

# İşaret Dili ve Chatbot Teknolojileri: Dijital Kapsayıcılığın Yeni Yüzü

Modern teknoloji çağında, farklı iletişim ihtiyaçlarına yanıt veren yenilikçi çözümler geliştirilmektedir. Bu bağlamda işaret dili ve sohbet robotu teknolojilerinin entegrasyonu, dijital erişilebilirlik açısından devrim niteliğinde bir adım oluşturmaktadır.

## İşaret Dili: Görsel İletişimin Evrensel Gücü

İşaret dili, görsel kanalı kullanan ve kendilerine ait kelime dağarcığı ile dil bilgisel yapısı olan doğal dillerdir (MEB İÇDEP, t.y.). Bu diller, el hareketleri, mimikler ve vücut dili aracılığıyla zengin bir iletişim imkânı sunar. Dünya Sağlık Örgütü'nün (2021) verilerine göre, dünya genelinde 466 milyon işitme engelli birey yaşamakta olup, bu demografik gerçeklik işaret dilinin küresel önemini ortaya koymaktadır.

## Sohbet Robotu Teknolojisi: Dijital Asistanların Evrimi

Sohbet robotu, kullanıcılarla doğal dil işleme teknolojileri kullanarak otomatik konuşma yapabilen bilgisayar programlarıdır. Metin veya ses girişlerine anlık yanıt vererek insan ve bilgisayar etkileşimini kolaylaştırır (Adamopoulou & Moussiades, 2020). Bu sistemler temel olarak üç kategori altında sınıflandırılabilir:

**Kurallı Robotlar:** Bu sistem türü, önceden belirlenmiş kural setleri ve karar ağaçlarına dayalı olarak çalışır. Kullanıcı girişleri, anahtar kelime eşleştirmesi ve örüntü eşleme algoritmaları ile analiz edilir. Yanıtlar, durağan bir veri tabanından çekilerek sunulur ve uyum kabiliyeti sınırlıdır (Dahiya, 2017). Belirleyici yapısı nedeniyle öngörülebilir sonuçlar üretir ancak karmaşık sorguları işlemede yetersiz kalabilir.

**Doğal Dil İşleme Tabanlı Robotlar:** Bu kategori, sözcük ayırma, sözcük türü etiketleme, varlık tanıma ve duygu analizi gibi doğal dil işleme tekniklerini kullanır. Niyet sınıflandırma ve varlık çıkarma süreçlerini uygulayarak kullanıcı niyetini daha doğru anlayabilir (Radziwill & Benton, 2017). Makine öğrenimi algoritmaları ile desteklenen bu sistemler, dil modellerini sürekli güncelleyerek performanslarını artırır.

**Yapay Zekâ Destekli Robotlar:** Bu ileri düzey sistemler, derin öğrenme mimarileri (tekrarlayan sinir ağları, uzun kısa süreli bellek, dönüştürücü) kullanarak bağlam farkında yanıtlar üretir. Aktarım öğrenimi ve az örnekli öğrenme tekniklerini uygulayarak kişiselleştirme sağlar. Sinirsel dil modelleri ile desteklenen bu robotlar, konuşma akışını takip ederek tutarlı diyaloglar yürütebilir (Zhang et al., 2020).

## **TİD ve ASL: Karşılaştırmalı Analiz**

**Dil Bilgisel Yapı Farklılıkları:** TİD (Türk İşaret Dili), Özne-Nesne-Yüklem söz dizimini benimserken, Türkçe'nin morfolojik özelliklerinden etkilenmiş çekimsel bir yapı sergiler (Kubuş, 2008). ASL (Amerikan İşaret Dili) ise temel olarak Özne-Yüklem-Nesne düzenini kullanır ancak konu öne çıkarma ve odak işaretleme ile esnek sözdizimi kurallarına sahiptir (Valli & Lucas, 2000).

**Fonolojik Sistem Farklılıkları:** TİD'de işaretler, el şekli, konum, hareket ve yönelim parametrelerini kullanır. ASL'de ise bu parametrelere ek olarak el dışı işaretleyiciler (mimiksel işaretler) sistematik bir dil bilgisel rol üstlenir. TİD'de parmak alfabesi Latin harflerinin uyarlamasını kullanırken, ASL 26 farklı el yapılandırması ile İngilizce alfabeyi temsil eder.

**Kültürel ve Toplum Dilbilimsel Farklılıkları:** TİD, Türk toplumsal değerlerini yansıtan kültürel öğeler içerir ve Osmanlı döneminden beri gelişen tarihsel bir sürekliliğe sahiptir (EGO, 2021). ASL ise Martha's Vineyard işaret dili ve Fransız İşaret Dili'nin melezleşmesi sonucu 19. yüzyılda şekillenmiştir. Her iki dilin de bölgesel çeşitlilikleri bulunmaktadır.

## **Ortak Dilbilimsel Özellikler**

Her iki dil sistemi de: Görsel-uzamsal biçimi kullanarak üç boyutlu dilbilimsel alan oluşturur. Bileşensel anlambilim ve üretken morfoloji sergiler. Sınıflandırıcı yüklem ve uzamsal gönderim sistemlerini kullanır. Benzerlik ve rastgelelik dengesini korur. Ezgisel özellikler ve söylem işaretleyicileri içerir (MEB İÇDEP, t.y.; Sandler & Lillo-Martin, 2006).

## **Teknolojik Entegrasyon Potansiyeli**

İşaret dili sohbet robotları, bilgisayar görüşü teknolojileri ile hareket tanıma algoritmalarının doğal dil işleme sistemleri ile entegrasyonunu gerektirir. Derin öğrenme modelleri -CNN(evrişimli sinir ağları), RNN(tekarrlayan sinir ağları), hibrit yapılar- kullanılarak gerçek zamanlı işaret tanıma ve üretme kapasitesi geliştirilebilir. Bu teknoloji, erişilebilirlik standartları ve kapsayıcı tasarım ilkeleri doğrultusunda işitme engelli bireylerin dijital hizmetlere eşit erişimini sağlayarak toplumsal katılımı destekler (Nilüfer Özel Eğitim Meslek Lisesi, t.y.).

Bu disiplinler arası alanın gelişimi, yardımcı teknoloji ve insan-bilgisayar etkileşimi alanlarında önemli katkılar sağlayarak dijital eşitlik için yeni paradigmlar oluşturmaktadır.

# İşaret Dili Tanıma Sistemleri

## 1. Microsoft Kinect Sign Language Translator:

### Teknolojik Altyapı:

- **Kinect Sensör Teknolojisi:** 3D hareket yakalama sistemi ile derinlik sensörü ve RGB kamerası kullanır.
- **Gerçek Zamanlı İşleme:** Anlık çeviri kapasitesi sunar (Fast Company, 2014).
- **Çift Yönlü Çeviri:** İşaret dilini sözlü ve yazılı kelimelere çevirir, aynı zamanda sözlü kelimeleri işaret diline çevirebilir (Microsoft Accessibility Blog, 2013).

### Çalışma Modları:

- **Çevirmen Modu:** Belirli bir kişi tarafından işaretlenen izole kelimeleri tanır
- **İletişim Modu:** Herhangi bir yetkin işaret dili kullanıcısından sürekli iletişimi anlayabilir (Microsoft Research, 2016)

### Teknik Özellikler:

- Çin İşaret Dili ve Amerikan İşaret Dili desteği
- Yüksek fiyat-performans oranı
- Gerçek zamanlı hareket yakalama ve işleme kapasitesi

### Sosyal Etki Potansiyeli

Projenin amacı, bilgisayarın bir kamera önünde sağır kullanıcı tarafından yapılan işarete karşılık gelen kelimeyi çıkaracağı otomatik bir işaret dili çevirmeni geliştirmektir (LifePrint, t.y.). Bu sistem, işitme engelli bireylerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları iletişim engellerini azaltma ve toplumsal katılımlarını artırma potansiyeli taşımaktadır.



Görselde anlatılan sistemin tanıtımlarda kullanılan arayüzü yer almaktadır. Tanıtımda havaalanında bir çalışan olan işitme engelli bireye bir yolcu soru soruyor. Sistem soruyu sesli olarak algılıyor. İlk olarak sistem, animasyonla işaret diline çeviri yapıyor daha sonra sorulan soru ekranda metin olarak veriliyor ve sistem tarafından seslendiriliyor. İşitme engelli çalışanın işaret dili aracılığıyla verdiği cevap sistemin hareketleri algılaması ile sesli ve yazılı yanıt dönüşüyor.



Burada ise yine engelli birey hasta olarak gittiği hastanede yukarıdaki görsel aracılığı ile anlatılan sistemin yardımıyla doktor ile iletişime geçiyor.

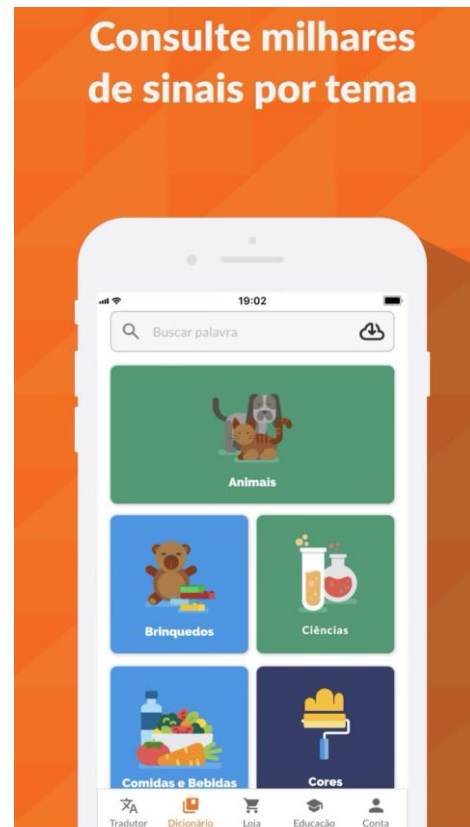
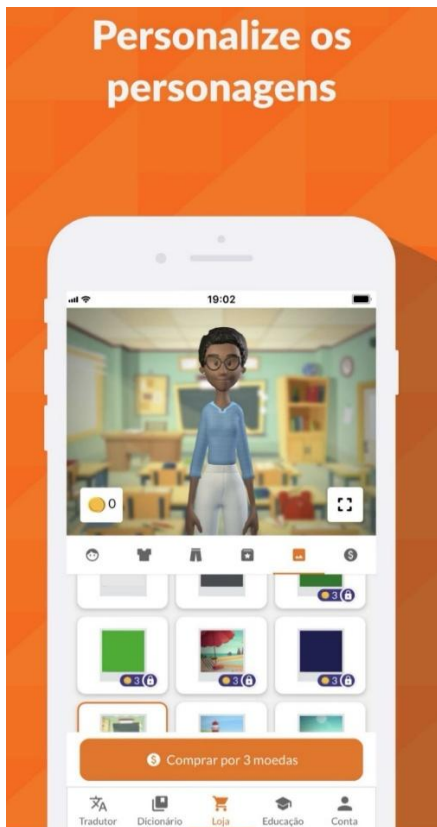
## 2. HandTalk

HandTalk, dünya çapında en sevilen 3D çevirmenler Hugo ve Maya tarafından yönetilen, yapay zekâ destekli bir işaret dili çevirmen uygulamasıdır. Uygulama, metin ve ses girişlerini otomatik olarak Amerikan İşaret Dili (ASL) ve Brezilya İşaret Dili (LIBRAS) diline çevirir. Uygulama hem çevrimiçi hem de çevrimdışı kullanım imkânı sunar. HandTalk sadece bir çevirmen değil, aynı zamanda bir öğrenme platformudur. Uygulama, pratik bir şekilde yeni dil öğrenmek isteyenler için uygun bir araç sunar (Hand Talk, 2024).

**Çeviri Kapasitesi:** HandTalk uygulaması, sözlü dilleri hem metin hem de ses formatında işaret dillerine otomatik olarak çeviren cep çevirmeni olarak işlev görür. Kullanıcılar İngilizce'den ASL'ye veya Portekizce'den LIBRAS'a çeviri yapabilir (Hand Talk, 2024). Uygulama aynı zamanda farklı işaretleri gözden geçirme veya ilk işaretlerini öğrenme imkânı sunar.

**3D Avatar Sistemi:** Sistem, Hugo ve Maya adlı sanal karakterler kullanarak işaret dili çevirisi sağlar. Bu 3D yorumlayıcılar, metin veya ses çevirilerini görsel işaret diline dönüştürür (Whois Accessible, 2023).

**Teknolojik Altyapı:** Uygulama, sesli tanıma ve doğal dil işleme teknolojilerini kullanarak ASL ve Brezilya İşaret Dili'ne doğru çeviriler sunar. Ayrıca OCR (optik karakter tanıma) özelliği ile görüntülerden çeviri yapılmasına olanak tanır (Hand Talk, 2024).



### 3. İTÜ Türkçe-Türk İşaret Dili Çeviri Sistemi

TÜBİTAK tarafından desteklenen, İstanbul Teknik Üniversitesi yürütücülüğünde; İstanbul Teknik Üniversitesi ve Boğaziçi Üniversiteleri'nde yürütülen "Türkçe'den - Türk İşaret Diline Otomatik Çeviri Sistemi ve Avatar Animasyonu" adlı ve 114E263 nolu proje 15/10/2014-15/10/2016 tarihleri arasında, iki yıl içinde gerçekleştirilmiştir (İTÜ Humanoid Robotics Laboratory, t.y.).

#### Proje Amacı

Bu projede ilköğretim seviyesindeki işitme engelli çocukların, normal gelişimli çocuklar ile aralarındaki okuma-yazma öğrenme zamanlarındaki farkın en aza indirgenmesi ve bu sayede, engelli çocukların eğitimlerindeki dezavantajın ortadan kaldırılmasını sağlayan bir çeviri sistemi geliştirilmiştir (İTÜ Humanoid Robotics Laboratory, t.y.).

#### Teknolojik Özellikler

**Yapay Zekâ Destekli Çeviri:** Türkçe ifadelerin çeşitli dil işleme modülleri vasıtasıyla Türk İşaret Dili'ne çevrilmesi işlemini yapar ve doğrudan çevrilemeyen ya da uzun olan cümlelerin uygun formatlara dönüştürülmesi, animasyon ortamında gösterimi sağlar (ar124, 2022).

**Avatar Animasyon Sistemi:** Sistem, çeviri sonuçlarını 3D avatar karakteri aracılığıyla görselleştirmektedir. Bu avatar, Türk İşaret Dili işaretlerini doğal hareketlerle sergileyerek kullanıcılara anlamlı bir çeviri deneyimi sunar.

#### Patent Başarısı

Patent, 2014 yılında TÜBİTAK 1003 İnsan-Bilgisayar Etkileşimi çağrısı kapsamında 100'den fazla proje başvurusu arasından desteklenen tek proje olan "Türkçeden Türk İşaret Diline Otomatik Çeviri Sistemi ve Avatar Animasyonu" isimli projenin bir çıktısı olarak geliştirilmiştir (ar124, 2022).

İTÜ Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi Yapay Zekâ ve Veri Mühendisliği Öğretim Üyeleri'nden Doç. Dr. Hatice Köse ve Doç. Dr. Gülşen Eryiğit'in de buluşçuları arasında yer aldığı "Türkçeden Türk İşaret Diline Çeviri ve Animasyon ile Gösterim Sistemi ve Yöntemi" başlıklı buluş, Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından İncelemeli Patent Belgesi almıştır (ar124, 2022).

#### Eğitimde Kullanım

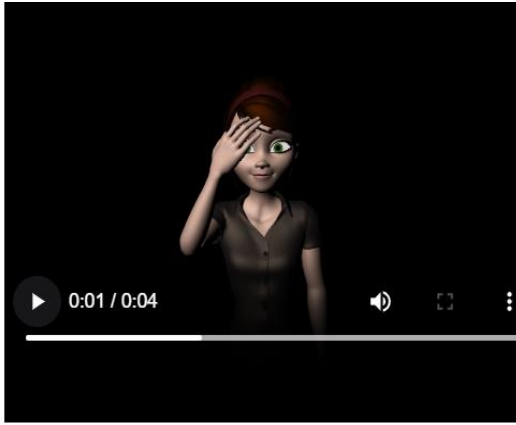
Sistem özellikle ilköğretim düzeyindeki eğitim materyallerinin işaret diline çevrilmesi için tasarlanmıştır. Web sitesinde yer alan örneklerde, "Elif size işaret dilinde 'Merhaba' diyor" gibi eğitici içerikler bulunmaktadır (İTÜ TİD Projesi, 2024)

## Akademik Katkı

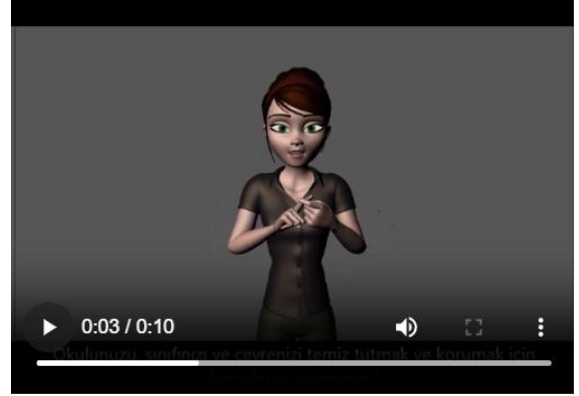
Proje, Türkiye'de işaret dili teknolojileri alanında önemli bir akademik katkı sağlamıştır. TÜBİTAK 1003 programı kapsamında desteklenen bu çalışma, ulusal düzeyde işaret dili çevirisi teknolojisinin gelişimine öncülük etmiştir (TÜBİTAK, t.y.).

## Teknik Yaklaşım

Sistem, doğal dil işleme teknikleri kullanarak Türkçe metinleri analiz eder ve bunları Türk İşaret Dili'nin dilbilgisel yapısına uygun hale getirerek avatar animasyonları ile görselleştirir. Bu yaklaşım, hem eğitim hem de erişilebilirlik açısından önemli bir teknolojik çözüm sunmaktadır.



Elif size işaret dilinde "Merhaba" diyor.



"Okulunuzu, sınıfınızı ve çevrenizi temiz tutmak ve korumak için hangilerini yaparsınız?"

#### 4. ‘Engelsiz Çeviri’ İşaret Dili Çeviri Sistemi (TİD)

EngelsizÇeviri.com, Türk İşaret Dili'ni (TİD) destekleyen, yapay zekâ tabanlı ve çok modüllü bir çeviri sistemidir. Temel amacı, işitme engelli bireylerin dijital ortamlarda bilgiye erişimini kolaylaştırmaktır (EngelsizÇeviri, 2023).

##### 1. Web Sayfası İşaret Dili Eklentisi

Web sayfasındaki metinler otomatik olarak işaret diline çevrilir. Kullanıcı, çeviri panelini hareket ettirebilir ve boyutlandırabilir. Sistem, gerçek insan modeli ya da avatar ile işaret dili sunar (EngelsizÇeviri, 2023).

##### 2. Video Altyazısı ile TİD Çevirisi

Altyazılı videolardaki metinler senkronize biçimde işaret diline çevrilir. Yapay zekâ destekli bu sistem, %90'ın üzerinde anlaşılabilirlik sağlar (GirisimUp, 2023).

##### 3. PDF Belgelerde TİD Dönüşümü

PDF dosyalarındaki yazılar analiz edilerek anlık olarak işaret diline çevrilir. Bu özellikle eğitim ve bilgilendirme materyalleri için büyük kolaylık sağlar (EngelsizÇeviri, 2023).

##### 4. Basılı Materyallerde QR ile TİD Erişimi

Broşür, dergi veya gazetelere entegre edilen QR kodlar sayesinde kullanıcılar matbu içerikleri işaret dili ile izleyebilir (EngelsizÇeviri, 2023).

##### 5. Çift Taraflı İletişim Aracı (Geliştirme Aşamasında)

Kamera ile işaret dili algılanarak karşı tarafa metin veya ses olarak iletilir. Aynı zamanda karşı tarafın sesi/metni de işaret diline çevrilir. Bu sistem, işaret dili bilmeyenlerle işitme engelli bireylerin anlık iletişimini mümkün kılmayı hedefler (EngelsizÇeviri, 2023).

EngelsizÇeviri, sadece statik bir çeviri hizmeti değil, sürekli güncellenen ve geliştirilen modüler bir yapay zeka platformudur. TİD çevirisinin dijital mecralarda kolayca erişilebilir olmasını sağlayarak kurumsal web siteleri, kamu içerikleri, eğitim belgeleri ve videoları erişilebilir hale getirir (GirisimUp, 2023).





## 5. MediaPipe ve YOLOv8 tabanlı bir Amerikan İşaret Dili (ASL) tanıma sistemi (Unite.AI Makalesi)

Unite.AI'deki makaleye göre, Florida Atlantic Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, Amerikan İşaret Diline (ASL) ait alfabe işaretlerini gerçek zamanda tanımak için yeni bir sistem geliştirdi. Sistem, MediaPipe ve YOLOv8 (veya v11) kombinasyonunu kullanıyor. Bu yöntem, önce ellerde 21 adet el işareti işaret noktası (landmark) tespit ediyor, ardından bu noktaları YOLOv8 ile analiz ederek %98 doğruluk ve %99 F1 skoruna ulaşan bir sınıflandırma gerçekleştiriyor (Alsharif ve ark., 2024; McFarland, 2024)

Araştırmacılar, bu sistemin öncekilere göre çok daha hassas olmasının temel nedenlerini şu şekilde açıklıyor (McFarland, 2024):

- MediaPipe ile 21 el noktası tespiti, ellerin fonetik ve morfolojik yapısına dair detaylı veri sağlıyor.
- YOLOv8, bu noktalar üzerine kurulan grid tabanlı analizle hatasız işaret sınıflandırması yapıyor.
- Geniş ve çeşitli veri setleri (130.000+ imaj) kullanılarak, farklı ortam koşullarında (ışık, arka plan, el rengi vs.) model genelleme yapabiliyor.

Bu sistem, günlük hayatta karşılaşılan ışık değişimi, el açısı farklılıkları ya da ellerin büyüklüğü gibi zorluklara rağmen gerçek zamanlı çalışabilir hale getirilmiştir (McFarland, 2024). Testlerinde ise ortalama ASL işareti tanıma doğruluğu %98.2, yani hassasiyet (precision) ve algılama (recall) değerleri oldukça yüksektir (McFarland, 2024; Alsharif ve ark., 2025).

### Neden Bu Sistem “Daha Hassas”?

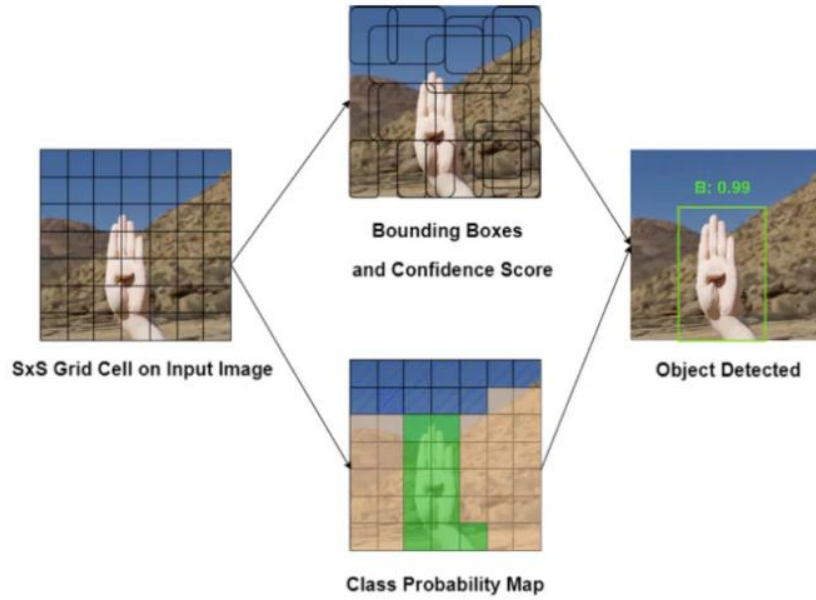
1. **MediaPipe ile El Landmark (Ana Nokta) Takibi:** Geleneksel görüntü sınıflandırmadan daha kesin, parmak ve el geometrisi verisi sağlar.
2. **YOLOv8 ile Obje Tanıma:** Grid tabanlı gerçek zamanlı sınıflandırma, işaretler arasındaki ince farkları yakalayabilir.
3. **Zengin ve Çeşitli Eğitim Verisi:** 130.000’den fazla farklı ortamda elde edilmiş imaj sayesinde model farklı kullanıcılar ve koşullar arasında genellenebilir.
4. **Sistem Gerçek Zamanlı ve Erişilebilir:** Standart donanımlarda çalışabilir, yüksek gecikme olmadan kullanılabilir.

## Uygulama Alanları & Etkisi

Bu teknoloji, işitme engelli bireylerle iletişimi kolaylaştırabilecek pek çok alanda kullanılabilir:

- Eğitim kurumları (sınıf içi çeviri),
- Kamu hizmetleri (banko, danışma),
- Sağlık sistemleri (hasta ve doktor arasında erişilebilir iletişim),
- Günlük hayatta mobil işaret dili çeviri asistanları.

Araştırmacılar, bireysel harflerden başlayıp zaman içinde tüm ASL cümlelerini tanıyan sistemlere geçiş hedeflemektedir (McFarland, 2024)



## 6. Yakın Doğu Üniversitesi İşaret Dili–Yazıya Çeviri Sistemi

Yakın Doğu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesindeki Yapay Zekâ Uygulamalı Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen bu yazılım, kameraya yöneltilen el işaretleri aracılığıyla işaret dilini gerçek zamana yakın bir şekilde yazılı metne dönüştürmeyi amaçlar (NEU, 2019a).

### Sistem Özellikleri:

- Geliştirilen sistem, yaklaşık 50.000 görüntüden oluşan bir veri seti kullanılarak inşa edilmiştir. Bu veri seti içinde 28 farklı el işareti (harf) için yaklaşık 50.000 fotoğraf ve ayrıca eli algılayabilmesi için yaklaşık 5.000 adet el resmi yer almaktadır (NEU, 2019a; NEU, 2019b).
- **Algoritmalar:**
  - Nesne tanıma (object detection) için SSD (Single Shot Multibox Detector) modeli kullanılmıştır.
  - Özellik çıkarımı ve sınıflandırma için Inception ağ mimarisi tercih edilmiştir. Bu sayede el hareketleri etkili şekilde tanınmaktadır (NEU, 2019a).
- **Çalışma Prensipleri:**
  1. Kamera görüntüsünden önce el algılanır.
  2. El içerisindeki işaret şekli SSD ile tespit edilir.
  3. Inception modeli yardımıyla işaretin hangi harfe karşılık geldiği sınıflandırılır.
  4. Tanımlanan harf, ekranda yazılı hale dönüştürülür (NEU, 2019a).
- **Platform Desteği:**
  - Prototip halindedir; güncel durumda masaüstü bilgisayar ortamında test edilmiştir.
  - Mobil cihazlar için entegrasyon çalışmaları sürmektedir (NEU, 2019a).
- **Hedef Kitle:**

Sistemin temel amacı, işitme ve konuşma engelli bireyler ile işaret dili bilmeyen kişiler arasında yazılı olarak iletişim sağlamak ve erişilebilirliği artırmaktır (NEU, 2019a).
- **Veri Seti Genişliği:** 28 harf için ~50.000 resim kullanılması, modelin el pozlarının tanınmasında güçlü genelleme sağlayabilir.
- **Kullanılan Model Kombinasyonu:** SSD + Inception gibi modern derin öğrenme modellerinin uygulanmış olması, sistem performansını artırır.
- **Mobil Hedef:** Sistem, masaüstü çalışmasının ardından mobil cihazlara da entegre edilerek daha geniş kullanım olanakları sunmayı hedeflemektedir.
- **Kısıtlar:** Sistem sadece harf alfabesi seviyesinde çalışmakta; kelime ya da tüm cümle tanıma henüz mevcut değildir.

Yakın Doğu Üniversitesi mühendislerinin geliştirdiği bu sistem, çalışan bir prototip olarak, el işaretlerini yüksek hacimli görüntü verisiyle tanıyarak bire bir harf çevirisi yapabilen bir yazılım projesidir. Mobil platformlara uyarlanması planlanan bu proje, erişilebilirlik alanında önemli bir teknoloji örneğidir.



## Kaynaklar

- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications*, 2, 100006.
- Dahiya, M. (2017). A tool of conversation: Chatbot. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 5(5), 158-161.
- EGO. (2021, 30 Temmuz). İşaret dili öğreniyorum. <https://isaretdili.ego.gov.tr/isaret-dili-tarihcesi/>
- Følstad, A., & Brandtzæg, P. B. (2017). Chatbots and the new world of HCI. *Interactions*, 24(4), 38-42.
- Kubuş, O. (2008). *Türk İşaret Dili dilbilgisi*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- MEB İÇDEP. (t.y.). İşaret dili. <https://orgm.meb.gov.tr/icdep/tid/isaret-dili-icerik-2>
- Nilüfer Özel Eğitim Meslek Lisesi. (t.y.). İşaret dili. [https://niluferieml.meb.k12.tr/icerikler/isaret-dili\\_46306.html](https://niluferieml.meb.k12.tr/icerikler/isaret-dili_46306.html)
- Radziwill, N. M., & Benton, M. C. (2017). Evaluating quality of chatbots and intelligent conversational agents. *arXiv preprint arXiv:1704.04579*.
- Sandler, W., & Lillo-Martin, D. (2006). *Sign language and linguistic universals*. Cambridge University Press.
- Valli, C., & Lucas, C. (2000). *Linguistics of American Sign Language: An introduction* (3rd ed.). Gallaudet University Press.
- World Health Organization. (2021). *World report on hearing*. <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>
- Zhang, S., Dinan, E., Urbanek, J., Szlam, A., Kiela, D., & Weston, J. (2020). Personalizing dialogue agents: I have a dog, do you have pets too? *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 2204-2213.
- Zeshan, U. (2006). *Interrogative and negative constructions in sign languages*. Ishara Press.

## **Microsoft Kinect Sign Language Translator:**

Fast Company. (2014, 18 Mart). Microsoft's Kinext is now a sign language translator. <https://www.fastcompany.com/3020910/microsofts-kinect-is-now-a-sign-language-translator>

LifePrint. (t.y.). Kinect Sign Language Translator - American Sign Language (ASL). <https://www.lifeprint.com/asl101/topics/kinect-sign-language-translator.htm>

Microsoft Accessibility Blog. (2013, 8 Kasım). Researchers turn Kinect into an accessibility prototype that translates sign language. <https://blogs.microsoft.com/accessibility/researchers-turn-kinect-into-an-accessibility-prototype-that-translates-sign-language/>

Microsoft Research. (2016, 23 Ağustos). Kinect Sign Language Translator - part 1. <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/kinect-sign-language-translator-part-1/>

## **HandTalk:**

App Store. (2013, 21 Haziran). Hand Talk: ASL Sign Language. <https://apps.apple.com/us/app/hand-talk-asl-sign-language/id659816995>

Hand Talk. (2024, 10 Nisan). How does ASL automatic translation work? <https://www.handtalk.me/en/blog/asl-automatic-translation/>

Hand Talk. (2024, 22 Şubat). Meet the Hand Talk Sign Language Translator App. <https://www.handtalk.me/en/blog/meet-the-hand-talk-sign-language-translator-app/>

Hand Talk. (2024, 31 Mayıs). Hand Talk: your website accessible in ASL. <https://www.handtalk.me/en/>

Hand Talk. (2025, 16 Mayıs). How to use the Hand Talk App: Sign Languages translator. <https://www.handtalk.me/en/blog/how-to-use-the-hand-talk-app/>

JAN (Job Accommodation Network). (t.y.). Hand Talk. <https://askjan.org/products/Hand-Talk.cfm>

Whois Accessible. (2023, 7 Kasım). HandTalk.me Review and Pricing. <https://www.whoisaccessible.com/reviews/handtalk-me/>

## **İTÜ Türkçe-Türk İşaret Dili Çeviri Sistemi:**

arı24. (2022, 9 Mayıs). İTÜ'lü Akademisyenler'den yapay zeka ile Türkçe-Türk İşaret Dili çevirisi patenti. *arı24*. <https://ari24.com/haber/itu-ogretim-uyeleri-buluslariyla-patent-aldi-2452>

İTÜ Humanoid Robotics Laboratory. (t.y.). TİD - Türkçe'den Türk İşaret Diline Otomatik Çeviri Sistemi ve Avatar Animasyonu. <https://humanoid.itu.edu.tr/tr/arastirmalar/projeler/tid>

İTÜ TİD Projesi. (2024). *TÜBİTAK 1003 Projesi - Türkçe'den Türk İşaret Diline Otomatik Çeviri Sistemi*. <https://web.itu.edu.tr/tid/>

TÜBİTAK. (t.y.). 1003 - Primary Subjects R&D Funding Program. <https://tubitak.gov.tr/en/funds/academic/national-support-programs/1003-primary-subjects-rd-funding-program>

### **EngelsizÇeviri İşaret Dili Çeviri Sistemi (TİD)**

EngelsizÇeviri. (2023). *Web İşaret Dili Çeviri Sistemi*. <https://www.engelsizcevir.com>

EngelsizÇeviri. (2023). *Video Altyazı İşaret Dili Desteği*. <https://www.engelsizcevir.com/cozumler/video-isaret-dili>

EngelsizÇeviri. (2023). *PDF ve Basılı Materyal Erişimi*. <https://www.engelsizcevir.com/cozumler/pdf-isaret-dili>

EngelsizÇeviri. (2023). *Çift Taraflı Erişilebilirlik Sistemi*. <https://www.engelsizcevir.com/cozumler/cift-tarafli-erisilebilirlik-sistemi>

GirisimUp. (2023). *Engelsiz Çeviri: Yapay Zeka Tabanlı İşaret Dili Sistemi*. <https://www.girisimup.com/engelsiz-ceviri-yapay-zeka-destekli-isaret-dili-ceviri-sistemi>

### **MediaPipe ve YOLOv8 tabanlı bir Amerikan İşaret Dili (ASL) tanıma sistemi**

Alsharif, B. ve ark. (2024). *ASL alphabet recognition using MediaPipe and YOLOv8*. Unite.AI [Makale açıklaması].

McFarland, A. (2024, 23 Aralık). How AI is making sign language recognition more precise than ever. *Unite.AI*. Unite.AI. (2024, 23 Aralık). *Yapay Zeka İşaret Dili Tanımayı Her Zamankinden Daha Hassas Hale Getiriyor*.

### **Yakın Doğu Üniversitesi İşaret Dili–Yazıya Çeviri Sistemi**

NEU. (2019a, 21 Şubat). *Engineers at the Artificial Intelligence Research Center ... have developed a software program that turns sign language into written text*. Near East University.

NEU. (2019b, 20 Şubat). *Yakın Doğu Üniversitesi Mühendisleri İşaret Dilini Yazıya Çeviren Yazılım Geliştirdiler*. Near East University.