



DOI: 10.22559/folklor.969

Folklor/edebiyat, cilt:25, sayı: 97-1, 2019/1

İşitme ve Konuşma Engelli Bireyler için İşaret Tanıma Sistemi Geliştirme Development of Sign Recognition System for Hearing and Speech Impaired Individuals

Bora Oktekin*

Nadire Çavuş**

Öz

İşaret dili, el hareketlerinin, parmakların, kolların veya vücut hareketinin oryantasyonu ile konuşanın fikirlerini iletmek için yüz ifadeleriyle eş zamanlı olarak yaptıkları hareketlerdir. İşaret dilleri, son yıllarda tüm araştırmacıların gözdesi konumundadır. Yapılan hareketler sensörler yardımı ile tanınabilmektedir. Ancak, hareket verilerinin bilgisayar sistemlerine aktarılması büyük önem taşımaktadır. Alan yazın incelemesi sonucunda bu yönde yapılan çalışmaların yeterli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, yapılmış çalışmaların daha çok Amerikan İşaret Dili, İngiliz İşaret Dili ve Arap İşaret Dili yönünde olduğu ve Türk İşaret Dili yönünde yapılan çalışmaların yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, işitme ve konuşma engelli bireylerin diğer bireyler ile iletişimlerini kolaylaştırabilecek akıllı bir sistem geliştirilmiştir. Bu bağlamda yapılan çalışmanın alan yazındaki bu eksikliğin giderilmesine fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında geliştirilen akıllı sistemde, Türk İşaret Dili'nde ses bilimi olarak adlandırılan ve işaretlerin de temelini oluşturan 33 tane temel işaret baz alınmıştır. Bu işaretlerin sistem tarafından tanınabilmesi için Microsoft Kinect v2 sensörü kullanılmıştır. Sistemin altyapısında C# programlama dili ile sınıflandırma algoritmalarından Saklı Markov Modeli ve veritabanı olarak da MongoDB kullanılmıştır. Yapılan vaka çalışması sonucunda; 33 temel işaretin %82'inin geliştirilen sistem tarafından doğru bir şekilde tanımlandığı gözlemlenmiştir. Elde edilen doğruluk oranı göz önünde tutularak geliştirilen işaret tanıma sisteminin hem işitme ve konuşma engelli bireylere, hem de diğer bireylere yardımcı olacağı ve aralarındaki iletişim kurma problemini çözeceği düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: *işaret tanıma; Türk İşaret Dili; hareket tanıma; gerçek zamanlı çeviri*

* Yakın Doğu Üniversitesi, Bilgisayar Enformatik Bölümü, Kuzey Kıbrıs

** Yakın Doğu Üniversitesi, Bilgisayar Enformatik Bölümü, Kuzey Kıbrıs

Abstract

Sign language is the movements of the hand, the movements of the fingers, the arms or the movement of the body simultaneously with the face expressions to convey the ideas of the speaker. In recent years, the sign language is in the eyes of all researchers. It is possible to recognize the movements made with the help of sensors. However, it is of great importance to transfer the motion data to computer systems. As a result of the field study, it was determined that the studies conducted in this field were not sufficient at all. It was also found that the studies conducted were mainly in the field of the American Sign Language, the English Sign Language and the Arab Sign Language, and sufficient studies were not done in Turkish Sign Language. In this study, an intelligent system has been developed to facilitate the communication of hearing and speech impaired individuals with other individuals. The work done in this field is thought to help to remove the lack of information in this field. In the intelligent system developed in this Thesis, 33 basic signs in the Turkish Sign Language, which are called as sound informatics are taken as a basis in the study. The developed system uses the Microsoft Kinect v2 sensor to identify the signals. C# programming language and MongoDB are used in the developed system. As a result of the case study, 85% of the 33 basic signs were correctly recognized by the developed system. It is considered that the developed Sign Language recognition system should help both the hearing and speech impaired individuals, and also other individuals, and hopefully solve the problems of communication between these individuals.

Keywords: *sign recognition; Turkish Sign Language; movement recognition; real-time translation*

GİRİŞ

İşaret dilleri, el, parmak, kol veya vücut hareketlerinin birbiriyle oryantasyonunu ve bir konuşanın fikirlerini iletmek için yüz ifadeleriyle eş zamanlı olarak kullanılmasını içermektedir (Haberdar, 2005). İşaret dilleri, genellikle Amerikan İngilizcesi ile Amerikan İşaret Dili gibi sözlü dillerle önemli benzerlikler gösterirler. Ayrıca, dil aracılığıyla nasıl hissettiklerini göstermek için mimik ve hareketler kullanırlar ancak dilbilgisi ve cümle yapısı, konuşma etkinliği ve akışkanlığını teşvik etmek için farklılık gösterebilir (Stokoe, Casterline ve Croneberg, 1965). Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşik Krallık'ta olduğu gibi, anlaşılabilir bir dil olması ve bağımsız olarak oluşturulduğunu ve karşılıklı olarak anlaşılabilirliğini belirtmek önemlidir (Perlmutter, 2018).

İnsan dilleri, işitsel-ses yolunu kullanan konuşma dilleri ve görsel-jest yolunu kullanan işaret dilleri olmak üzere ikiye ayrılır. Hem somut hem soyut kavramları içeren işaret dilleri, konuşma dilleri gibi dilbilgisel kuralları bulunmakla beraber karmaşık ve zengin bir yapıya sahiptirler (Işıkoğlan-Uğurlu, 2017). Dil bilimciler hem sözlü hem de işaret iletişimini, doğal

dil türü olarak görürler. İşaret dili, bir tür sözel olmayan iletişim olan “beden dili” ile karıştırılmamalıdır. İşitme engelli toplulukların bulunduğu her yerde, işaret dilleri gelişmiştir. Her ne kadar işaret, işitme engelli ve işitme güçlüğü çekenler tarafından kullanılsa da, fiziksel olarak konuşamayanlar, engelli veya özel durumlarla konuşma dili ile ilgili sorun yaşayan kişiler tarafından da kullanılmaktadır. İşitme problemi yaşayan bireylerin, iletişim alanında çok zorlandıkları görülmektedir. Bu kişilerin etraflarındaki sesleri duymamalarından ziyade, çevrelerindeki bireylerle iletişim kurmakta güçlük yaşamaları en büyük problemleridir. Konuşma, kişiler arasında iletişimi sağlayarak duygu ve düşünce paylaşımının gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır. Ancak işitme problemi yaşayan bireyler maalesef bunu gerçekleştiremediklerinden hayatları olumsuz yönde etkilemekte ve yaşantılarında zorluklar yaşamalarına neden olmaktadır. Tüfekçioğlu’na (1998) göre, normal işiten bir bireyden bahsedildiği zaman, konuşmayı anlayabilmek için eğer dış faktörler göz önünde bulunmaz ise yeterli düzeyde işitme olduğu bilinmektedir. İşitme ve konuşma problemi yaşayan bireylerin iletişim alanında yaşadıkları zorluklar ve eğitim hayatlarında karşılaştıkları engeller, normal işiten bireylere kıyasla eğitim alanında daha geri kalmalarına neden olmaktadır. İşitme engelli bireylerin konuşmayı anlayabilmesi ve öğrenebilmesi için öncelikli olarak aile eğitimi ve destekleyici eğitimlerin verilmesi gerekmektedir.

Literatür taraması yapıldığında görülmektedir ki, son yıllarda işaret dili tüm araştırmacıların gözdesi konumundadır. Yapılmış olan araştırmalar ve çalışmalar daha çok Amerikan İşaret Dili (AİD), İngiliz İşaret Dili (İİD) ve Arap İşaret Dili (ARİD) üzerinedir. Türk İşaret Dili üzerine yapılan çalışmaların ise yetersiz olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, Microsoft Kinect v2 sensörü kullanılarak Türk İşaret Dilinde kullanılan 33 temel işareti algılayan bir akıllı sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen akıllı sistem, KKTC ve Türkiye’de Türkçe dili kullanan işitme ve duyma engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştıracak ve çevrelerindeki kişilerle iletişimlerini daha aktif hale getirerek, onların hayatlarına katkı sağlayabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, özellikle Türk İşaret Dilinde yapılmış çalışmaların alan yazında sınırlı olduğu düşünülürse, geliştirilmiş akıllı işaret tanıma sistemimizin sistem geliştiricileri için yol gösterici olduğu ve bu alandaki sistem açığını büyük oranda gidereceği düşünülmektedir.

1. En yaygın kullanılan işaret dilleri

Dünya genelinde yaygın olarak işitme ve konuşma engelli bireylerin kullandıkları diller yaşadıkları ülkeye göre farklılıklar göstermektedir.

1.1. Amerikan işaret dili (aid)

Amerikan İşaret Dili (AİD), Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Kanada'nın İngilizce konuşan bölümünde, işitme engelli bireyler tarafından kullanılmaktadır. AİD konuşanlar birbirleriyle rahatça el hareketleriyle iletişim kurabilmektedir. Bununla birlikte, işitme engelli bireyler ile iletişim kurmak hala işaret dili bilmeyenler için bir sorundur (Dong, 2015).

1.2. İngiliz işaret dili (iid)

İngiliz İşaret Dili (İİD), Birleşik Krallık'ta kullanılan bir işaret dilidir. Government (2011) verilerine göre, İngiltere'de İİD kullanan işitme engellilerin 20.000'i çocuk, 125.000'i yetişkin olmak üzere 145.000 civarında olduğu söylenebilir. 2011 yılında İngiltere ve Galler'de yaşayan 15.000 kişi ise İİD'yi ana dili olarak kullanmışlardır (Office for National Statistics, 2011).

1.3. Arap işaret dili (arid)

Arap Dünyasında işaret dili yakın zamanda tanınmış ve belgelenmiştir. Ürdün, Mısır, Libya ve Körfez ülkeleri de dahil olmak üzere, çeşitli ülkelerde kullanılan işaret dilinin standartlaştırılması ve işitme engelli kişiler arasında yaygınlaştırılması için bugüne kadar bir çok çalışma yapılmıştır (Abdel-Fattah, 2005).

1.4. Türk işaret dili (tid)

Türk İşaret Dili Türkiye geneli ile Kuzey Kıbrıs'da kullanılan bir işaret dilidir. TÜİK (2011) verilerine göre Türkiye genelinde yaklaşık olarak 1.5 milyon işitme ve konuşma engelli birey bulunmaktadır. Sayının bu denli fazla olmasına rağmen, alan yazında TİD üzerine yapılan çalışmaların diğer işaret dillerine göre daha az olduğu görülmektedir. Bu da, Türkçe dil destekli sistemlere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Sistem geliştiricilerin ve araştırmacıların TİD konusu üzerine çalışmalarını yoğunlaştırması, işitme ve konuşma engelli bireylere destek açısından büyük önem arz etmektedir.

TİD cümle yapısı olarak Türkçeye benzediğinden sözcük dizilişi Özne-Nesne ve Eylem şeklindedir (Işıkdوغان-Uğurlu, 2017). Ancak, dilbilimsel yapısı farklıdır ve biçimbilimi de Türkçe kadar kapsamlı olmadığından, cümle yapılarında Özne-Nesne-Eylem dizilişinde yer değişimi yapıldığı zaman anlam değişiklikleri oluşmaktadır. Özne ve nesne, anlatılmak istenilen duygu ve düşüncede kullanımsal bir işleve sahip değilse kullanılmamaktadır (Açan, 2007).

2. İşaret tanıma sistemleri

Alan yazın incelendiğinde, yapılan çalışmalarda kullanılan işaret tanıma sistemlerinin bir birleriyle farklılıklar gösterdiği görülmektedir.

2.1. Kinect sensör v2

Kinect, Xbox oyun konsolu için Microsoft tarafından üretilmiş ve insan doğal vücut hareketlerini bir girdi olarak alabilen hareket algılama aparatıdır. Bir dizi mikrofon ile birlikte renk ve kızılötesi (IR) gibi çeşitli sensörlerden oluşur. IR ışıklarını nesnelere üzerine dökerek ve her bir ışığın, sensörün IR alıcısı tarafından alınma zamanını hesaplayarak, 3D ortamında hareket algılama teknolojisini mümkün kılan bir derinlik haritası çizmektedir. Microsoft (2014), geliştiricilerin bir Yazılım Geliştirme Kiti (SDK) sunarak video oyun konsollarının ötesindeki Kinect sensöründen faydalanmasını sağladı. Kinect SDK'nın piyasaya sürülmesinden bu yana, geliştiriciler sensörün tam potansiyelini kullanmış ve biyomedikal mühendislik, insan bilgisayar etkileşimi ve insan postürü tanıma dahil olmak üzere farklı amaçlar için kullanmıştır.

Kinect v2, Microsoft üreticisi tarafından 2014 yılında piyasaya sürülen Kinect sensörünün ikinci iterasyonudur. Bir önceki modele göre bir takım iyileştirmeler yapılmıştır; Sensör, verileri saniyede iki gigabit ile daha hassas bir şekilde işleyebilir; derinliği ve kızılötesi sensör çözünürlüğü 512x424'e yükseltildi ve renk sensörü saniyede 30 kare (fps) hızında çalışan 1080p çözünürlüklü bir videoyu içermektedir (Amon ve Fuhrmann, 2014). Sensörün algılayabildiği iskelet eklemlerinin sayısı da 20'den 25'e çıkarılmıştır. Ayrıca, eşzamanlı kullanıcı saptama sayısı da ilk ikiden altıya çıkarılarak kameranın görüş alanı artırılmıştır. Bu durum kullanıcıların daha küçük bir alanda ve sensöre daha yakın çalışabilmelerini sağlamıştır.

2.2. Leap motion controller

Leap Motion Controller, masaüstüne yukarı bakacak şekilde yerleştirilmek üzere tasarlanmış küçük bir USB aygıtıdır. Cihaz iki adet kızılötesi IR kamera ve üç adet kızılötesi LED kullanarak, yaklaşık 1 metrelik bir mesafeye yarım küre şeklindeki bir alanı gözlemler (Mapari ve Kharat, 2015). Bu sensör sadece el hareketlerini değil, aynı zamanda parmakların

eklemlerini ayırt etme ve hareketlerini izleme yeteneğine de sahiptir (Elons, Ahmed, Shedid ve Tolba , 2014).

2.3. Veri eldivenleri

Veri eldiveni, el duruşunu ayırt eden sensörlerle donatılmış benzersiz bir elektronik eldivendir. Çoğu ticari işaret dili çeviri sistemi, eldivenlerin kullanılmasıyla elin eğilmesi ve 3D yönelimi hakkında veri elde etmek için veri eldiven yöntemini kullanırlar (Akmeliawati, Ooi ve Kuang, 2007). Veri eldiveni, her parmağın üzerinde on adet esnek sensörle konumlandırılmıştır (Preetham, Ramakrishnan ve Kumar, 2013). Bu sensörler, parmakların her bir eklemde bulunan bükülme noktasını tanıyabilir ve bilgiyi mikrodenetleyiciye gönderebilir. Veri eldiveninin dış tabakasına, parmak ve avuç içi bağlantılarının parmak uçlarına kadar monte edilir. Ayrıca, el pozunu tanımanın kesinliğini arttırmak, el hareketinin hızlanma değişimini yakalayabilmek için 3 eksenli bir ivmeölçer kullanılır (Jingqiu ve Ting, 2014). İvmeölçer, veri eldivenin arkasında bulunur. Veri eldiveni, statik ve hareket işaretleri içeren, hem parmak izi hem de işaret hareketlerini algılamakta oldukça uygundur. Bununla birlikte, bu veri eldiveni maliyetli olabilmektedir. Daha az pahalı bir veri eldiveni üretilebilse de kullanılan sensörlerin sayısı azalırsa, el duruşu ile ilgili önemli verilerin kaybolmasına neden olur. Bu da işaret dil yorumunda doğruluk kaybına yol açmaktadır (Akmeliawati, Ooi ve Kuang, 2007).

3. İlgili çalışmalar

“Hareket”, insanların ifade ve niyetlerini ilettikleri doğal bir yol olduğu düşünüldüğü için büyük ilgi görmüş ve 1700 yılından beri araştırmacılar hareketleri incelemeye başlamışlardır (Mangera, 2013). Günümüzde ise araştırmacılar (Fatmi, Rashad, Integlia ve Hutchison, 2017; Tazhigaliyeva, GermanI, Yerniyaz ve Sandygulova, 2016) daha çok insanın-bilgisayar etkileşimini sağlamak için hareketleri tanıma ve yorumlama becerisine sahip bilgisayarları ve robotları geliştirmeye odaklanmışlardır. Genel olarak ellerini kullanarak hareket yapan bir kişinin yakalanmış görüntülerini analiz etmeyi içerir. Statik hareket tanımında, her görüntü tek bir hareketi temsil eder.

İşaret dilini kullanması gereken işitme ve konuşma bozukluğu olan bireyler, genellikle yaşadıkları ülkenin işaret dilini kullanmaktadırlar. Bu nedenle de birçok ülkenin kendi işaret dili vardır (Fenlon ve Wilkinson, 2015). 2013 yılında Ethnologue, bu dillerin 137'sini belgelediğine vurgu yapmıştır. Oysa, Lewis, Simons ve Fennig (2013) daha fazlasının olabileceğini iddia etmiştir. Bilgisayar tanıma söz konusu olduğunda var olan tüm işaret dilleri farklı gelişim aşamasındadır. Literatürde yapılmış çalışmalar incelendiğinde, bu diller içerisinde en çok üzerinde çalışma yapılan Amerikan İşaret Dilidir. Amerika Birleşik Devletlerinin dünyanın en gelişmiş ülkelerinden biri olduğu düşünülürse, bu gelişimin rastlantısal olmadığı yönünde yorumlanabilir.

İşaret dilinde eller en önemli araç olmakla beraber yüz ifadeleri ve üst vücut da kullanılmaktadır. Elbette, bilgisayar ortamında insandan insana iletişimin üç boyutlu doğası, yüksek teknoloji yaklaşımı için problem oluşturmaktadır. Bu problemler, veri eldivenleri kullanılarak ve kameraların iki açıdan görülebilen cihazlara sahip olmasıyla, az da olsa ortadan kaldırılabilmektedir. Madabhushi ve Aggarwal (2000), "İskelet Modeli" dedikleri modelleme ile çalışarak vücudun bazı bölgelerini izleyen cihazlara yoğunlaşmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında 12 hareketten 41 tane veri seti oluşturmuşlar ve geliştirdikleri sistem ile bu 41 veri setinin 34'ünü doğru algılayarak % 83'lük bir başarı elde etmişlerdir.

Lei ve Dashun (2015), çalışmalarında ARM9 ve 9 eksenli IMU esnek sensörlere dayanan veri eldiveni ve işaret dili tanıma sisteminin tasarımını ve uygulamasını yapmışlardır. Bu işaret dili tanıma sistemi, parmak hareketini algılamakta, parmakların bükülme derecesini ölçebilmekte ve aynı zamanda basit işaret dilini de tanıyabilmektedir. Gömülü sistemlere iletilen seri bağlantı noktası veya Bluetooth kullanımı cihazı daha taşınabilir hale getirir. Gerçek zamanlı veri toplama ve zaman alanı analizi sayesinde, işlemcideki verileri eşleştirerek karşılık gelen hareketi elde eder. Bu sistem, işitme ve konuşma kaybı yaşayan bireyin dış dünyayla daha kolay iletişim kurmasına yardımcı olmak için ses ve metin gerçek zamanlı dönüşüm hareketlerini gerçekleştirir. Sistem ayrıca taşınabilir, ölçeklenebilir ve yüksek düzeyde işaret dili tanıma özelliklerine de sahiptir.

Elektronik eldiven olarak da adlandırılan veri eldivenleri insan elinin pozisyonlarını, yönlerini ve hızlarını takip etmede etkili olmakla birlikte pahalı sistemlerdir. Bu nedenle günümüz araştırmacıları, herhangi bir elektronik ekipman giymek zorunda olan iletişimci yerine, eldiven kullanmadan gerçekleştirilen bilgisayar tanıma programları üzerine çalışmaktadırlar. Günlük hayatta işitme ve konuşma engellileri için daha pratik ve daha düşük

maliyetli bir çözüm sunmaktadır. Segen ve Kumar (1999) çalışmalarında, daha yönetilebilir bir yaklaşım olan tek bir kamerayla ve bir spot ışığı ile kameranın loş ışıkta, gece ve benzeri yerlerde etkin bir şekilde çalışan bir sistem geliştirmeyi başarmışlardır. Starner (1998) yaptığı bir çalışmada, hem veri toplama işlemini kolaylaştırmak hem de elleri serbest bırakmak için kamera ve renkli bir eldiven kullanmıştır. Vogler ve Metaxas (1988) HMM modelini kullanarak geliştirdikleri sistemde üç boyutlu (3D) bilgi hareketlerini elde etmek için üç kamera kullanmıştır.

Dong (2015) yaptığı bir çalışmada, sistemin yapılan hareketleri algılayabilmesi için Microsoft Kinect kullanmış ve sistem içerisinde segmentli el yapılandırmasını kullanmıştır. Segmentli el yapılandırması, ilk olarak piksel başına sınıflandırma algoritmasına dayalı bir derinlik kontrast özelliği kullanılarak elde edilmiştir. Daha sonra, kinematik kısıtlamalar altında el eklemi konumlarını lokalize etmek için bir hiyerarşik mod bulma yöntemi geliştirilerek uygulanmıştır. Son olarak da, ASL işaretlerini eklem açalarına göre tanımak için Rastgele Karar Ormanı (RDF) sınıflandırıcısı oluşturulmuştur. Bu yöntemin performansını doğrulamak için, 75.000 örnek 24 statik ASL alfabe işareti içeren bir veri kümesini kullanmıştır. Sistemin doğruluk oranı % 92 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, araştırmalar kullandıkları yöntemleri değerlendirmek için Surrey Üniversitesi'nde, kamuya açık bir veri seti kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar önceki çalışmalarla kıyaslandığında, kullanılan yöntemin, ASL alfabe işaretlerini çözme konusunda daha yüksek bir doğruluğa sahip olduğunu göstermiştir.

Chuan, Regina ve Guardino (2014) çalışmalarında kompakt ve uygun fiyatlı bir 3D hareket sensörü kullanarak Amerikan İşaret Dili tanıma sistemini sunmaktadır. Leap Motion sensörü, mevcut çalışmalarda kullanılan Cyberglove veya Microsoft Kinect'ten çok daha taşınabilir ve ekonomik bir çözümdür. Amerikan alfabesi harflerinin 26 harfini duyuşal verilerden türetilmiş özellikleri kullanarak sınıflandırmak için K-NN ve SVM algoritmaları kullanılmıştır. Deney sonucu, en yüksek ortalama sınıflandırma oranının sırasıyla % 72.78 K-NN ve % 79.83'ünün de SVM makine öğrenmesi ile elde edildiği gösterilmiştir.

Mapari ve Kharat'ın (2015) yapmış oldukları hareket algılama çalışmasında Leap Motion sensörünü kullanarak ISL'yi tanıyan bir Hint İşaret Dili tanıma sistemi geliştirmişlerdir. Leap Motion sensörü yapılan el hareketini yakalayarak 3D formatında parmak pozisyonu verir (X, Y, Z eksenleri değerleri). Her iki el için avuç ortası ile birlikte beş parmak ucunun konumsal bilgileri, Öklid mesafesine ve Kosinüs benzerliğine dayalı işaret postürünü tanımak için kullanılır. Yapılan çalışmada sistemin test edilebilirliğini ölçmek için 10 farklı işleme ve

konuşma engelli bireyler ile ISL işaretleri için test edilmiştir. ISL'nin ortalama tanıma doğruluğu Öklid mesafe yöntemi için % 88.39 ve Kosinüs benzerliği için % 90.32'dir. İşaret yaparken, Leap Motion Camera, derinlik bilgilerinin doğru şekilde çıkarılması için yaklaşık 10 derece eğimli tutulur. Ayrıca, çalışmalarında Leap Motion sensörü ile her iki elin de doğru bir şekilde izlenmesine rağmen, diğer vücut kısımlarının ve yüz ifadelerinin yakalanamadığını belirtmişlerdir.

Alanyazın incelendiği zaman, Türk İşaret Dili üzerine Türkiye'de son yıllarda yapılmış çalışmalarda Leap Motion Controller cihazının kullanıldığı görülmektedir. Gülağız, Özcan ve Şahin (2017)' yılında yaptıkları çalışma içerisinde Leap Motion Controller kullanmışlar ve işaret dilini normal bireylere öğretmek için masaüstü uygulaması geliştirilmiştir. Araştırmanın sonunda SUMI anketi kullanılarak normal bireylerden uygulamanın kullanılabilirlik durumunun değerlendirilmesi için anket yapılmıştır. Anket sonucunda çıkan sonuçlar analiz edilmiş ve uygulamanın genel olarak kullanılabilir yazılım olduğu ortaya çıkmıştır. Fakat uygulamanın LMC cihazının hareketlerin doğruluk oranının artırılabilmesi için ilave yöntemlerin kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Demircioğlu, Bülbül ve Köse (2016) çalışmasında temel Türk işaret dili hareketlerinin LMC ile 18'lik bir veri seti oluşturularak sisteme tanıtılması ve gerçek zamanlı olarak sistemin hareketleri tanınması amaçlanmıştır. Çalışmada Random Forest ve Multi Layer Peceptron makine öğrenmesi ile veriler test edilmiş ve elde edilen sonuçlar sistemin az veri ile başarılı çalışabildiğini kanıtlanmıştır.

Yalçinkaya, Atvar ve Duygulu (2016) yapmış oldukları çalışmada "Hareket Geçmiş Görüntüsü" kullanılarak kameradan elde edilen bilgiler ile hareket (İşaret dilindeki işaretler) tanınabilmiş ve yapılan hareketin ne anlama geldiğinin daha önceden eğitilen 8 tane veri kümesi ile K-NN algoritması kullanılarak sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Böylece hareket bilgileri karşılaştırılarak, hareketin hangi anlamda olduğu tesbit edilmiştir. Sınıflandırma işlemlerinde sistemin toplamdaki başarı oranı % 95 olarak ölçüldüğü belirtilmiştir.

4. Yöntem

4.1. Araştırmanın deseni ve amacı

Çalışmanın amacı, işitme ve konuşma engelli bireylerin diğer bireyler ile iletişimlerini kolaylaştırabilecek akıllı bir sistem geliştirmektir. Tasarım tabanlı araştırma (Design-based research) yöntemi kullanılarak işaretin gerçek zamanlı bir şekilde sistem tarafından

algılanabilmesi ve kullanıcıya karşılığının yazı olarak bilgisayar ekranına yazdırılmasını sağlayacak akıllı sistem geliştirilmiştir.

4.2. Kullanılan işaretler























Konuşmaya dayalı dillerde ardışık ve sistemli bir şekilde seslerin biraraya gelmesiyle sözcükler oluşmasına karşın işaret dillerinde












- sözcükler/işaretler,
- el şekli,
- yönelim,
- konum,
- hareket
- el dışı hareketler

olmak üzere beş farklı parametre ile oluşmaktadır (Işıkdoğan-Uğurlu, 2017). El işaretleri, kullanıldığı konum ve açı olarak aynı el işareti olmasına rağmen farklı anlamlar taşımaktadırlar. Örneğin; konum olarak TİD’de “ışık” hareketini (işaretini) konum olarak havada yaparsanız (lamba) farklı anlam yanda yaparsanız (araba farı) farklı anlam elde edilir. Ayrıca, çalışmada kullanılan TİD el işaretlerinden “baba” ve “erkek” el işaretinin konum ve açısı aynı olmasına rağmen farklı anlam taşımaktadır. Bunun gibi, TİD’de konum ve açısı benzerlik gösteren el işaretleri de bulunmaktadır. Örneğin “kız” el işareti konum ve açı olarak “baba” ve “erkek” el işareti ile benzerlik göstermektedir. Kısaca, TİD’nde bir birine benzeyen el işaretleri bulunduğundan, aynı el işareti birden fazla anlama gelmektedir. El işaretinin doğru anlamını anlamak için, anlatılmak istenilen cümle ya da olay düşünülerek yorumlanması gerekmektedir. Bu işaretlerden birine örnek verecek olursak, TİD’nde “Portakal” el işareti aynı zamanda Kıbrıs adasındaki “Güzelyurt” şehrini, Türkiye şehirlerinden “Antalya” şehrini, hem de “turuncu” rengi ifade etmektedir.

Kuş (2008) çalışmasında sesbilgisel özellikler olarak TİD’nin hareketlerin temelini oluşturan 33 tane farklı el şekli olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle geliştirilen sistemde Tablo 1’de görülen Türk İşaret Dilinde ses bilimi olarak adlandırılan ve işaretlerin de temelini oluşturan 33 tane temel işaret sistem içerisine entegre edilmiştir.

Tablo 1. El şekilleri ve anlamları (Kuş (2008))

El Şekli	Örnek
	Desteklemek, peynir, komik
	Otobüs, grup, dürbün
	Video, yumuşak, dosya
	Üzüm, şüphe, ince
	Gol, ceza, vicdan
	Teleskop, laboratuvar, omurga
	Kibrit, kolay, ip
	Çocuk, iyi, yemek
	Çıkarmak, kovmak, diyet
	Rapor, tanımamak, on iki
	Zor, başvuru, ödeme
	Gezmek, tasarruf, yatak
	Kötü, misafir, alay
	Aynı, uçak, eğlence
	Üzölmek, hükmen, alevi
	Aile, itmek, savunma
	İlk, kırmızı, şans
	Görmek, moda, polis
	İstemek, aptal, sıra
	Türkiye, kahve, ay
	Bağırmaq, perşembe, köy
	Altın, hiç, organizasyon

	Psikolog, boş, dolandırmak
	Boğaz, Urfa, kalın
	Sıkılmak, çarpışmak, baskı
	Başkan, maç, atama
	Kapalı, karate, ayna
	Arkadaş, cahil, yok
	Kendi, beklemek, anne
	Kız, şarap, kurs
	Aşk, sandalye, mavi
	Sıcak, soruşturma, bulmak
	Unutmak, kaçmak, hızlı

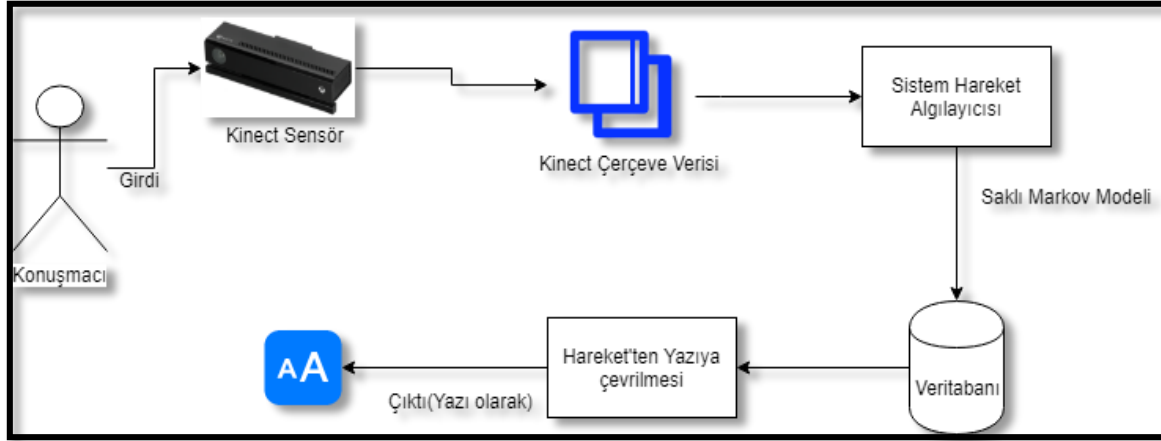
4.3. Sistem altyapısı

İşaretlerin sistem tarafından tanınabilmesi için Microsoft Kinect v2 sensörü kullanılmıştır[†]. Sistemin altyapısında C# programlama dili kullanılırken temel işaretlerin depolanması için veritabanı olarak da MongoDB tercih edilmiştir.

4.4. Sistem çalışma mantığı

İşaretlerin sistem tarafından tanınabilmesi için Microsoft Kinect v2 sensörü kullanılmış ve sistemin altyapısında C# programlama dili ile MongoDB kullanılmıştır. İşitme ve konuşma engelli bireyin sensöre karşı yapmış olduğu hareket sensör tarafından algılanarak kişinin iskelet verileri geliştirilen işaret tanıma sistemine gönderilmektedir. Akıllı sistem bireyden alınan iskelet verilerini sistem içerisinde Saklı Markov Modellemesi ile sınıflandırma işlemleri

yaparak gelen iskelet verisinin hangi sınıf içerisinde olduğuna karar verir. Karar verme sonrasında da elde edilen veri, kullanıcıyı bilgilendirmek için bilgisayar ekrana sınıfın değeri görüntülenir. Böylece İşitme ve konuşma engelli bireyin anlatmak istediği bilgi diğer kişilerce kolaylıkla anlaşılır.



Şekil 1. Geliştirilen sistemin çalışma mantığı

5. Vaka çalışması

Kubuş'un (2008) çalışmasında belirtmiş olduğu Türk İşaret dilinin temel yapısını oluşturan 33 temel işaret geliştirilen akıllı sistem içerisinde kaydedilmiştir. Bu işaretler tek tek geliştirilen sistemin sensörü önünde yapılmıştır. Sistemimiz Saklı Markov Modeli kullanılarak yaptığı sınıflandırma işlemleri neticesinde 33 temel işaretten 27'sini doğru olarak tanımıştır. Geliştirilen akıllı işaret tanıma sistemimizin doğruluk oranı % 82 olarak hesaplanmıştır. Alan yazın incelendiğinde elde edilen doğruluk oranının oldukça iyi olduğu anlaşılmıştır.



Gesture Name	Recognizability
TID-1	0
TID-5	9
TID-10	9
TID-10	9
TID-11	10
TID-11	10
TID-11	10
TID-12	11
TID-12	11
TID-12	11
TID-2	1
TID-2	10
TID-2	1
TID-3	2
TID-3	2
TID-4	3
TID-4	3
TID-4	4
TD-2	10

Şekil 2. Geliştirilen akıllı işaret tanıma sisteminden ekran görüntüsü

Sonuç ve öneriler

Geliştirilen akıllı sistemde, Türk İşaret Dili'nde ses bilimi olarak adlandırılan ve işaretlerin de temelini oluşturan 33 tane temel işaret baz alınmıştır. Bu işaretlerin sistem tarafından tanınabilmesi için Microsoft Kinect v2 sensörü kullanılmıştır. Sistemin altyapısında C# programlama dili ile sınıflandırma algoritmalarından Saklı Markov Modeli ve veritabanı olarak da MongoDB kullanılmıştır. Yapılan vaka çalışması sonucunda; 33 temel işaretin %82'sinin geliştirilen sistem tarafından doğru bir şekilde tanımlandığı gözlemlenmiştir. Elde edilen doğruluk oranı göz önünde tutularak geliştirilen işaret tanıma sisteminin hem işitme ve konuşma engelli bireylere, hem de diğer bireylere yardımcı olacağı ve aralarındaki iletişim kurma problemini çözeceği düşünülmektedir.

Geliştirilen sistem, gerçek hayatta işitme ve konuşma engelli bireyler üzerinde denenip onların görüşleri alınarak onların ihtiyaçları doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılması planlanmaktadır. Ayrıca, ileriki çalışmalarda birbirine benzer harflerin ve işaretlerin sistemimiz tarafından daha kolay algılanabilmesi için, akıllı algoritmaların geliştirilme ve sisteme entegrasyonu için de çalışmalarımız devam etmektedir.

Teşekkür

Sistemin gelişim sürecinde Türk İşaret Dilinin kullanımına yönelik verdiği desteklerden dolayı Yrd. Doç. Dr. Emrah Soykan'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdel-Fattah, M, (2005). Arabic sign language: a perspective. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(2), 212-221.
- Açan, A.Z (2007). A linguistics analysis on basic sentence types in Turkish Sign Language (TİD) with reference to non-manual activity. Türk İşaret Dili (TİD)'deki Temel Tümce Türlerinin El-Dışı Göstergeler Açısından Dilbilimsel İncelemesi) (Yayınlanmamış doktora tezi) Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Akmeliawati, R., Ooi, M.P.L. & Kuang. Y. (2007). Real-time Malaysian sign language translation using colour segmentation and neural network. *IEEE Instrumentation & Measurement Technology Conference IMTC* (s. 1-6). Warsaw.
- Chuan, C. H., Regina, E. & Guardino, C. (2014). American Sign Language recognition using leap motion sensor. *13th International Conference on Machine Learning and Applications*, (s. 541-544). Detroit.
- Demircioğlu, B., Bülbül, G. & Köse, H. (2016). Turkish Sign Language recognition with Leap Motion. *24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)* (s. 589-592).

- Elons, A. S., Ahmed, M., Shedid, H. & Tolba, M. F. (2014). Arabic Sign Language recognition using Leap Motion Sensor. 9th International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES), (s. 368-373). Cairo.
- Fatmi, R., Rashad, S., Integlia, R. & Hutchison, G. (2017). American Sign Language recognition using Hidden Markov Models and wearable motion sensors. *Transactions on Machine Learning and Data Mining*, 10(2), 41-55.
- Fenlon, J. & Wilkinson, E. (2015). Sign languages of the world. *Sociolinguistics and Deaf Communities*, (s. 5-28) Cambridge: Cambridge University Press.
- Gülağız, F. K., Özcan, H. & Şahin, S. (2017). An interactive Turkish Sign Language learning application using Leap Motion Controller. International Conference on Advanced Technology and Sciences. (s. 93-96). Riga: Letonya.
- Işıkdoğan-Uğurlu, N. (2017). İşitme engelli okuyucuların okuma sürecinde Türkçenin ve Türk İşaret dilinin biçim-sözdizim özellikleri. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 18(2), 291-308.
- Jingqiu, W. & Ting, Z. (2014). An ARM-based embedded gesture recognition system using a data glove. 26th Chinese Control and Decision Conference (2014 CCDC), (s. 1580-1584). Changsha.
- Kubus, O. (2008). An analysis of Turkish Sign Language (TİD) phonology and morphology. Yüksek lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Lei, L. & Dashun, Q. (2015). Design of data-glove and Chinese sign language recognition system based on ARM9. 12th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI), (s. 1130-1134.). Qingdao.
- Lewis, M. P., Simons, G. F. & Fennig, C. D. (Eds.) (2013). Deaf sign language. *Ethnologue: Languages of the World* (17th ed.), World Health Organisation - Fact Sheet No. 300, Updated March 2015, SIL International (accessed 3 December 2013).
- Madabhushi, A. & Aggarwal, J. K. (2000). Using head movement to recognize activity. 15th International Conference on Pattern Recognition (s. 698-701). IEEE: Barcelona, Spanya.
- Mapari, R. B. & Kharat, G. (2015). Real time human pose recognition using leap motion sensor. IEEE International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN), (s. 323-328). Kolkata.
- Preetham, C., Ramakrishnan, G. & Kumar, S. (2013). Hand Talk-Implementation of a Gesture Recognizing Glove. Texas Instruments India Educators' Conference, (s. 328-331). Bangalore.
- Segen, J. & Kumar, S. (1999). Shadow gestures: 3D hand pose estimation using a single camera. IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (s. 1479-1485) IEEE: Fort Collins, CO, USA.
- Starner, W. (1998). A Real-time American Sign Language recognition using desk and wearable computer based video. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20(12), 371-1375.

- Stokoe, W. C., Casterline, D. C. & Croneberg, C. G. (1965). *A dictionary of American sign language on linguistic principles*. Gallaudet College Press.
- Vogler, C. & Metaxas, D. (1988). ASL recognition based on a coupling between HMMs and 3D motion analysis. International Conference on Computer Vision (s. 363-369). IEEE.
- Yalçinkaya, Ö., Atvar, A. & Duygulu, P. (2016). Turkish Sign Language recognition application using motion history image. 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU) (s. 801-804) IEEE: Zonguldak, Türkiye.

Elektronik kaynaklar:

- Amon, C. & Fuhrmann, F. (2014). Evaluation of the spatial resolution accuracy of the face tracking system for Kinect for Windows v1 and v2. 6th Congress of Alps-Adria Acoustics Association 16.-17. October 2014. Graz, Austria. Ulaşım Tarihi: (30.06.2019) <https://pdfs.semanticscholar.org/b4d0/8a2ceb8083f097271cbbf38d39c086c4708f.pdf>
- Dong, C. (2015). American Sign Language alphabet recognition using Microsoft Kinect. Yüksek Lisans Tezi, 7392. Ulaşım Tarihi: (29.06.2019) http://scholarsmine.mst.edu/masters_theses/7392
- Government, U. (2011). UK Government Services. The best place to find government services and information: Ulaşım Tarihi: (30.06.2019) https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/321594/disability-prevalence.pdf
- Haberdar, H. (2005). Saklı Markov Modeli kullanılarak görüntüden gerçek zamanlı Türk İşaret Dili tanıma sistemi. Ulaşım Tarihi: (07.01.2019) <http://dspace.yildiz.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11871/1246/0023899.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mangera, R. (2013). Static gesture recognition using features extracted from skeletal data. Ulaşım Tarihi: (08.01.2019) <http://www.prasa.org/proceedings/2013/prasa2013-09.pdf>
- Microsoft. (2014). Microsoft Download Center. Ulaşım Tarihi: (07.01.2019) <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>
- Office for National Statistics. (2011). 2011 Census: Quick Statistics for England and Wales, March 2011. Office for National Statistics. Ulaşım Tarihi: (07.01.2019) <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/populationandmigration/populationestimates/bulletins/2011censusquickstatisticsforenglandandwales/2013-01-30/pdf>
- Perlmutter, D. M. (2018). What is sign language? Ulaşım Tarihi: (29.06.2018) <https://www.linguisticsociety.org/content/what-sign-language>
- Pterneas, V. Github. Çevrimiçi: (30.05.2016) <https://github.com/LightBuzz/Kinect-Finger-Tracking>
- Research, M. (2011). Microsoft Research Center. Ulaşım Tarihi: (30.06.2018) <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/microsoft-research-and-the-kinect-effect/>
- Souza, C. R. (2014). Accord.NET Framework. Ulaşım Tarihi: (07.01.2019) <http://accord-framework.net>

- Tazhigaliyeva, N., GermanI, P., Yerniyaz, N. & Sandygulova, A. (2016). SLIRS: SignLanguage Interpreting System for Human-Robot Interaction. Ulaşım Tarihi: (30.06.2018)
<https://www.aaai.org/ocs/index.php/FSS/FSS16/paper/download/14101/13672>
- Tüfekçioğlu, U. (1998). İşitme Engelliler. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları. Ulaşım Tarihi: (24.06.2018) http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/79408/49984/unite08_i%C5%9Fitme_engelliler.pdf
- TÜİK. (2011). Nüfus ve Konut Araştırması. Ulaşım Tarihi: (03.05.2018)
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15843>