

İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi
Journal of Advanced Technology Sciences
ISSN:2147-3455

TÜRKÇEDEN TÜRK İŞARET DİLİ'NE

Mehmet Fatih KARACA¹ Salih GÖRGÜNOĞLU²

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Erbaa MYO, Bilgisayar Tek. Böl., 60500, Tokat, TÜRKİYE

² Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fak., Bilgisayar Müh. Böl., 78050, Karabük, TÜRKİYE
mehmetfatih.karaca@gop.edu.tr, sgorgunoglu@karabuk.edu.tr

Özet- İşaret dili, işitme engellilerin kendi aralarında ve diğer insanlarla iletişim kurmak için kullandıkları en yaygın iletişim tekniğidir. İşaret dilinin kendine has dilbilgisi, kelime kullanım şekli, alfabesi, işareti ve ifade biçimleri vardır. Bu özellikler, onun sözel bir dilin bütün özelliklerini taşıdığını gösterir. Türkçe metinden Türk İşaret Dili (TİD)'ne dönüşüm için cümleyi kelimelerine ayırmak, kelimelerin morfolojik analizlerini gerçekleştirmek, TİD dilbilgisine göre metin elde etmek, metni oluşturan kelimelerin işaretlerini belirlemek ve 3Boyutlu (3B) model ile simülasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, TİD hakkında genel bilgiler ve Türkçe metinlerin 3B sanal model tarafından TİD simülasyonunun gerçekleştirilmesi için yapılması gerekenler konu edinmiştir.

Anahtar Kelimeler- Türk işaret dili, morfoloji, 3 boyutlu model, simülasyon.

FROM TURKISH TO TURKISH SIGN LANGUAGE

Abstract- Sign language is the most widely used communication techniques to communicate the hearing-impaired people between themselves and with other people. There is specific grammar structure, word usage form, alphabet, signs and express manners of sign languages. These features indicate comprises all features of spoken language in itself. The following operations should be carried out for transformation of Turkish texts to Turkish Sign Language (TSL); split up sentence to words, perform the morphological analysis of words, obtain text according to the TSL grammar, determine signs of the words that generating text, make simulation with 3D model. In this study, general information about TSL and actions to be taken for simulation of Turkish text to TSL by 3D virtual model is mentioned.

Key Words- Turkish Sign Language, morphology, 3d model, simulation.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bir maddedeki moleküllerin titreşmesi sonucu oluşan ve canlıların işitme organları tarafından algılanabilen periyodik basınç değişimlerine ses denir. Sesin kuvveti desibel (dB) ile ölçülür.

Sesin kulağın duyabileceği sınırlar içerisinde olması, kulağa ulaşması, kulağın bölümlerini geçerek beyindeki ilgili merkeze ulaşması ve algılanıp yorumlanması ile işitme gerçekleşir. Bu işlevlerin herhangi birindeki eksiklik nedeniyle sözel dilin günlük hayatta kullanamaması işitme engelini ortaya çıkarır [1]. Her iki kulakta en az 30-35dB ve üzerinde işitme kaybı olan bireylere işitme engelli denir. İşitme kaybının tipi ve dereceleri uluslararası standartlara göre şu şekilde belirlenmiştir [2];

- -10 dB / +15 dB : Normal işitme,
- +16 dB / +25 dB : Çok hafif derecede işitme kaybı,
- +26 dB / +40 dB : Hafif derecede işitme kaybı,
- +41 dB / +55 dB : Orta derecede işitme kaybı,
- +56 dB / +70 dB : Orta-ileri derecede işitme kaybı,
- +71 dB / +90 dB : İleri derecede işitme kaybı,
- +91 dB ve üzeri : Çok ileri derecede işitme kaybı.

1.1. İşitme Engellilere İlişkin Veriler (Data About Hearing-Impaired)

Değişik zaman veya kuruluşlar tarafından araştırmalar yapılsa da işitme engelli birey sayısı ile ilgili en net bilgi olarak 2002 Türkiye Özürlüler Araştırması verileri kabul edilmektedir. Bu verilerden işitme engellilere ait olanlar şu şekilde özetlenebilir [3];

- Türkiye nüfusunun %12.29'nun engelli, %0,37'sinin işitme engelli olduğu,
- %67,10'unun sonradan işitme engelli olduğu,
- Sonradan işitme engellilerin oranının kentsel yerleşimlerde ve erkeklerde daha fazla olduğu,
- Yaş arttıkça engelli oranının arttığı,
- Erkek engelli oranının bayan engelli oranından daha fazla olduğu,
- Kentsel yerleşimlerdeki engelli oranının kırsal yerleşimlerdeki engelli oranından düşük olduğu,
- En fazla oranın Karadeniz, en az oranın ise Doğu Anadolu Bölgesi'nde olduğu,

1.2. İşitme Engelliler ve İletişim (Hearing-Impaired and Communication)

Her insanın bir engelli adayı olduğu gerçeğinden yola çıkarak engellilerin hayatlarını kolaylaştırmak ve hayatı daha yaşanabilir hale getirmek herkesin görevidir. Bu anlamda engellilerin de diğer insanlar gibi neredeyse bütün imkânlardan faydalanmalarını sağlamak adına yapılan bir takım düzenlemeler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları devlet tarafından kanunlar yoluyla yapılan düzenlemeler bazıları da bu çalışmanın konusunda olduğu gibi kişi veya kuruluşlar tarafından yapılan iyileştirmelerdir. Son zamanlarda işaret dili ile ilgili birçok kurs açılması sebebiyle bu dile olan ilgi yoğunlaşmıştır. Bu sayede işaret dili bilen kişi sayısı artmış ve işitme engellilerin iletişimi kolay hale gelmiştir.

Sosyal hayatta en çok yer alan engellilerden bir tanesi işitme engellilerdir. Ortopedik, görme veya zihinsel engelli bireylerle kıyaslandığında işitme engellilerin günlük yaşamda diğer engelli türlerine göre kendilerine daha fazla yer buldukları görülmektedir. İşitme engellilerin fiziksel olarak hayatlarını sürdürebilmelerine engel olacak bir durumlarının olmaması ve sadece iletişimde aksaklıklar yaşamaları bunun sebebi olarak gösterilebilir.

İşitme engelli insanların kendi aralarında ve diğer insanlarla iletişim sağlamak için kullandıkları dile işaret dili denir. İşaret dili, işitme engellilerin en temel iletişim yoludur. İşaret dili normal bir dilin bütün özelliklerini taşır; kendine has dilbilgisi, alfabesi ve işaretleri bulunmaktadır. Cümlenin yapısından ifadesine (işaretine) kadar olan bütün süreç işaret dilinin kendine has

kuralları çerçevesinde olmaktadır. Her kelimenin olmasa da birçoğunun işareti bulunmaktadır, kelimenin işaretinin olmadığı veya başka bazı durumlarda alfabe kullanılmaktadır.

TİD'in kökeni Osmanlı saraylarına dayanmaktadır. TİD ile ilgili temel niteliğinde olan akademik çalışma Alman araştırmacı Zeshan [4] tarafından yapılmıştır. Her ülkenin işaret dili ifadeleri aynı olmayıp işaretler ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Hatta aynı ülkedeki farklı bölgelerde bile bir kelime farklı şekilde ifade edilebilir [5]. Ayrıca işaret dilinde dudak okuma işlemi de oldukça önemlidir. Bazı işaretler birden fazla kelime tarafından kullanılabilirdiği için farklı anlamı verme işlemi dudak okuma ile sağlanır.

Cümlelerin işaret diline çevrilmesi cümlenin birebir çevirisi şeklinde olmamaktadır. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için yapılması gerekenler şu şekilde sıralanabilir;

- Cümle öncelikle kelimelerine ayrılmalı,
- Kelimelerin morfolojik analizi gerçekleştirilmeli,
- TİD dilbilgisine göre metin elde edilmeli,
- Metni oluşturan kelimelerin işaretleri belirlenmeli,
- 3Boyutlu model ile simülasyon gerçekleştirilmelidir.

1.3. İlgili Çalışmalar (Related Work)

Yapılan tarama, işitme engelliler açısından çok önemli olan TİD ile ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmadığını, çalışmaların tamamının mühendislik alanında olmadığını ve dilbilim alanında yoğunluk olduğunu göstermiştir. Dilbilim alanında yapılan çalışmalarda genelde TİD'nin dilsel özelliklerinin araştırıldığı ve biçimsel yönünün incelendiği, mühendislik alanındaki çalışmalarda ise ağırlıklı olarak işaret dili hareketlerinin tanınmasının konu edildiği tespit edilmiştir. Bu çalışmanın konusuna yakın veya benzer yüksek lisans ve doktora araştırmaları incelenmiştir.

Taşçı [6], çalışmasında TİD'nde aynı zamanda işaret olarak da kullanılan harfleri incelemiş ve harflerin temelde sol işaretlerin ise sağ elle yapıldığını ifade etmiştir. TİD çekimleme, türeme ve birleşme olarak üç temel biçimbilimsel süreci açısından incelenmiştir [7]. Davet etmek kelimesini <Seni davet ediyorum.>, <Beni davet ediyorsun.> ve <O onu davet ediyor.> cümleleri ile örneklendirmiştir. Cümlelerde <davet etmek> fiili özne ve belirtili nesne durumuna göre farklı halde ifade edilmekte ve el hareketleri manayı verecek şekilde yönlendirmeli kullanılmaktadır. Ayrıca <ceza> ve <tavuk> kelimelerinde olduğu gibi bazı işaretlerde ortak hareket veya el durumlarının olduğu, bu işaretleri ayırmak için ikinci elin durumunun önemli olduğu vurgulanmıştır. Bunun yanında <çirkin> kelimesinin <yüz+kötü> kelimelerinin birleşimiyle elde edilmesi gibi bazı işaretlerin de birleşim yoluyla elde edildiğini söylemiştir.

Kaş hareketlerinin TİD soru cümlelerinde kullanımının araştırıldığı çalışmada 40 Evet/Hayır ve 40 Ne tipi soru cümleleri ve bunlara ait fotoğraflarla araştırma yapılmıştır [8]. Kaş yükseltmenin Evet/Hayır, indirmenin ise Ne tipi soru cümlelerinde var olduğu, elle ve kaş hareketleri ile sağlanabilen soru ifadesinin (<mi?>) sadece Evet/Hayır tipi sorularda kullanıldığı belirtilmiştir.

Altun [9], TİD parmak alfabetini tanıma üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Öncelikle resimden ten rengine göre el bölgeleri tespit edilmiş, el önceden belirlenmiş bir alanda yeniden boyutlandırılmış ve alfabe hangi harfe denk geldiği sınıflandırıcılarla tespit edilmiştir.

TİD alfabetinin eklemli bir model ile canlandırıldığı çalışmada hareketler, hareket yakalama teknikleri ile elde edilmiş ve bu hareketleri insanın iskelet yapısına benzer bir yapıda sanal modelin yapması istenmiştir [10]. Fakat hareket yakalama yöntemi geliştirilebilirlik açısından esnek değildir; yeni bir kelime eklemek için insan gerekli teçhizatlarıyla hareketi yapmalı, bu

hareketler yakalanmalı ve sanal modelin canlandırması sağlanmalıdır. Bunun yerine kelime eklemeye daha uygun bir yöntem olan parametrik canlandırma yapılmalıdır.

Gökgöz [11], tezinde eylem hareketi, olumsuzluk ve tümce yapısını TİD cümle yapısı açısından incelemiştir. Açıan [12] 2001'de tez çalışmasında TİD'i dilbilimsel açıdan incelemiştir. Açıan [13] 2007'de ise temel cümle türlerini el dışı göstergeler açısından dilbilimsel araştırmasını yapmış ve TİD'nin dilbilgisel betimlemesine katkıda bulunmayı amaçlamıştır; el dışı göstergelerin (baş, dudak ve gövde gibi) soru, olumsuz ve emir türlerindeki cümlelere kattığı anlam incelenmiş ve bu hareketlerin TİD açısından anlamlı olduğu, cümlenin anlamını değiştirdiği görülmüştür. Sevinç [14] ise TİD'ndeki dilbilgisel bağları ve söz dizimi ile ilgili bir çalışma ortaya koymuştur. Bu çalışmada özne, zamir ve fiilin birbirleriyle etkileşimi ve bunların söz dizimindeki yer alma şekilleri araştırılmıştır. Cümledeki fiil işaretinin özneye göre konumlandığı ifade edilmiştir; <Ben oturdum.>, <Sen oturdun.>, <O oturdu.> örneği.

Elin durumu ve yörünge özelliklerine göre kNN sınıflandırıcı ile işaretin tanınmasının gerçekleştirildiği çalışmada elin aldığı biçim ve hareketin gerçekleştirildiği yörünge anlam katmada etkin olduğu belirtilmiştir [15]. Bazı hareketlerde ise ortak hareket ve yörünge bulduğu bunları ayırt etmede vücut hareketi ve yüz ifadesinin rol aldığı söylenmiştir. Fakat dudak hareketlerinin de bu ayrımı sağlayabileceği unutulmamalıdır.

2. DOĞAL DİL İŞLEME (NATURAL LANGUAGE PROCESSING)

Doğal dil işleme, doğal dillerin çözümlenmesi, anlaşılması ve yorumlanması şeklinde ifade edilebilir. Morfolojik çözümlenme, metni oluşturan kelimelerin tür ve aldığı eklerle ilgili analizleri içerir. Morfolojik analiz kelime düzeyinde yapıldığından öncelikle cümle kelimelerine ayrılmalı ve ardından morfolojik çözümlenme gerçekleştirilmelidir.

Metin madenciliği çalışmalarında da işlemler cümleyi oluşturan kelime düzeyinde gerçekleştirilir. Fakat orada kelime kök/gövdesinin elde edilmesi çokta önemli olmayabilir. Örneğin, kelimenin ilk n harfi ile yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür [16]. Fakat bu yöntem morfolojik açıdan değerlendirildiğinde bu çalışmada tercih edilemez. Bu sebeple kelimenin bütün olası kök/gövdelerinin ve bunların aldığı eklerin detaylı şekilde elde edilebileceği bir morfolojik çözümlenme yöntemi kullanılmalıdır.

2.1. Morfolojik Çözümlenme (Morphological Analysis)

Morfolojik çözümlenme 2 alt işlemde oluşur; ön işlem ve uygun kök seçicisi ile kök adaylarının bulunması. Ön işlem aşaması, kelimenin çözümlenme işlemine hazırlanmasıdır; bazı özel karakterlerin kaldırılması, kelimeyi oluşturan sözcüklerin alfabe de olup olmadıklarının araştırılması, küçük harfe dönüştürme gibi alt adımdan oluşur [17]. küçük harfe dönüştürme işlemi kök bulucu tarafından yapılmalıdır. Bunun sebebi kök bulucunun özel isimlerin köklerini bulamamasıdır [18]. Örneğin; <Ankara'da> kelimesi için kök bulucu <Ankara>'yı bulmakta fakat <ankara'da> kelimesinin kök/gövdesini tespit edememektedir [19].

Metinsel verilerle yapılan birçok çalışmada tercih edilen bazı teknikler bu çalışmada tercih edilmelidir. Örneğin Türkçede ve diğer dillerde var olan tek başına anlamı olmayan, birçok metinde sıkça geçen gereksiz kelimeler (stop words) metinlerden kaldırılırken [19] bu kelimelerden çok, ama, için, değil, soru ekleri gibi bazı kelime veya ekler TİD açısından önem arz ettiği için çalışmalarda kullanılmalıdır. Morfolojik analiz ile şunlar amaçlanmaktadır;

- Kelime kök/gövde soyunun araştırılması; isim veya fiil kök.
- Kelimelerin tipinin araştırılması; isim, sıfat, fiil, zamir, edat vb.

- Kelimelerin eklerinin ayrıştırılması; yapım eki, çekim eki.
- Ek türlerinin araştırılması.

Türkçede kelime kökleri isim veya fiil soyludur [20]. Kelime kök/gövde soyunun araştırılmasındaki amaç kelimenin isim veya fiil soylu kelime olup olmadığının belirlenmesidir. İsim soylular kâinattaki canlı, cansız varlıkları ve kavramları, fiil soylular ise bu varlık ve kavramların hareketlerini karşılar [21]. TİD dilbilgisi açısından düşünüldüğünde özellikle fiil soylu kelimelerin analizi önemlidir. Çünkü bu dilde özne yükleme yüklenememektedir. Örneğin normal konuşmadaki <gittim> kelimesinin çözümlemesi <git+ti+m: kök+geçmiş_zaman_di+kişi_ben> şeklinde iken kelime işaret dilinde <gitmek+ben> şeklinde söylenmesi gerekir.

Yapım eki almış kelimelerin birden fazla gövdesi bulunabilir ve her bir gövde yeni bir anlama sahiptir. İşaret dilinde bu tip kelimelerin bazılarının direkt bir işareti bulunur bazılarının ise esas gövde üzerinden işareti gerçekleştirilir. Bunun yanında bazı kelimeler iki kelimenin birleşimiyle ifade edilir <birader: erkek+kardeş>.

2.1.1. Kök/Gövde (Root/Stem)

Türkçede kelimeler yapı bakımından üçe ayrılır; basit, türemiş ve birleşik kelimeler [20]. Bir kelimenin anlamlı, en küçük ve parçalanamaz yapı birimine kök [21] denir ve basit kelime olarak isimlendirilir. Türemiş kelime olan gövde ise kökten yapım ekleriyle türetilmiş ve kökle anlamsal ilişkisi bulunan parçalardır [20]. Örneğin <süsledi> kelimesinin kökü <süs>'dür fakat gövdesi <-le> yapım eki (isimden fiil yapan yapım eki) olarak <süsle> fiili olmuştur. En sondaki <-di> ise <geçmiş_zaman_-di> çekim ekidir.

Türkçe sondan eklemeli bir dildir ve Türk dillerinde birkaç istisna haricinde önek yoktur [17]. Türkçe kelimelerin kök/gövde ve eklerini bulmak için Türkçe Doğal Dil İşleme Kütüphanesi olan Zemberek çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [22]. Zemberek, sunulan kelimenin isim/fiil soylu olduğunu, tipini, kelimenin kök/gövdelerini ve aldığı ekleri vermektedir.

Çalışmada en uzun gövde, kelimeyi ifade eden şekilde kabul edilecektir. Bu durumu <süsledi> kelimesi üzerinden örnekleyelim. Tablo 1.'de görüleceği üzere kelimenin biri gövde biri kök olmak üzere iki farklı anlamlı birimi tespit edilmiştir. <süsle> gövdeli kelime fiil soylu olup peşine <geçmiş_zaman_-di> eki almıştır. Fakat ikincisi ise kelimenin esas köküdür. <süs> köküne <-le> yapım eki eklenerek yeni bir kelime türetilmiş ardından da <geçmiş_zaman_-di> eki ile çekimlenmiştir. Bu durumda <süsledi> kelimesinin en uzun gövdesi olan ve esas kelimeye daha yakın anlamda olan <süsle> gövdesinin kelimenin kök/gövdesi olduğu kabul edilerek kullanılacaktır. <süsledi> kelimesi, <süs> kökünün <yapmak> ile birleştirilmesi ile de elde edilebilir ki bu da işaret dilinin ifade açısından esnekliğini göstermektedir.

Tablo 1. Zemberek ile morfolojik çözümleme (Morphological analysis with Zemberek)

Kök/Gövde	Tip	Ekler
süsle (Gövde)	Fiil	<ul style="list-style-type: none"> • FİİL_KOK • FİİL_GECMISZAMAN_DI
süs (Kök)	İsim	<ul style="list-style-type: none"> • İSİM_KOK • İSİM_DONUSUM_LE • FİİL_GECMISZAMAN_DI

Kelime kök/gövdesinin soyunun bilinmesi <fil+şahıs ekleri> yüklem ve özne ilişkisini ortaya koymakta fayda sağlayacaktır. Fakat sadece fiil soylu kelimelerin çözümlenmesi ve yorumlanması yeterlidir gibi bir anlam çıkmaz, edat olmasının bilinmesi dahi önemlidir;

<Ahmet'le> kelimesi <Ahmet: özel kök+birliktelik> şeklinde, <Ahmet ile> ise <Ahmet: özel kök>+<ile: edat kök> şeklinde çözümlenmiştir. İşaret dilinde <ile> ifadesi <birlikte> anlamı verdiği için çözümlenme sonrası elde edilen <birliktelik veya edat kök>lerin aynı anlama geldiğinin belirlenmesi gibi bu ve buna benzer detayların belirlenmesi ve önceden belirlenecek bu kurallara göre simülasyonun gerçekleştirilmesi gerekir. Sonuç itibarıyla kelimenin aldığı eklerin çözümlenmesi ve sonrasında iyi bir şekilde yorumlanması tercih edilen yöntem olmalıdır.

2.1.2. Ekler (Affix)

Tek başına anlamı olmayan ve kullanılmayan, kelimeye eklendiğinde çeşitli anlam ve görevler kazandıran, kelimenin cümle içerisinde görev yapmasını ve sözcük türetilmesini sağlayan parçalara ek denir [21]. Türkçede iki tür ek vardır; yapım ve çekim eki. Bir kelimeye ait eklerin ayrıştırılması veya ek alma durumu <kök+yapım ekleri+çekim ekleri> şeklinde sıralanabilir. Yapım ekinden sonra yapım veya çekim eki gelebilir fakat çekim ekinden sonra çekim eki gelebilir çok istisnai bir durum olarak bazen yapım eki de gelebilir.

Çözümleme işlemi Türkçenin eklemeli bir dil olması nedeniyle kelime kök/gövde ve eklerinin bulunmasında birçok avantaj sağlamaktadır. Türkçede eklerin çok etkin yer aldığı, türetilen yeni kelimeler için yapım ekleri kullanıldığı ve kelimenin cümleye uydurulmasında çekim eklerinin görev yaptığı bir gerçektir. Türkçede eklerin kök/gövdeye eklenmesi belirli kurallar çerçevesinde olmaktadır. Bu kurallar belirlenerek çözümleme işlemi gerçekleştirilir. Fakat kök seçici olan Zemberek bu kurallar çerçevesinde işlemleri gerçekleştirdiğinden sadece elde edilen kök/gövde ve eklerle ilgilenilmesi yeterlidir.

2.1.2.1. Yapım Ekleri (Derivational Morphemes)

Yapım ekleri Türkçenin vazgeçilmez unsurlarından biridir. Yapım ekleri, kelime kök/gövdelerine gelerek dilin yeteneklerini genişleten, geliştiren ve zenginleştiren, yeni kelimeler üretilmesine olanak sağlayan eklerdir. Yapım eki almış kelimenin mutlaka bir önceki kök/gövdesi ile anlamsal bağı bulunması ve yeni bir kelime türetilmiş olması gerekir. Örneğin <sandık> kelimesi <san(mak)+dık> şeklinde düşünülemez. Çünkü kök olan <san(mak)> ile gövde olan <sandık> arasında hiçbir anlamsal yakınlık yoktur. Fakat <sanık> kelimesinde <sanmak> ile <sanık> arasında bağ kurulabildiği için türemiş kelime olarak kabul edilir.

Yapım ekleri geleceği kök/gövdenin türüne göre dört farklı şekilde gerçekleştirilmektedir [21];

- **İsimden isim yapan ekler:** Bu tür ekler isim türündeki kök/gövdelere gelerek yeni isimler oluşturur, kelimenin türünü değiştirmezler; <süslü: süs+-lü> gibi.
- **İsimden fiil yapan ekler:** İsim tipli kelimelere gelerek onların fiilleşmesini sağlarlar; <süsle: süs+-le>.
- **Fiilden isim yapan ekler:** Fiilleri isme dönüştüren eklerdir; <bakış: bak(mak)+-ış>. Bu eklerin sayıca fazla ve işlek olması Türkçenin fiilden isim yapmaya uygun bir dil olduğunun göstergesidir.
- **Fiilden fiil yapan ekler:** Fiilden yeni anlama sahip fiil türetirler; <bakın(mak): bak(mak)+-ın>. Diğer yapım eki türlerine göre az sayıda fakat işlek eklerdir.

2.1.2.2. Çekim Ekleri (Inflectional Morphemes)

İsim veya fiil soylu kelimeler yapım ekleriyle kök olmaktan çıkıp gövde haline geldiğinde yapım eklerinin görevi tamamlanmış olur. Cümlenin varlık oluşturulabilmesi için kelimelerin birbirleriyle iletişime geçmesi ve birbirlerinin durumlarına göre çekimlenmesi gerekmektedir. Kelimelerin diğer kelimelerle ilgi kurmasıyla ilgili yapım eklerinin görevleri bulunmaz. Kelimenin anlamını değiştirmeyen, isim ve fiillerin diğer kelimelerle anlam bağıntısı kuran,

kelime veya kelime gruplarını birbirine bağlayarak dile işleklik kazandıran ekler çekim eki denir [21]. Çekim ekleri olmadan cümle kurulmaz. Çekim ekleri, genelde yapım eklerinden sonra ve kelimenin en sonunda yer alırlar.

Bu çalışmada bütün çekim eklerinin değerlendirmeye alınması gerekmez. Fakat bazı çekim ekleri ise işaret dili simülasyon işleminde son derece önemlidir. Bu durumu olumsuzluk eki olan <-ma, -me> ile ifade etmek gerekirse; <gelmedim> kelimesi <gel+me+di+m: kök+fiil_olumsuzluk_me+geçmiş_zaman_di+kişi_ben> şeklinde çözümlenir. Buradaki kelime işaret dilinde şu şekilde ifade edilmelidir; <gel+değil+ben>. Benzer durum özne-yüklem ilişkisinde de bulunmaktadır; öznenin yüklemle yüklenememesi.

Çekim ekleri isim ve fiil çekim ekleri olmak üzere ikiye ayrılır;

- **İsim Çekim Ekleri:** İsim soylu kelimelere gelerek isimleri isimlere, fiillere bağlamak ve kelimeler arasında bağlar kuran eklerdir. Çokluk, iyelik ve hal ekleri en çok kullanılan isim çekim ekleridir. Fakat TİD açısından iyelik, soru ve vasita ekleri önemlidir.
- **Fiil Çekim Ekleri:** Bir iş, oluş ve hareket bildiren kelimelere fiil denir. Fiiller cümle içerisinde çekimli halde bulunurlar. TİD cümlelerinde zaman, şahıs ve soru ekleri kullanılır.

3. TÜRK İŞARET DİLİ-TİD (TURKISH SIGN LANGUAGE-TSL)

İşaret dili, işitme engelli insanların kendi aralarında ve diğer insanlarla iletişim sağlamak için kullandıkları kendine özgü işaretleri (kelimeleri), alfabesi ve dilbilgisi olan bir dildir. İşitme engellilerin ayrıca yazarak da iletişim yöntemi de kurabilirler [5]. Fakat bu yöntem yavaş bir yöntem olduğundan pek tercih edilmez. Diğer bir yöntem de dudak okumadır [23]. İşaret dili ile ilgili olarak bilinen bazı yanlış veya eksik bilgiler bulunmaktadır; işaret dilinin konuşma dilinden türemesi ve dünyadaki işitme engellilerin tek bir işaret dili kullanması gibi [24, 25]. TİD, özgün bir dildir. Çeşitli etkileşimler neticesinde konuşma dilinde görülen farklılıklar işaret dilinde de görülmekte ayrıca konuşmacı ve dinleyicinin statüsüne göre değişik söyleyiş tarzları ile karşılaşılmaktadır [8, 26].

TİD, dünyadaki en eski işaret dillerinden biridir [4]. TİD, kelimelerin ifadesinde işaretleri ve alfabe kullanılmaktadır. Cümle veya kelimelerin işareti gerçekleştirilirken işaret veya alfabe ile aynı anda kelime ağızla söylenir.

TİD ile ilgili sınırlı sayıda kaynak bulunmakta olup 2 adet kitap mevcuttur [27, 28]. Bu 2 kitapta kelimelerin TİD işaret karşılıkları bulunmaktadır. Bunun yanında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından okullardaki TİD sözlüğü ihtiyacını karşılamak amacıyla hazırlanmış olan ve kelimelerin işaretlerini barındıran bir kaynakta mevcuttur [29]. Özellikle TİD dilbilgisini ele alan bir kitap bulunmamaktadır.

3.1. İşaretler (Signs)

TİD’nde kelimeleri ifade etmek için işaretler kullanılmaktadır. Bu işaretlerin bazıları kelimesiyle çağrışım yapabilecek şekilde iken bazılarında kelime ile işareti arasında hiçbir bağ kurulamamaktadır. Bunun yanında bazı kelimelerde ikonik semboller tercih edilmiştir [23]; Türkiye işaretinin ay-yıldızdaki ay ile yapılması, İspanya işaretinde boğa simgesi kullanılması, Amasya işaretinin elma yeme olayına benzerliği, hasta işaretinin nabız alınması şeklinde ifadesi şeklinde örneklendirilebilir. Bu da TİD’nin ikonik bir dil olduğunu [12], rastgele ve nedensiz sembollerden oluşan bir dil olmadığını göstermektedir. TİD’nin güçlü bir kelime üretme gücü vardır; yeni kelimelerin çok kısa sürede işaretleri üretilir.

Hemen hemen her kavram için işaret bulunmaktadır. İşaret yapılırken aynı zamanda dudakla da söylenir ki bu TİD açısından oldukça önemlidir. Bunun yanında, Türkçedeki eşsesli kelimelerde olduğu gibi TİD’nde de bazı kelimelerin işaretleri ortaktır. Bu işaretleri ayırt edilmesini dudak hareketleri sağlar. İşaretin yapılması ile dudak hareketlerinin senkronizasyonuna dikkat edilmesi gerekir; işaret ve dudak hareketleri aynı anda başlamalı ve bitmelidir.

3.2. Alfabe (Alphabet)

Parmak alfabesi olarak ta bilinen TİD alfabesinde Türkçede kullanılan 29 harfe denk gelen işaretler bulunmaktadır. Parmak alfabesi için Türkiye dışındaki ülkelerde genelde tek el kullanılmaktadır. TİD alfabesinde C, I, L, O, P, U, V harflerinin ifadesinde tek el diğer harflerde ise çift el kullanılmaktadır [29]. TİD alfabesi göğsün hemen önünde yapılır. Alfabe aşağıdaki durumlarda kullanılmaktadır [23];

- Özel isimlerde,
- Yabancı dillerden alınan kelimelerde,
- Bilimsel terimlerde,
- Kısaltmalarda,
- Eklerde,
- Eş anlamlı işaretlerde.

Bunların dışında henüz işareti oluşmamış veya karşıdaki insan tarafından anlaşılmayan işaretlerin yerine ayrıca alfabe kullanılır [9]. Alfabe kullanılması gereken bazı durumlarda alfabe yerine işaret tercih edildiği de görülmüştür. Özel isimler için alfabe kullanılır fakat bazı kişi/yerleri söylerken o kişi/yeri temsil eden bir işaret kullanılabilir. Örneğin Tokat ili T, o, k, a, t harflerinin birleşimi şeklinde ifade edilmez, onun yerine sağ el parmakları açık bir şekilde avuç içi önce sağ yanağa sonra sol yanağa dokundurularak gerçekleştirilir.

3.3. Sayılar (Numbers)

TİD’nde sayılar tek elle gösterilmektedir. Sayı işaretlerinde bazı ortak özellikler bulunmaktadır; örneğin 100 işareti için 1 işareti ve 200 işareti için 2 işareti alında iken çeneye indirilir.

3.4. Dilbilgisi (Grammar)

Sözel dillerde olduğu gibi TİD’nin kendine ait dilbilgisi ve kuralları bulunmaktadır. Konuşma dili olan Türkçe ile bazı konularda ortak özellikleri bulunsada da direkt bir benzerliği yoktur; cümle yapısı benzerdir. Türkçedeki Özne+Nesne+Yüklem dizilişinin TİD’nde benzer şekilde uygulanması [13] TİD ile Türkçenin aynı dilbilgisi kurallarına sahip olduğunu söylemek için yeterli değildir [8].

TİD ifadeleri esasında Türkçeyi sonradan biraz öğrenmiş yabancıların konuşmalarını anımsatmaktadır; <İstanbul’a geldim.> cümlesi <İstanbul gelmek ben.> şeklinde TİD’ne çevrilmektedir ve tamamlayıcı özellik olan dudak hareketleriyle <İstanbul’a geldim.> denir.

Kelimelerin diğer kelimelere bağlanması için kullanılan çekim ekleri çözümlenmesinin sonrasında bulunmaktadır. Fakat bütün çekim eklerinin TİD açısından önemi yoktur. Buna karşın bazı çekim ekleri de oldukça önemlidir. Örneğin <Kalemimi aldı.> cümlesi <Benim kalem aldı o.> şeklinde işaret diline çevrilmesi gerekmektedir.

TİD cümlelerinin yüklemde zaman eklerinin yer almadığı görülmüştür [12] ve farklılık bu gibi durumlarda dudak hareketleriyle veya varsa cümledeki zaman ifadeleriyle belirtilir. Zaman

anlamı <Okula gidiyorum.> ve <Okula gittim.> cümlelerinde dudak hareketleriyle verilirken <Şimdi okula gidiyorum.>'da ise cümledeki <şimdi> gibi zaman ifadeleriyle verilmektedir.

Yapım ekleri ile yeni bir anlama sahip kelime türetildiğinden TİD açısından bu eklerin incelenmesi çok gerekmeyebilir. Çünkü çözümleme sonrasında bütün olası kök/gövde kök seçici tarafından sunulmaktadır. Bazı kelimelerin yapım eki almış halleri direkt verilmişken bazılarında verilmemiştir. Bu durum <gelin> ve <gözlükçü> kelimeleri ile şu şekilde örneklendirilebilir; <gelin> kelimesi <gelin: kök> veya <gel+in: kök+fiil_edilgen> şeklinde çözümlenmiştir ki en uzun kök/gövde olan <gelin: kök> ilk sırada verilmiştir ve aranılan kök/gövde olduğundan kelimenin diğer olası çözümlmelerine bakmaya gerek kalmaz. <gözlükçü> kelimesi ise <gözlük> kelimesinden yapım ekiyle türetilmiştir ve çözümlemesi ilk sırada <gözlük+çü: kök+isim_ilgi_-ci> şeklinde verilmiştir. En uzun kök/gövde olarak verilen <gözlük> ifadesi <gözlükçü> ifadesini tam yansıtmamaktadır. Esas kelime ile kastedilen <gözlük satan kişi> olduğundan bu kelime <gözlük+satmak+kişi> şeklinde ifade edilecektir. Bu sebeple, kelimenin morfolojik çözümlemesi sonrasında elde edilen en uzun kök/gövdesinin varlığı kelime havuzuna araştırılır ve eğer varsa direkt kullanılır. Yoksa hangi ekleri aldığına bakılarak uygun işaretin yapılması sağlanır.

3.5. Türkçeden TİD'ne Dönüşüm (Conversation to TSL from Turkish)

Türkçe metinlerin TİD'ne dönüşümü yukarı anlatılanlar çerçevesinde olmalıdır. Tablo 2.'de Türkçe metin ve bunun TİD'ne metinsel dönüşümü örneklendirilmiştir. TİD'e dönüşümde TİD'e dönüştürülmüş metindeki kelimelerin işaretleri yapılırsa da normal metin dudakla söylenir.

Tablo 2. Türkçe metinden TİD'e dönüştürülmüş metin (Converted text from Turkish to TSL)

Normal Metin	TİD'e Dönüştürülmüş Metin
1. Merhaba, iyi günler.	1. Merhaba iyi günler.
2. Benim adım Mehmet Fatih.	2. Ben ad Mehmet Fatih.
3. 1980 yılında doğdum.	3. 1980 yıl doğmak ben.
4. 2002 yılında üniversiteyi bitirdim.	4. 2002 yıl üniversite bitirmek ben.
5. Askerden geldikten sonra evlendim.	5. Asker gelmek sonra evlenmek ben.
6. 3 çocuğum var.	6. Kendi (sahip) 3 çocuk var.
7. Şu an yüksekokulda öğretim görevlisiyim.	7. Şu an yüksek okul üniversite öğretmen ben.
8. Herkese mutlu ve güzel yarınlar dilerim.	8. Herkes için mutlu ve güzel yarın istemek ben.

3.6. TİD İşaret Karakteristiklerinin Belirlenmesi (Determination of TSL Sign Characteristics)

Videolu yöntemle TİD simülasyonu gerçekleştirilecekse işaretlerin karakteristiklerinin belirlenmesi gerekmez. Fakat parametrik yöntemde işaret karakteristiklerinin belirlenmesi gerekir ve karakteristiği çıkarılan her bir yeni kelime sisteme kolaylıkla eklenebilir. TİD işaretleri belirli bir noktadan başlar belirli bir noktada biter. İşaretin yapılması esnasında başlangıç ve bitiş noktaları arasında eller belirli bir yörüngede hareket eder. Yörünge, işaretin başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar olan hareket yoludur. Yörünge kadar önemli olan diğer bir husus ise işaretin yörüngede gerçekleştirilirken el ve parmakların aldığı şekillerdir. Atilla [27] tarafından 18 yörünge belirlenmişken Haberdar [15] sağ ve sol el için farklı kombinasyonlar barındıran 45 yörünge belirlemiştir.

4. ÜÇ BOYUTLU (3B) SANAL MODEL ve SİMÜLASYON (3D VIRTUAL MODEL and SIMULATION)

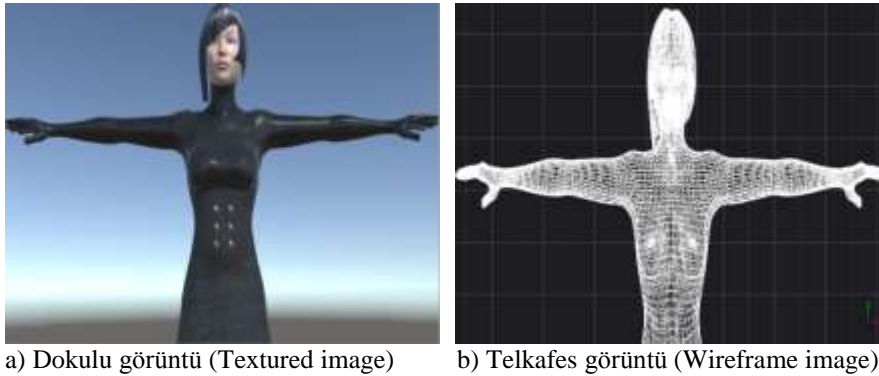
Bu aşamada, cümlelerin kelimelere dönüştürülmesi, kelimelerin kök/gövde ve eklerini belirleyen morfolojik çözümlemenin yapılması ve buna göre kök/gövdelerle TİD metinsel dönüşümünün gerçekleştirilmesi işlemlerinin ardından, TİD işaret hareket karakteristiklerine göre işaretlerin 3B model tarafından simülasyonunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. 3B modelin kafa, gövde ve kollarının simülasyonda görevi vardır. Kafa bölgesi kelime dudakla söyleneceği için, gövde işaretlerin yapılacağı zemin olduğu için, kollar işaretleri gerçekleştiren öge olduğu için önemlidir ve vücudun diğer bölgelerinin detaylandırılmasına gerek yoktur.

4.1. 3B Model (3D Model)

Noktalar, doğrularla birleştirilerek 3B modelin yüzeyini oluşturmaktadır. Eğrili bir yüzey fazla nokta ile oluşturulurken düz bir yüzey daha az sayıda nokta ile oluşturulabilmektedir. Nokta sayısının fazlalığı ile yüzey daha fazla parçalara ayrılabilir. Bu da görüntü kalitesinin artmasını ve gerçeğe daha yakın objeler elde edilmesini sağlar. İnsan vücudu düşünüldüğünde kol bölgesindeki nokta sayısı ile kafa bölgesindeki nokta sayısı aynı olmayacaktır. Kafa bölgesinde daha fazla eğim bulunduğu için daha fazla noktaya ihtiyaç duyulacaktır. Şekil 1. (b)'de de görüleceği üzere kafadaki dudak, göz, burun bölgesindeki nokta sayısı nispeten düz olan alından fazla olmak durumundadır.

3B modellerin oluşturulmasında çeşitli 3B nesne oluşturma teknikleri kullanılmaktadır; Poligon, üçgen, BSP eğrileri, Bezier eğrileri [30]. Üçgen modelinin en küçük yüzey (üç noktalı poligon) ve daha esnek olması sebebiyle bazı durumlarda poligondan daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Fakat bunun yanında eğriler yardımıyla da yüzey oluşturulabilir. Bir yüzeyin tamamını tanımlayacak bir eğrinin denklemi yüksek dereceli bir denklem olacak ve hesaplama maliyeti artacaktır. Bunun yerine yüzey alt yüzeylere parçalanmalı ve alt yüzeylerin noktalarından geçen eğrilerin birleşimi ile esas yüzey elde edilmelidir.

Çeşitli modelleme programları ile daha rahat ve kolay bir şekilde 3B model oluşturulabilmektedir. Bu programların bir kısmı ile sadece 3B model bir kısmı ile ise hem model hem de eklem noktaları oluşturulabilmektedir. Şekil 1. (b)'de modeli meydana getiren telkafes (wireframe), (a)'da ise doku (texture) giydirmesi yapılarak elde edilen 3B modelin gerçek görüntüsü verilmiştir.



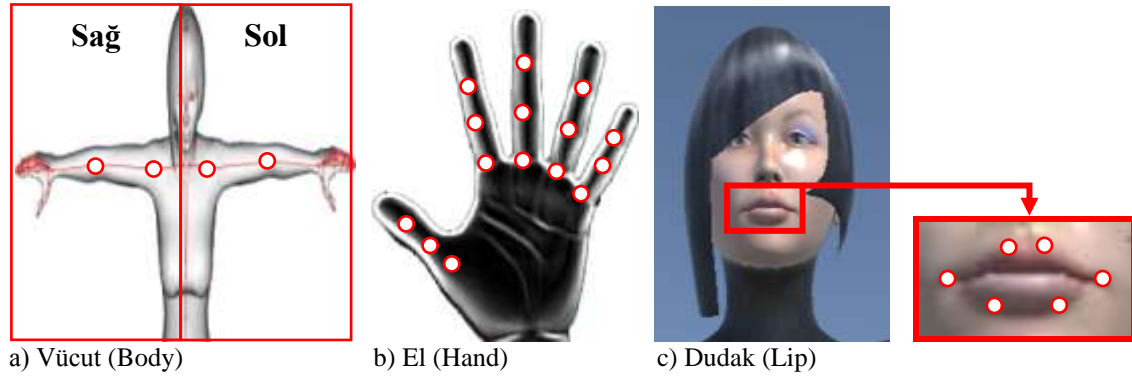
Şekil 1. 3B model (3D model) [31]

4.2. Eklemler (Articular)

Simülasyon işlemlerinde hareketlerin gerçekleştirilebilmesi için model üzerinde eklem denilen hareket noktaları belirlenmelidir. Eklemler omuz, dirsek, bilek gibi döndürme veya hareket yapılacak noktalardır. Eklemler arası tam bir hiyerarşi vardır; üst eklem noktası hareket ettiğinde ona bağlı olan eklem noktaları da hareket edecektir. Örneğin dirsek, el için üst eklem

noktasıdır. Dolayısıyla dirsek 45° lik açıyla döndürüldüğünde ona bağlı olan elde aynı açıyla döndürülecektir.

Simülasyon işleminde sağ ve sol bölgedeki eklemleri bölgelerden bağımsız hareket ettirebilmek için vücut iki parça gibi düşünülür. Şekil 2. (a) genel olarak vücudun bölgelerini ve eklem noktalarını göstermektedir. TİD işaretlerinin yapımında eller kullanıldığı için elin eklem bölgelerinin belirlenmesinde insan eline benzer eklemlerin tespiti gerekir. Bu sebeple insan eli incelenerek elin eklem bölgeleri olan Şekil 2. (b)'de gösterilen noktalar eklem olarak belirlenmiştir. Simülasyonda dudak hareketleri bulunacağı için Şekil 2. (c)'deki gibi 6 büküm (sanal eklem) noktası atamak modelin dudak hareketlerini gerçekleştirmesi için yeterli olacaktır.



Şekil 2. Eklem noktaları (Articular point)

4.3. İşaret Dili Hareketlerinin Gerçekleştirilmesi (Realization of Sign Language Movement)

İşaretler sağ ve sol bölgedeki simetrik gerçekleşmeyebilir. Sağ bölgenin kolu farklı, sol bölgenin kolu farklı olabilir. Şekil 3.'da görüleceği üzere sol bölgedeki kol sağ bölgedeki kola zemin olarak kullanılabilir. Ayrıca, sağ el kullanan bir kişi TİD işaretleri yaparken sürekli sağ eli veya sol el kullanan bir kişi sürekli sol eli kullanmalıdır.



Şekil 3. A harfinin 3B model tarafından simülasyonu (Simulation of letter A by 3D model)

5. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

İşitme engellilerin kullandığı işaret dilinin kendine özgü dilbilgisi, işaretleri, alfabesi ve bunları kullanım şekli vardır. Türkiye'de işitme engelliler tarafından kullanılan TİD'nde de bu özellikler bulunmaktadır. TİD ve dünyadaki diğer işaret dilleri ile ilgili şunlar söylenebilir;

- İşaret dili, işitme engellilerin en temel iletişim yöntemidir.
- Kelimenin TİD işaretleri yapılırken aynı anda dudakla söylenmelidir.

- TİD’nde hemen hemen her kelimenin işareti bulunmaktadır; işareti bulunmayan kelimeler için alfabe kullanılır.
- TİD alfabesi, diğer ülke işaret dillerinin aksine genelde çift elle yapılır.
- TİD ikonik bir dildir; rastgele ve nedensiz sembollerden oluşan bir dil değildir.
- TİD, dünyadaki en eski işaret dillerinden biridir.
- Dünyadaki bütün işitme engelliler aynı işaret dilini kullanmaz.
- İşaret dili aynı ülkedeki farklı bölgelerde dahi farklılık gösterebilir. Fakat bu farklılık çok üst düzeyde değildir; işitme engelliler çok kısa sürede anlaşacak seviyeye gelirler.
- İşaret dili günlük konuşma dilinden türememiştir.
- TİD’ne olan ilgi son dönemde artmaktadır.

Türkçe metnin TİD’nde simülasyonunun yapılması için gerekli olanlar şu şekilde sıralanabilir;

- Cümle öncelikle kelimelerine ayrılmalı,
- Kelimelerin aldığı eklerin belirlenmesi için morfolojik analizi gerçekleştirilmeli,
- TİD dilbilgisine göre metin TİD metnine dönüştürülmeli,
- TİD metnini oluşturan kelimelerin işaretleri belirlenmeli,
- 3Boyutlu model ile simülasyon gerçekleştirilmelidir.

6. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Girgin, Ü., (2003). *İşitme Engelli Çocuklar İçin Bireysel ve Grup Eğitimi. İşitme, Konuşma veya Görme Sorunu Olan Çocuğunu Eğitimi*, Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- [2] Clark, J. G., (1981). Uses and Abuses of Hearing Loss Classification, *ASHA: A Journal of The American Speech-Language-Hearing Association*, 23: 493-500.
- [3] TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Engelli İstatistikleri), (Erişim, 03.04.2015). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1017.
- [4] Zeshan, U., (2003). Aspects of Türk İşaret Dili (Turkish Sign Language), *Sign Language and Linguistics*, 6(1): 43-75.
- [5] Memiş, A., (2013). *Kinect Rgb Görüntülerinde ve Derinlik Haritalarında Uzam-zamansal Özellikleri Kullanarak İşaret Dili Tanıma*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [6] Taşçı, S. S., (2012). *Phonological and Morphological Aspects of Lexicalized Fingerspelling in Turkish Sign Language (TİD)*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [7] Kubuş, O., (2008). *An Analysis of Turkish Sign Language (TID) Phonology and Morphology*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Enformatik Enstitüsü.
- [8] Makaroğlu, B., (2012). *Türk İşaret Dilinde Soru: Kaş Hareketlerinin Dilsel Çözümlemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [9] Altun, O., (2010). *İlgi Bölgeleri ve Yerel Tanımlayıcılar ile Genelleştirilmiş Hough Dönüşümü ve En Az Eylemsizlik Eksenli Tabanlı Hizalama Yaklaşımı ile Türk İşaret Dili Tanıma Sistemi*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [10] Gürel, T. C., (2010). *Turkish Sign Language Animation with Articulated Body Model*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [11] Gökgöz, K., (2009). *Topics in Turkish Sign Language (Türk İşaret Dili - TİD) Syntax: Verb Movement, Negation and Clausal Architecture*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- [12] Aan, A. Z., (2001). *A Study on Sign Languages and Turkish Sign Language*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [13] Aan, A. Z., (2007). *A Linguistic Analysis on basic sentence types in Turkish Sign Language (TİD) with Reference to Non-manual Activity*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [14] Sevinç, A. M., (2006). *Grammatical Relations and Word Order in Turkish Sign Language (TİD)*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Enformatik Enstitüsü.
- [15] Haberdar, H., (2005). *Saklı Markov Model Kullanılarak Görüntüden Gerçek Zamanlı Türk İşaret Dili Tanıma Sistemi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [16] Toraman, ., Can, F., and Koçberber, S., (2011). Developing a Text Categorization Template for Turkish News Portals, *International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA 2011)*, İstanbul, 379-383.
- [17] Akın, M. D., and Akın, A. A., (2007). Türk Dilleri için Açık Kaynaklı Doğal Dil İşleme Kütüphanesi: Zemberek, *Elektrik Mühendislięi*, 431: 38-44.
- [18] Karaca, M. F., and Görgünoęlu, S., (2012). ColumnREADY: İnternet Gazeteleri Köşe Yazılarını Hazırlama Uygulama Yazılımı, *Akademik Bilişim 2012*, 497-503.
- [19] Karaca, M. F., (2012). *Metin Madenciliği Yöntemi ile Haber Sitelerindeki Köşe Yazılarının Sınıflandırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [20] Toparlı, R., (2000). *Türk Dili ve Kompozisyon*, Baskı Dilek Ofset Matbaacılık.
- [21] Ergin, M., (1980). *Türk Dilbilgisi*, Boğaziçi Yayınları.
- [22] Zemberek, (Erişim, 01.10.2008). <http://code.google.com/p/zemberek>.
- [23] Albayrak, S., (2009). *İşaret Dilinin Bilgisayarla Yorumlanması*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [24] Dikyuva, H., and Zeshan, U., (2008). *Türk İşaret Dili-Birinci Seviye (Turkish Sign Language- Level One)*, Nijmegen: Ishara Press.
- [25] Lucas, C., (2001). *The Sociolinguistics of Sign Languages*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [26] Sandler, W., and Lillo-Martin, D., (2006). *Sign Language and Linguistic Universals*, Cambridge University Press.
- [27] Atilla, M., (2013). *Konuşan Eller - Temel İşaret Dili*, İlgi Kültür Sanat Yayınları.
- [28] Kolektif, (2013). *Akıllı Türk İşaret Dili Hazırlık Kitabı*, Nobel Yayın Dağıtım.
- [29] TDK (Türk Dil Kurumu - Türk İşaret Dili Sözlüğü), (Erişim, 25.12.2013). http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=264.
- [30] etin, A., (2003). *Bilgisayar Grafikleri*, Seçkin Yayıncılık.
- [31] Peggy Sue 3D Model, (Erişim 12.05.2015). <http://tf3dm.com/3d-model/peggy-sue-rigged-for-animation-45959.html>.