0-Raspberry-piyi-taniyalim/>
- [10]: Dere, U. (2021). Linux Nedir, Ne İşe Yarar, Kimler Kullanır?
Erişim Adresi: <https://www.webtekno.com/linux-nedir-ne-ise-yarar-h97035.html>
- [11]: KEPİL, B. (05.02.2019). Python Programlama Nedir? Ne İşe Yarar? Nerelerde Kullanılır?
Erişim Adresi: <https://teknolojirojeleri.com/programlar/python-nedir-ne-ise-yararnerelerde-kullanilir>
- [12]: Özdek, A. Koklear İmplantasyon
Erişim Adresi: <https://www.aliozdek.com/hastaliklar-ve-tedaviler/kulak-hastaliklari/koklear-implantasyon/>
- [13]: Gökçe, F. & Kekül, H. (2021). Mikro Denetleyici Sistemler ile Türk İşaret Dili Kelime Çevirici
Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2036866>
- [14]: MediaPipe Hands
Erişim Adresi: <https://google.github.io/mediapipe/solutions/hands.html>
- [15] MediaPipe Pose
Erişim Adresi: <https://google.github.io/mediapipe/solutions/pose.html>