



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Ses ve Metin Olarak Girilen İşaret Dili Hareketlerinin Robot Kol Tarafından Gerçekleştirilmesi

 Bekir AKSOY^{a,*}  Zakaria GHAZAL^a  Ramazan ŞENOL^b  Mevlüt ERSOY^c

^{a,*} *Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye*

^b *Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye.*

^c *Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.*

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: bekiraksoy@isparta.edu.tr

DOI : 10.29130/dubited.593405

ÖZET

İşitme kaybı olan insanlar, nasıl iletişim kuracaklarını öğrenme konusunda güçlük çekerler çünkü çevrelerindeki tüm sesleri ve hatta kendi seslerini duyamazlar. Çalışmada 25 Türkçe örneklem hareket, Google ses kütüphanesi kullanılarak ses yoluyla veya klavyeden bilgi girişi yoluyla işitme engellilere işaret dili hareketleri ile bir insanı robot kolları tarafından gerçekleştirip işaret dilinin algılaması ve hareketin insanı robot kol tarafından gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Klavyeden bilgi girişi ile robot kolun hareketi gerçekleştirme süresinin ses ile hareketi gerçekleştirme süresinden %40 daha hızlı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Robot Kolu, İşaret Dili, Ses tanıma.

An Example of Humanoid Robot Arm Performing Sign Language Movements

ABSTRACT

People with hearing loss have difficulty learning how to communicate because they can't hear all the sounds around them, and even their own voices. In this study, 25 Turkish sample movements were performed by a humanoid robot arms with sign language movements to the hearing impaired by using speech, Google speech library, voice or by entering information from the keyboard, and detection of sign language by the humanoid robot arm. With the input of information from the keyboard, it was seen that the robotic arm's movement time was 40% faster than the sound-movement time.

Keywords: Robot Arm, Sign Language, Speech Recognition.

I. GİRİŞ

Dünya nüfusunun %8.3'ü 65 yaş ve üzeri insanlardan oluşmaktadır [1]. Gelişmiş ülkelerde bu oran ise yaklaşık %14 iken 2030 yılında bu oranın yaklaşık olarak %25 olacağı tahmin edilmektedir [2]. Dünya nüfusunun hızla yaşlanması ve kronik hastalıkların sayısındaki artış engelli insan sayısında da hızlı bir artışa neden olmaktadır. Literatürde engelli insanlar ile ilgili tanımlamalar incelendiğinde; Saltık yaptığı çalışmada, engelli insanı doğum veya doğum sonrası oluşan bir sebeple zihinsel, ruhsal, duyuşsal, sosyal yeteneklerini farklı derecelerde kaybetmesi sonucu toplumsal yaşama uyum sağlamada ve günlük yaşam gereksinimlerini karşılama, korunma, bakım konusunda rehabilitasyon, danışmanlık ve destek hizmetlerine ihtiyaç duyan kişi olarak tanımlanmıştır [3]. Engelli insanın bir diğer tanımı ise insanların, doğuştan veya kaza geçirmesi sonucu fiziksel, zihinsel, ruhsal ya da duyuşsal fonksiyonlarını belli oranlarda kaybetmeleri olarak ifade edilmiştir [4]. Pouya vd. çalışmalarında engelliliği; doğuştan veya sonradan herhangi bir sebeple ruhsal, duyuşsal ve sosyal yeteneklerini farklı ölçülerde kaybetmesi sebebiyle toplum yaşamına uyum sağlamada ve günlük ihtiyaçlarını karşılamada güçlükleri olan ve korunma, bakım, rehabilitasyon, danışmanlık ve destek hizmetlerine ihtiyaç duyan kişi olarak tanımlamıştır [5]. Dünya sağlık örgütü ise engelli kavramını “yeti yitimi” olarak tanımlamaktadır [6].

Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlığına bağlı olan Özürlüler İdaresi Başkanlığı (BOİB) ve Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı'nın 2002 yılında yaptıkları ortak bir çalışmada, engelli insanları, “Türkiye Özürlüler Araştırması'na göre, ortopedik, görme, işitme, dil ve konuşma, zihinsel engelliler ve sürekli hastalıklar olarak altı ana başlık altında toplanmıştır [7]. Türkiye İstatistik Kurumunun ulusal veri tabanına kayıtlı engellilerin, %29,2'si zihinsel özürlü, %25,6'sı süreğen hastalığı olan özürlüler, %8,8'i ortopedik özürlüler, %8,4'ü görme özürlüler %5,9'u işitme özürlüler, %3,9'u ruhsal ve duyuşsal özürlüler, %0,2'si dil ve konuşma özürlüler ve %18'i birden fazla özürlü olan insanlardan oluşmaktadır [8]. Dünya İşitme Engelliler Federasyonu ve Avrupa Ruh Sağlığı ve Sağlığı Derneği'ne göre toplam dünya nüfusunun yaklaşık olarak binde biri işitme engelli insanlardan oluşmaktadır [9]. İşitme engelli, tek veya iki kulağında tam veya kısmi işitme kaybı olan kişi olarak tanımlanmaktadır [10]. İşitme kaybı çok hafif (16-25 dB), hafif (25-40 dB), orta (40-65 dB), ileri (60-85 dB) ve çok ileri derecede (85 dB üstü) işitme kaybı olmak üzere beş kategoriye ayrılır ve çok ileri derecede işitme kaybı olan kişiler işitme engelli olarak kabul edilmektedir [11].

İşitme engelli insanlar iletişim kurmada yetilerini tam olarak kullanamadıklarından dolayı her ülkenin kendine özgü el hareketleri ve yüz mimikleri kullanarak bir işaret dili oluşturulmuştur [12]. Ülkemizde Türk İşaret Dili'nin (TİD) tarihi 1889 yılında görme ve işitme engelliler için kurulan bir okula dayanmasına rağmen bazı işaret dilleri ise birkaç yüzyıl öncesinde bile kullanıldığı bilinmektedir [13-15]. Türkiye'de 1995 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2000 işaretin yer aldığı yetişkinler için Türkçe dil işaret rehberi yayınlanmıştır [16]. Ayrıca her yıl 7 Haziran günü Türk İşaret Dili Bayramı kutlanmaktadır [17]. Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte engelliler ve yaşlılar için yapay zekalı robot sistemleri de sıkça kullanılmaya başlanmıştır [18]. Akademik literatür incelendiğinde, Ktistakis vd. çalışmalarında yürüme engelli insanlara akıllı tekerlekli sandalye için yapay zekalı teknolojisini kullanmışlardır [19]. Singh vd. çalışmalarında, Bayes karar teorisi, karar ağaçları ve Destek vektör makineleri makine öğrenme algoritmalarını kullanarak Hint işaret dili hareketlerini tanımlayan bir sistem oluşturmuşlardır [20]. Diğer bir çalışmada 50 işitme engelli insan için InMoove şirketi tarafından tasarlanıp üç boyutlu (3B) yazıcı ile basılan bir robot kolu ile Alman işaret dili programlanıp bir ses tanıma sistemi ile birleştirilerek insan-robot etkileşimi hakkında örnek bir uygulama gerçekleştirilmişlerdir. [21]. Jose vd. çalışmalarında, Tamil dili için Canny kenar tespit yöntemini ve özellik çıkarımı yöntemlerinden biri olan boyut ile değişmeyen özellik çıkarımı algoritmasını kullanarak kişilerin jest ve mimik hareketlerini Tamil harflerine çeviren sistemini oluşturmuşlardır [22]. Benzer bir diğer çalışmada, işitme engelli on kişi ile yapılan uygulama ile geliştirilen sinir ağı bir öğrenme mimarisiyle kişilerin jest hareketlerini tanıyarak Kril el alfabesine dönüştüren sistemini gerçekleştirmişlerdir [23]. Meghdari vd. çalışmalarında engelli çocuklara Farsça dili öğretmeyi kolaylaştırmak için sosyal amaçlı bir robot asistanı tasarlamışlardır [24]. Lo ve Huang çalışmalarında iki kollu / el tipi insansı robot kullanılarak işaret dili hareketlerini gerçekleştirilmesi ile ilgili çalışma gerçekleştirmişlerdir [25]. Bir diğer çalışmada işaret dilini insansı robotlarla etkileşim oyunları ile

öğretimi için kullanmışlardır [26]. Scassellati vd. çalışmalarında bir Robot ve sanal bir insan kullanılarak işitme engelli bebeklere dil öğretimi hakkında çalışma gerçekleştirmişlerdir [27]. Köse vd. çalışmalarında yardımcı insansı robotların işaret dili derslerine etkisini incelemişlerdir [28]. Bir diğer çalışmada İnsan-robot etkileşimi için işaret dili çeviri sistemi geliştirmişlerdir [29].

Çalışmada, InMoove şirketi tarafından tasarlanmış olan beş parmaklı bir robot kol 3B yazıcıda basılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan robot kolundaki parmak ve bilekleri hareket ettirmek için altı adet servo motor robot koluna monte edilmiştir. Geliştirilen Python yazılımı ile Arduino seri olarak haberleştirilerek işaret dili hareketlerinin robot kolu tarafından algılanması sağlanmıştır. Geliştirilen yazılım ile Türkçe sesi algılayan Speech-Recognition Kütüphanesi kullanarak yirmi beş (25) Türkçe kelime sisteme tanıtıldıktan sonra, bu kelimelere karşılık yapılması gereken işaret dili hareketleri programlanmıştır.

II. MATERYAL VE METOT

A. MATERYAL

Çalışmada, insansı robot kolu dirsekten parmaklara kadar bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Robot kolun üretimi Polilaktik asit (PLA) filament kullanılarak Tron XY 3B yazıcı vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan Tron XY 3B yazıcı 100 mm/s hızda 1.75 mm kalınlığındaki malzemeyi işleyebilen bir özelliğine sahiptir. Robot kol için InMoove şirketi tarafından üretilen tasarım kullanılmıştır [30]. Arduino kart olarak ATmega328P kartı kullanılmıştır. Tablo 1’de kullanılan ATmega328P Arduino kartın özellikleri verilmiştir [31].

Tablo 1. ATmega328P Arduino kartın teknik özellikleri [31]

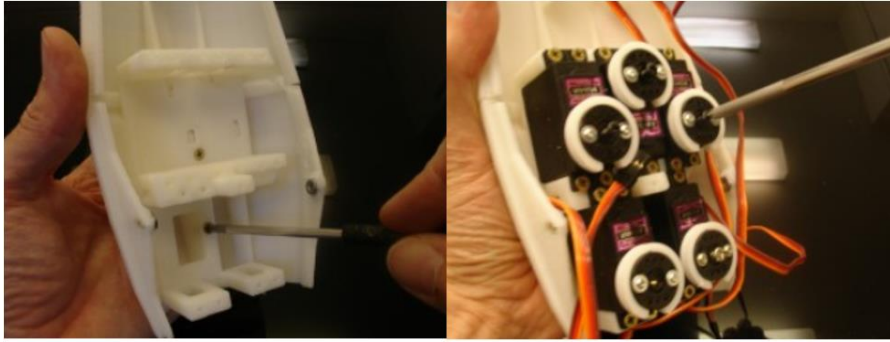
Çalışma gerilimi	5V
Giriş gerilimi (önerilen)	7-12V
Giriş voltajı (sınır)	6-20V
Dijital giriş/çıkış pin sayısı	14 (Bunlardan 6 PWM çıkış sağlar)
Analog giriş pin sayısı	6
Giriş/Çıkış pin başına DC akım	20 mA
3.3 V Pin başına DC Akım	50 mA
Flaş bellek	32 KB (ATmega328P) olan bootloader tarafından kullanılan 5 KB
SRAM	2 KB (ATmega328P) EEPROM 1 KB (ATmega328P) Hızı 16 MHz
LED_BUILTIN	13
Uzunluğu	68.6 mm.
Genişlik	4 mm.
Ağırlık	25 gr.

Çalışmada, Robot kol, InMoove şirketi tarafından açık kaynak olarak tasarlanan protez el olarak tasarlanan çalışmadan alınmıştır [30]. Bu açık kaynaktan kullanıcılar robota ait istenilen parçayı alıp kendi projelerine uygun bir şekilde değiştirmeleri mümkün kılınmıştır. Bunun akabinde kullanıcılar

değiştirmiş oldukları robot parçalarını 3B yazıcıda imal ederek montajını gerçekleştirebilmektedir. Çalışmada bir elin parmaklarının hareketleri göstermek olduğu için sol protez elin parçaları 3B yazıcı kullanılarak imal edilmesi planlanmıştır. Robot kola ait toplam 51 parça, 3B yazıcı kullanılarak imal edilmiştir. Parçaların imalatı esnasında robot kolun içerisine yerleştirilecek olan altı adet servo motor ile parmak hareketlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Son aşamada ise Python programlama dilinde hazırlanan yazılım ile parmak hareketleri gerçekleştirilmiştir.

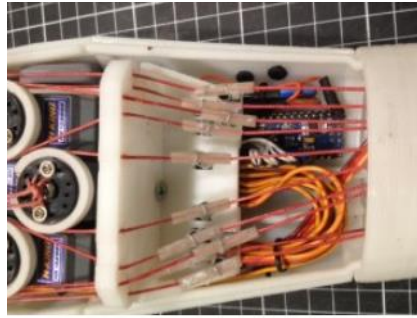
B. METOT

Tasarım programı kullanılarak hazırlanan robot kolu tasarımı dosyası, kolun 3B yazıcıda üretilebilmesi için “.stl” dosya formatına dönüştürülmüştür. 3B yazıcıda robot kolunun üretimine geçilmeden önce “.stl” dosyalarını Curve programı kullanılarak basma değerleri ve süresi ayarlanmıştır. Robot kolu üzerinde yer alan bilek ve parmakları hareket ettirmek için ise servo motorlar, motor sürücüsü için ise Arduino kart kullanılmıştır. Şekil 1’de gösterildiği gibi servo motorlar çalışma esnasında kilitlenmemesi için robot kol üzerine 0° ve 90° açıda monte edilmiştir [30].



Şekil 1. Robot kolu üzerinde servo motorların yatakların ayarlanarak monte edilmesi.

Robot kolu üzerinde servo motorların monte edilme işlemi tamamlandıktan sonra Şekil 2’de görüldüğü gibi servo motorlar üzerinde parmakların hareketini sağlamak amacıyla servo motora bağlanan ipler arka ve önde ikişer delik ile geçiş olarak ayarlanarak kolun iç kısmına monte edilmiştir.



Şekil 2. Kabloların Geçiş Duvarı.

Şekil 3’de robotun bilek kısmına yerleştirilen servo motor ve ucuna yerleştirilen dişli çark ile kolun sağa ve sola 90° açıyla dönmesi sağlanmaktadır.



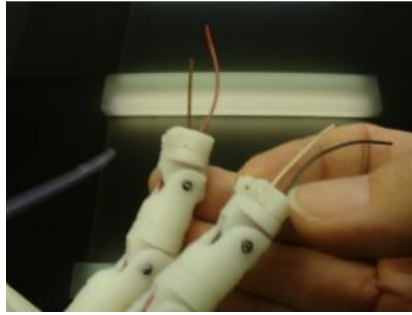
Şekil 3. Bilek Motorun Ayarlanması.

Servo motor ve ucuna yerleştirilen dişli çark işleminden sonra Şekil 4’de görüldüğü gibi robot kolunun üzerinde oluşturulacak olan parmakların oluşturulma aşamasına geçilmiştir. Her parmak toplam altı parçadan oluşmaktadır. Parçaların bağlandıkları yerde (mafsal) ikinci ve üçüncü parçalar plastik yapışkanla; birinci, dördüncü ve beşinci mafsallar ise demir tel ile bağlanarak parmakların bükülme işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Parmakların Temizlenmesi ve Birleştirilmesi.

Robot kolun avuç kısmı ile baş ve işaret parmaklarının bağlandığı parça, orta ve yüzük parmağı parçası ile serçe parmağının bağlı olduğu üç parçadan oluşmaktadır. Şekil 5’de servo motorlar üzerinden alınan kabloların dışarıdan görünmemesini sağlamak için kolun iç bölgesinden geçirilip parmakların uç kısmına kadar uzatılarak bağlanmıştır. Böylece servo motorların elektrik kabloları birleştirilerek arduino kart ile haberleştirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 5. Parmakların Sinir Uçlarına Bağlanması.

Robot kolda kontrol kartı olarak kullanılan Arduino ile Servo motorların bağlantı kurabilmesi için kart bilek ile motorlar arasındaki boşluğa yerleştirilmiştir. Sistemin gücü 3.7V ve 3000 mAh bir pil ile sağlanmıştır.

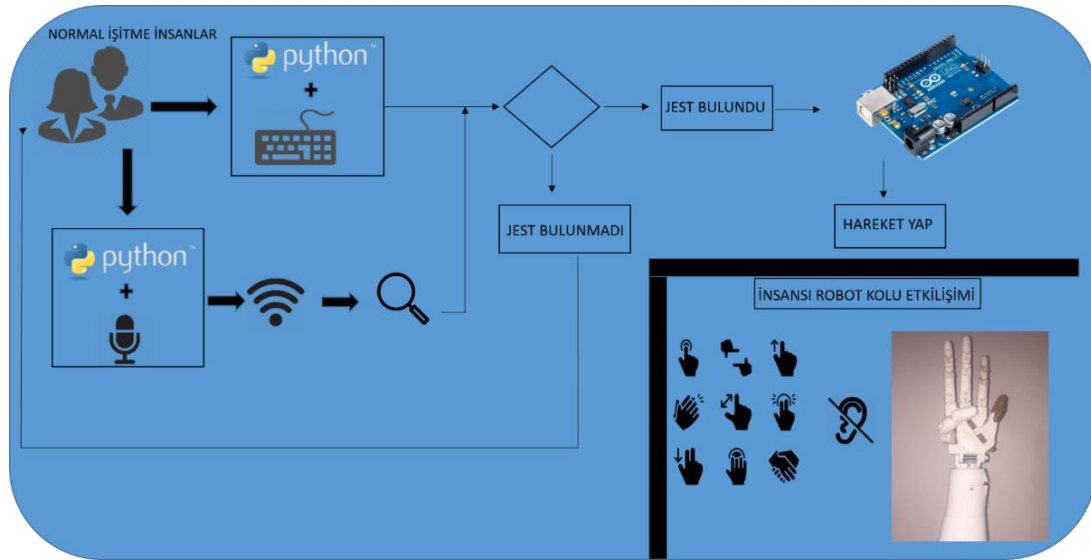
ATmega328P Arduino kartın görevi ise, servo motorlarını kontrol etmek ve sürücü olarak kullanılmaktadır. Klavyeden veya ses ile girişi yapılan sözlere göre hangi servo motorun hangi açıda döneceğini Python programlamada dilinde serial kütüphanesi kullanarak ATmega328P Arduino kartın

ara yüzüne seri haberleşme olarak aktarılmaktadır. Hazırlanan program ile ATmega328P Arduino karta ardı ardına üç ayrı değer olarak gelmektedir. İlk değer şifre anahtarı gibi olarak çalışmaktadır. Örneğin birinci değer ancak 255 olarak gelirse diğer Arduino yazılımına aktarılmaktadır. 255'den farklı bir değer gelmesi durumunda ise Arduino karta bilgi girişi olmamaktadır. İkinci değer ise servo motorun numarasını ifade etmektedir. Son değer ise ikinci değerde belirlenen motorun hangi açıda çalışacağını belirlemede kullanılmaktadır.

Arduino kart ile gerçekleştirilecek olan 25 farklı kelimenin işaret dili hareketleri için Python programlama dilinde hazırlanan programın akış diyagramı şekil 6'da verilmiştir. Seri port haberleşmesi için pyserial kütüphanesi kullanılmıştır. Ayrıca Python programlama dilinde yer alan ses algoritması kullanılarak sözle ifade edilen kelimelerin algılanması ve metne çevrilmesi sağlanarak işaret dili hareketlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

Python programlama dilinde hazırlanacak program ile servo motorların kontrolü sağlanmıştır. Servo motorlardan beş tanesi parmakların hareketi için, altıncısı ise bileğin hareketini sağlamaktadır. Robot koldaki sadece başparmak serbestlik derecesine sahiptir. Bu durum robot kolun yapabileceği işaret dili hareketlerinin kısıtlanmasına sebep olmaktadır. Bu sorunu çözebilmek için esnek parmaklara sahip robot kol kullanılacaktır.

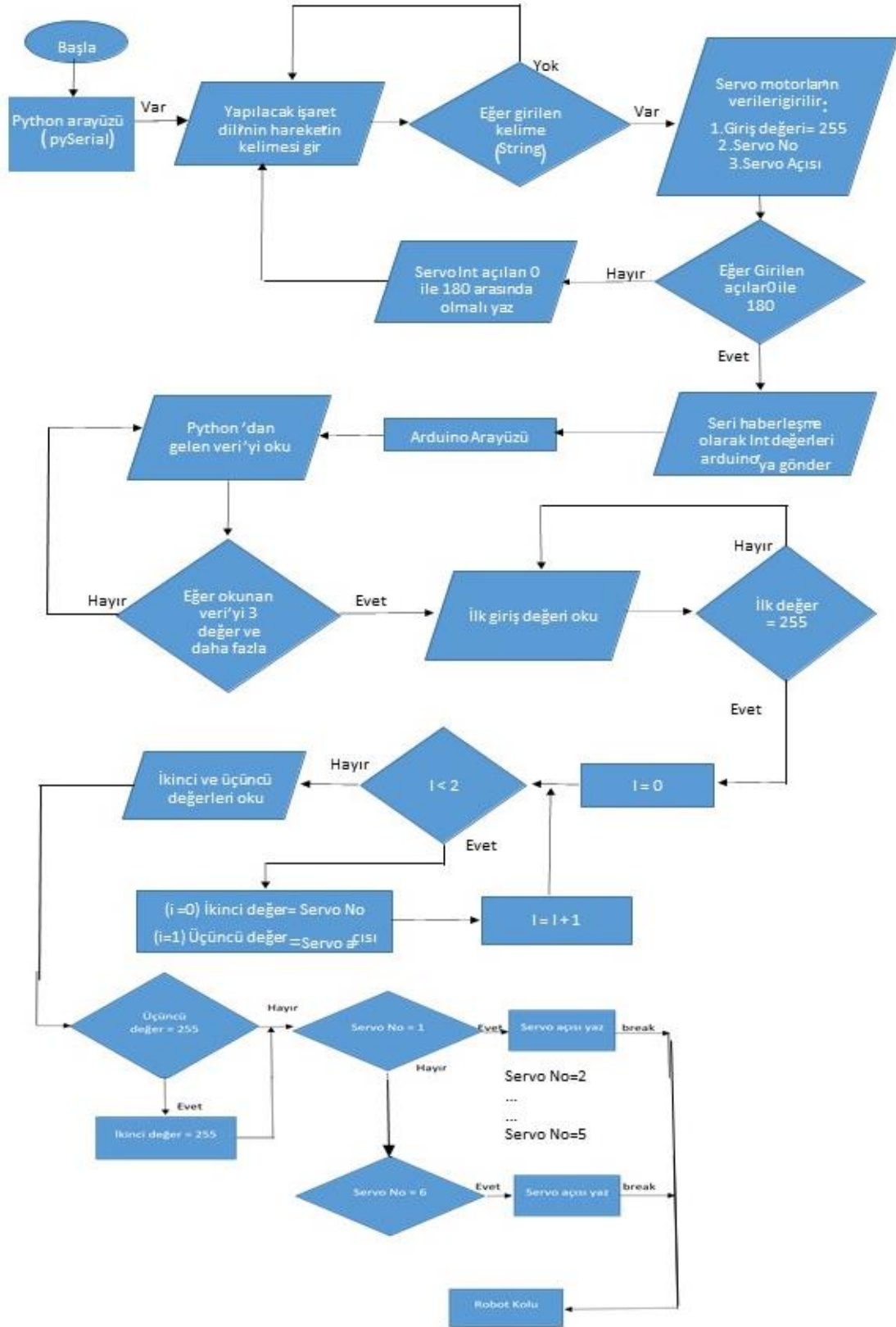
Şekil 6'da sistemin çalışma prensibi görülmektedir. Robot kolun örneklem olarak belirlenen 25 hareketi gerçekleştirebilmesi için Python programlama dili ile gerçekleştirilen yazılıma klavye ya da mikrofon aracılığı ile sesle olmak üzere iki farklı şekilde bilgi girişi yapılmaktadır. Eğer ses ile bilgi girişi gerçekleştiriliyor ise internet üzerinde çalışan ses algılama algoritması (Google speech) ile algılanan ifadeyi söze çevrilmektedir. Bu iki girişin yönteminden birisi ile bilgi girişi sağlandıktan sonra sistemde örneklem olarak verilen 25 örnek ifadeden herhangi biri ile eşlenip/eşlenmediğinin kontrolü gerçekleştirilir. Eğer ifade ile hazırlanan programdaki 25 örneklem ifadeden herhangi birisi eşleşir ise program jest bulundu kısmına geçerek belirlenen açılara Arduino kartın ara yüzüne aktarılır. Son aşamada ise Arduino karta aktarılan açılara göre servo motorlar hareket ettirilerek robot kolu hareket geçirilmektedir. Şayet klavyeden ya da ses yoluyla bilgi girişi sağlanan ifade 25 örneklem ifade içerisinde mevcut değilse jest bulunamadı seçeneği ile program tekrar birinci aşamaya geçmektedir.



Şekil 6. Sistemin Çalışma Prensibi.

Şekil 7'de verilen algoritma yapısı kullanılarak, Python programlama dilinde hazırlanan yazılım ile eğer ses yoluyla bilgi girişi sağlanmış ise 25 örneklem ifade internet aracılığıyla Google speech veri tabanına aktarılmıştır. Eğer internet ortamı mevcut değil ise bu işlem klavyeden bilgi girişi yapılarak sağlanmıştır. Google speech veri tabanına aktarılan örneklem ifadeler veri tabanında yer alan örneklem ifadeler ile karşılaştırılarak hecelenmiştir. Hazırlanan yazılım ile Arduino kart üzerinden servo motorlar

yönlendirilerek robot kolunun verilen örneklem hareketleri gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Python programlama dilinde hazırlanan yazılımla mikrofon aracılığıyla sisteme gönderilen mesaj Google konuşma tanıma sistemi kullanılarak robot kola gönderilmekte ve hareketin gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 7. Python programlama dili ile hazırlanan yazılımın algoritması.

III. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada işitme engelli insanların kullanmış olduğu işaret dili için oluşturulan bir yazılım ile 25 örneklem ifadenin robot kolundaki parmaklar vasıtasıyla gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Çalışmada Şekil 6’da verilen çalışma prensibine uygun olarak hazırlanan programda, Şekil 7’deki algoritma kullanılarak 25 örnek ifade için Pyserial kütüphanesi ile Arduino ara yüzü ile haberleşiren yazılım gerçekleştirilmiştir. Bu ifadelere karşılık gelen hareketler insansı robot kolu ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 2’de 25 harekete ait hareketlerin ses ve klavyeden bilgi girişi olarak gerçekleştirilme zamanları verilmiştir.

Tablo 2. Klavye veya ses ile girilen işaret dilin hareketleri gerçekleştirme zamanları

Örneklem İfade	Giriş Türü	
	Klavye (sn)	Ses (sn)
Ağustos	6.5	9
Ağzı Kurumak	9	11
Bağırarak	5	8
Ağzının Suyu Akmak	10	12
Ahlak	4	7
Akım	4	7
Merhaba	5	7.5
Gel	4	6.5
Git	4	6.5
Gezmek	4	7
Güneş	4.5	7
Gümüşhane	6	8.5
Gündüz	5	7.5
Gibi	3.5	5.5
Giresun	6	8.5
Güzel	5	8
Güvercin	6	8.7
Günaydın	5.5	6.5
Abi	4.5	7
Abla	3.5	6.5
Acele	3.5	6
Acı	4	7
Akıl	4	7
Ampul	5	7
Anahtar	5	7

Tablo 2’den. veriler incelendiğinde verilerin sesle algılanma ve hareketin gerçekleşme süresi sesin internet hızına bağlı olarak Google ses algılama kütüphanesi tarafından 2.5 ila 3 saniye sürdüğü görülmüştür. Ses algılandıktan sonra robot kolun 3 veya 4 saniye içerisinde hareketi gerçekleştirdiği görülmüştür. Klavyeden bilgi girişi yapıldığında kelimenin klavyeden yazılma süresi ile robotun hareketi gerçekleştirme süresi yazılan kelimenin uzunluğuna bağlı olarak 4 ila 10 saniye arasında değiştiği görülmüştür. Hem ses hem de klavye üzerinden ve girişi sağlandığında hareketi gerçekleştirme süresinin örneklem ifadelerdeki kelime sayısına bağlı olarak arttığı görülmüştür. Örneğin ahlak ve akım kelimeleri robot kolun gerçekleştirme süresi en az iken, ağzı suyu akmak teriminin en uzun sürede

gerçekleştirdiği görülmektedir. Klavyeden bilgi girişi yapılarak robot kolun hareketi gerçekleştirme süresi, ses ile gerçekleştirme süresinden ortalama %40 oranında daha hızlı gerçekleştirdiği görülmüştür.

Tablo 2’de verilen 25 örnek hareket içerisinde ilk altısına ait hareketler; Milli Eğitim Bakanlığı’ndan örneklem olarak alınan görüntüler ile robotun gerçekleştirdiği hareketler Şekil 8 ile Şekil 13 arasında gösterilmiştir [32].



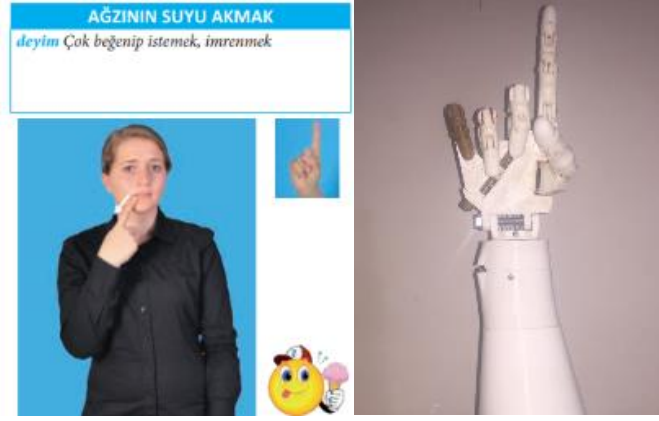
Şekil 8. Ağustos ifadesi [32].



Şekil 9. Ağız kurumak ifadesi [32].



Şekil 10. Bağırma ifadesi [32].



Şekil 11. Ağzının suyu akmak ifadesi [32].



Şekil 12. Ahlak ifadesi [32].



Şekil 13. Akım ifadesi [32].

IV. SONUC

Günümüzde toplumlarda engelli insanların karşılaşmış olduğu zorluklar kaçınılmaz bir gerçektir. Çalışmada işitme engelli insanlar için 25 örneklem ifadenin gerçekleştirilmesini sağlayan robot kolu tasarlanmıştır. Robot kolun örneklem ifadeleri gerçekleştirebilmesi Python programlama dilinde Pyserial ve time kütüphaneleri kullanılarak bir yazılım ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada robot kolunun hareketini sağlamada ses ve klavyeden bilgi girişi olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır.

Ses ve klavyeden bilgi girişi yöntemlerine göre robot kolun hareketi gerçekleştirme süreleri Şekil 14 incelendiğinde, sesin geliştirilen yazılım tarafından algılama süresinden kaynaklanan zaman farkından dolayı daha uzun sürdüğü görülmüştür. Kelime sayının artması ile birlikte sesin de algılanma süresi arttığı görülmektedir. Örneğin ağustos kelimesinin algılanma süresi yaklaşık 9 saniyede gerçekleşmekte iken ağzı kurumak terimi 11 saniyede gerçekleşmektedir. Google ses algılama kütüphanesinin sesi algılama süresi internet hızına göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ortalama olarak klavyeden girilen örneklem ifadeyi robot kolunun hareketi sağlama süresinin, ses ile sağlama süresinden yaklaşık olarak %40 daha kısa sürdüğü tespit edilmiştir.

İleride yapılacak akademik çalışmalarda örneklem sayısı arttırılarak daha uzun ve karmaşık hareketlerin robot kol tarafından gerçekleştirilmesi sağlanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca hem ses hem de klavyeden girilen örneklem ifadelerin robot kol tarafından gerçekleştirilme süresinin azaltılabileceği düşünülmektedir.

V. KAYNAKLAR

- [1] E. Bilgener ve G. Özçelikay, “Geriatrik Yaş Grubu Kadınlarda Akılcı İlaç Kullanımı,” *Türkiye Klinikleri Obstetric-Women's Health and Diseases Nursing-Special Topics*, c. 5, s. 1, ss. 62-68, 2019.
- [2] T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye ilaç ve tıbbi cihaz kurumu, Yaşlılarda ilaç kullanımında güncel sorunlar ve çözüm önerileri çalıştayı, 26-27 Mayıs 2015, Ankara.
- [3] S. Saltık, “Febril nöbetler ve ilişkili epileptik sendromlar,” *Türk Pediatri Arşivi*, c. 53, s. 4, ss. 203-204, 2018.
- [4] Anonim (03.09.2007). [Online]. Erişim: <https://eksisozluk.com/engelli--483023>.
- [5] S. Pouya, E. Bayramoğlu ve Ö. Demirel, “Doğa ile Uyumlu Fiziksel Engelli Çocuk Oyun Alanları,” *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*, c. 1, s. 1, ss. 51-60, 2016.
- [6] A. Küçükali, “Engellilere Uygulanan Sosyal Yardımlar,” *Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Dergisi*, c.1 s.35, ss. 96-111, 2015.
- [7] Z. Yıldız, S. Yıldız ve F. Karaçayır, “Dünyada ve Türkiye’de Engelli Turizmi Pazarının Değerlendirilmesi,” *Evaluation of. Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, c. 5, s. 2, ss. 61-80, 2017.
- [8] TÜİK, (2011). [Online]. Erişim: http://www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=1&KITAP_ID=244
- [9] World Health Organization, *Atlas: country profiles of mental health resources*, Geneva, No. WHO/NMH/MSD/MDP/01.3), 2001.
- [10] A. Besiri, “Yoksulluk ekseninde engellilerin eğitimi,” *TBB Dergisi*, s. 83, ss. 353-374, 2009.
- [11] Sağlık Bilimleri Enstitüsü. (2016). DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Erişim: <http://acikerisim.deu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.12397/10222/193334.pdf?sequence=1>
- [12] M. Yalçın, S. Ilgaz, G. Özkul ve Ş. K. Yıldız, “Turkish sign language alphabet translator,” 26th Signal Processing and Communications Applications Conference’da (SIU) sunuldu, İzmir, 2018.
- [13] M. Miles, (2009, Temmuz). [Online]. Erişim: <http://www.independentliving.org/miles200907.html>

- [14] D. İlkbaşaran ve S. S. Taşçı, “Ideology and language in the early republic: A history of Deaf education in Turkey,”. In Proceedings of the International Symposium on Language and Communication: Research Trends and Challenges’de (ISLC) sunuldu, Erzurum, 2012.
- [15] U. Zeshan, “Sign language in Turkey: The story of a hidden language. Turkic Languages,” s. 6, ss. 229-274, 2002.
- [16] Milli Eğitim Bakanlığı, *Yetişkinler iin işaret dili kılavuzu*, Ankara: MEB zel eğitim Rehberlik ve Danışma Hizmetleri Genel Mdrlđ Yayınları, 1995.
- [17] Y. K. Kemalođlu ve P.Y. Kemalođlu, “The history of sign language and deaf education in Turkey,” *Kulak Burun Bođaz İhtisas Dergisi*, c. 22, s. 2, ss. 65-76, 2012.
- [18] S. Dengler, A. Awad ve F. Dressler, F. “Sensor/actuator networks in smart homes for supporting elderly and handicapped people” In 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops’da (AINAW’07) sunuldu, Nuremberg , 2007.
- [19] P. I. Ktistakis ve N. G. Bourbakis, “Assistive intelligent robotic wheelchairs,” 9th International Conference on Rehabilitation Robotics’de sunuldu, California, 2017.
- [20] A.K. Singh, B.P. John, S. V. Subramanian, A. S. Kumar ve B. B. Nair, “A low-cost wearable Indian sign language interpretation system’de sunuldu,” International Conference on Robotics and Automation for Humanitarian Applications’da sunuldu, Kollam, 2016.
- [21] D. Homburg, M. S. Thieme, J. Vlker ve R. Stock, “RoboTalk-Prototyping a Humanoid Robot as Speech-to-Sign Language Translator,” 52nd Hawaii International Conference on System Sciences’da sunuldu, Hawaii, 2019.
- [22] H. Jose ve A. Julian, “Tamil Sign Language Translator—An Assistive System for Hearing-and Speech-Impaired People,” In Information and Communication Technology for Intelligent Systems’de sunuldu, Singapore, 2019.
- [23] N. Tazhigaliyeva, Y. Nurgabulov, G. I. Parisi ve A. Sandygulova, “Slirs: Sign language interpreting system for human-robot interaction,” AAAI Fall Symposium Series’de sunuldu, California, 2016.
- [24] Meghdari, A., Alemi, M., Zakipour, M., & Kashanian, S. A. (2019). Design and realization of a sign language educational humanoid robot. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 95(1), 3-17.
- [25] Lo, S. Y., & Huang, H. P. (2016). Realization of sign language motion using a dual-arm/hand humanoid robot. *Intelligent Service Robotics*, 9(4), 333-345.
- [26] Kose, H., Akalin, N., & Uluer, P. (2014). Socially interactive robotic platforms as sign language tutors. *International Journal of Humanoid Robotics*, 11(01), 1450003.
- [27] Scassellati, B., Brawer, J., Tsui, K., Nasihati Gilani, S., Malzkuhn, M., Manini, B., ... & Traum, D. (2018, April). Teaching language to deaf infants with a robot and a virtual human. In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (p. 553). ACM.
- [28] Kse, H., Uluer, P., Akalın, N., Yorgancı, R., zkul, A., & Ince, G. (2015). The effect of embodiment in sign language tutoring with assistive humanoid robots. *International Journal of Social Robotics*, 7(4), 537-548.
- [29] Tazhigaliyeva, N., Nurgabulov, Y., Parisi, G. I., & Sandygulova, A. (2016, September). Slirs: Sign language interpreting system for human-robot interaction. In 2016 AAAI Fall Symposium Series.

- [30] Gael Langevin (01 Ocak 2012) . [Online]. Erişim: <http://inmoov.fr/hand-and-forarm/>.
- [31] ATmega328P. (27.10.2019). [Online]. Erişim: <https://www.arduino.cc/>
- [32] T.C Milli Eğitim Bakanlığı (26 Haziran 2015). [Online]. Erişim: <https://orgm.meb.gov.tr>,
<https://turk-isaret-dili-sozlugu-yayimlandi/icerik/541>.