



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 1, Article Number: 1A0068

ENGINEERING SCIENCES

Received: March 2009
Accepted: January 2010
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Özcan Özyurt
Hacer Özyurt

Besikduzu Vocational School
Karadeniz Technical University
oozyurt@ktu.edu.tr
Trabzon-Turkey

**İNSAN-BİLGİSAYAR ETKİLEŞİMİ ARACI OLARAK METİN TABANLI DİYALOG SİSTEMİ
İÇİN TÜRKÇENİN MORFOLOJİK VE ANLAMSAL ANALİZİ**

ÖZET

Doğal Dil İşleme (DDİ) yapay zekânın en önemli araştırma ve uygulama alanlarından biridir. İnsan-insan etkileşiminin en önemli aracının dil olduğu bilindiğine göre, yakın gelecekte insan-bilgisayar etkileşimi için de dil önemli bir araç olacaktır. Bu bağlamda, insan-bilgisayar etkileşiminin sağlanabilmesi için bilgisayar tarafından bir dilin kurallarının bilinmesi ve analizinin yapılabilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada insan-bilgisayar etkileşiminin sağlanabilmesi için Türkçe metin tabanlı bir diyalog sistemi geliştirilmiştir. Bilgisayarın Türkçe metinleri anlayabilmesi için dilin morfolojik ve anlamsal analizleri yapılmış, metinler bilgisayarın anlayacağı şekle dönüştürülmüştür. Bilgisayarın metinleri anlamasının ardından yazılan metinlere karşı cevap üretebilmesi için cümle analizleri yapılmış ve insan-bilgisayar diyalogu sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnsan-Bilgisayar Etkileşimi, Metin Tabanlı Diyalog Sistemi, Doğal Dil İşleme, Morfolojik ve Anlamsal Analiz, Yapay Zekâ

**MORPHOLOGICAL AND SEMANTIC ANALYSIS OF TURKISH LANGUAGE FOR TEXT BASED
DIALOGUE SYSTEM AS A TOOL OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION**

ABSTRACT

Natural Language Processing (NLP) is one of the most important research and application fields in artificial intelligence. According to known the most important tool of human-computer interaction is language, in the near future the language will be an important tool for human-computer interaction. In this sense, the rules of a language must be known and must be analyzed by computer. In this study, a Turkish text based dialogue system has been developed to ensure human-computer interaction. The morphological and semantic analyses of Turkish language were done by computer to understand and texts were converted into a format the computer understands. After that, sentence analyses were done for computer to produce the answers against the written messages and human-computer dialogue was provided.

Keywords: Human-Computer Interaction, Text Based Dialogue System, Natural Language Processing, Morphological and Semantic Analysis, Artificial Intelligence

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde insan-bilgisayar etkileşimi göz önüne alındığında bu etkileşim için temel araçlardan birisi dildir. Bu bağlamda dil ile insan-bilgisayar etkileşiminin sağlanabilmesi için dilin tüm kurallarının bilgisayar tarafından bilinmesi gerekmektedir. Bunun için de doğal dilde verilmiş metinlerin bilgisayar tarafından anlaşılır bir biçime dönüştürülmesi gerekmektedir. Yapay zekânın önemli bir araştırma ve uygulama konusu olan Doğal Dil İşleme (DDİ)'nin temel amaçlarından biri de insanların birbirleri ile anlaşmalarında temel unsur olan dilin bilgisayar tarafından anlaşılması ve dolayısıyla insan-bilgisayar etkileşiminin sağlanmasıdır [1, 2, 3 ve 4]. Diğer bir ifadeyle, DDİ'nin amacı insanların kullandığı doğal dilleri çözümleyen, anlayan ve oluşturabilen sistemleri tasarlamak, uygulamak ve geliştirmektir [1, 2 ve 3]. DDİ bunu sağlayabilmek için dilbilimi, bilgisayar bilimi, yapay zekâ, matematik ve psikoloji gibi birçok bilimden destek almaktadır.

Okuma, yazma, anlama ve konuşma gibi olaylarda insan yeteneğine yakın modeller geliştirmek DDİ'nin ulaşmak istediği noktalardan biridir. Doğal dil işleme, temelde anlamayı gerektirir ki bu tamamen insansal bir özelliktir. Çoğu zaman vücut dili, göz hareketleri veya konuşma tonu bile anlatılmak isteneni vurgulamakta ya da değiştirmektedir. Bunun için bilgisayar ile doğruya yakın oranlarda doğal dil işleme yapmak oldukça zor bir iştir.

Kullanıcı :Erkekler hep aynı.

ELIZA :Hangi açıdan?

Kullanıcı :Bizi her zaman kızdırıyorlar.

ELIZA :Belirli bir örnek verebilir misin?

Kullanıcı :Kocam beni hep kızdırıyor.

ELIZA :Kocam seni hep kızdırıyor.

Kullanıcı :Benim hep bunalımda olduğumu söylüyor.

ELIZA :Bunalımda olduğumu duyduğuma çok üzüldüm.

Kullanıcı :Bu doğru, çok mutsuzum.

ELIZA :Sence buraya gelmek seni mutsuzluktan kurtaracak mı?

Kullanıcı :Yardımcı olacağını düşünüyorum.

ELIZA :Sence nasıl yardımcı olacak?

.....

.....

Yukarıdaki diyalog bir hasta ile doktoru arasında değil, ELIZA adlı bir bilgisayar programı ile kullanıcı arasında geçmektedir. Bu diyalogun gidişi ve içeriğine bakılırsa, bilgisayarın insan örnek alınarak nasıl modellendiği konusunda ipuçları çıkarılabilir [2 ve 3].

Genel anlamda DDİ araştırmaları iki sınıfta toplanabilir. Bunlardan birincisi "metine dayalı uygulamalar" ikincisi ise "diyaloga dayalı uygulamalar" olarak adlandırılabilir [2, 3 ve 5].

Metine dayalı uygulamalar; kitaplar, gazeteler, elektronik posta iletileri gibi yazılı metinlerin işlenmesi üzerine kurulmuştur. Bu konudaki araştırmalar ve çalışmalar aşağıdaki gibi listelenebilir [5 ve 6]:

- Metin veritabanlarından belirli başlıklara göre ilgili belgelerin bulunması. Örneğin, bir kütüphanede herhangi bir konudaki kitapların bulunması işlemi.
- Belirli konularda ileti ya da makalelerden bilgi çıkarımı. Örneğin, elektronik posta içeriklerinin yorumlanması ya da herhangi bir makalenin ana fikrinin bulunması işlemi.
- Bir dilden diğer bir dile çeviri sistemleri. Örneğin, kullanım kılavuzunun değişik dillere çevrilmesi ya da dilden dile otomatik çeviri yapabilen çeviri sistemleri.

- Belirli amaçlar için metnin özetinin çıkarılması. Örneğin, çok fazla sayfadan oluşan bir hükümet programının anlam bütünlüğünün bozulmadan 5 sayfaya düşürülmesi.

Metine dayalı uygulamaların genel özelliği, verilen metnin anlaşılmasıdır. Buradaki temel bileşenler, verilen metin ve bu metne yönelik soruların cevaplanabilmesidir.

Diyaloga dayalı uygulamalar, doğrudan konuşma ya da klavyeden bilgi girişi ile sağlanacak insan-bilgisayar etkileşimini içerir [1 ve 7]. Bu konudaki araştırmalar ve çalışmaların bazıları da aşağıdaki gibi listelenebilir [1, 5, 6 ve 7]:

- Doğal dilin bir veritabanı sorgulamak için kullandığı soru yanıtlama sistemleri. Örneğin, bir mağazada ürünlerin raflarının bulunması, bir harita yardımıyla şehirde herhangi bir adresin bulunması veya bir personel veritabanı üzerinde sorgulama işlemlerinin yapılması.
- Herhangi bir makinenin konuşma dili ile kontrolü. Örneğin, bir bilgisayarın sesli komutlarla kontrol edilmesi.
- Öğrencinin makine ile etkileşim içinde olduğu öğretici sistemler. Örneğin, otomatik matematik öğretici sistemler.
- Telefonda otomasyonlu müşteri hizmetleri verilmesi.
- Telefon ile konuşan iki kişinin dilleri arasında çeviri yapmak.
- Bilgisayarla konuşulanların metin editöründe yazıya dökülmesi.

Doğal dilde verilmiş metinlerin bilgisayar tarafından işlenebilmesi için, bu metinlerin bilgisayarın anlayabileceği bir biçime dönüştürülmesi gerekmektedir [1, 3, 8 ve 9]. Bu sayede doğal dildeki ifade ve metinler, bilgisayarlar tarafından analiz edilebilecektir. Bir doğal dil çözümleyicisi, genel olarak aşağıdaki işlevleri yerine getirmektedir [2, 3 ve 10]:

- Doğal dilde ifade edilmiş cümlelerin doğruluğunun tespit edilmesi.
- Mümkün olabilecek olan imla hatalarının tespiti ve düzeltilmesi.
- Cümlelerin öğelere ayrıştırılmasıyla uygun sözdizimsel yapının oluşturulması.
- Anlamsal ilişkilerin çıkarılması.

Bu işlevler biçimbirimsel (morfolojik) analiz, sözdizimsel analiz ve anlamsal analiz olarak adlandırılan işlemler ardışıklığından oluşmaktadır [2, 9 ve 10].

Bu çalışmada Türkçenin bilgisayar tarafından anlaşılabilmesi için morfolojik, sözdizimsel ve anlamsal analizler yapılmıştır. Bu analizlerin ardından bilgisayarın diyalog üretebilmesi için cümlelerin analizleri yapılmış ve cümlelerin öğeleri belirlenmiştir. Bu öğeler göz önüne alınarak bilgisayarın diyalog üretmesi sağlanmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (SIGNIFICANCE OF RESEARCH)

Günümüzde, konuşma sentezleyiciler ve konuşma-anlama alanındaki gelişmeler, insanın makineden beklentilerini yükseltmiştir. Yakın gelecekte insanlar makinelerin kendilerini anlamalarını isteyecek, karmaşık kullanımı olan makineler yerlerini insanlarla anlaşabilen makinelere bırakacaklardır. Giderek gelişen ve insanı anlayan makinelerin daha zeki olması insanın yaşam kalitesini yükselteceğinden, bu makinelerin varlığı kaçınılmaz olacaktır. Diğer bir deyişle gelecek dönemlerdeki makinelerin en önemli özelliği insanlarla anlaşabilecek olmalarıdır. Zeki makine kavramı, yapay zekâ çalışmalarının hızlanmasına yol açmıştır. Bu özelliklerinden dolayı günümüzün ve geleceğin en önemli uygulama alanlarından biri olan yapay zekâ yardımıyla makinelerle insanın iletişim kuracağı en önemli araçlardan birisi dildir. Bu iletişimin kurulması için de, doğal dil işleminin önemi her geçen gün artmaktadır.

Bu bağlamda Türkçe metinlerin bilgisayar tarafından anlaşılabilmesi için Türkçe dilinin bilgisayar tarafından bilinmesi ve analiz edilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada Türkçenin morfolojik ve anlamsal analizleri yapılarak insan-bilgisayar arasında diyalog temelinde iletişim kuran bir sistem geliştirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

Çalışmamızın amacı doğrultusunda ilk olarak Türkçenin morfolojik analizi üzerinde durulmuş ve metinlerin morfolojik analizlerinin yapımı gösterilmiştir.

3.1. Morfolojik Analiz (Morphological Analysis)

Morfoloji kelimesi, genel olarak şekillerin incelenmesi anlamına gelmektedir [1, 3, 11, 12, 13 ve 14]. Morfolojik analiz ise, kelimelerin yapılarının analiz edilmesidir. Kelimenin türü, kökü ve eklerinin tespiti işlemi bu kısım altında incelenmektedir.

Türkçenin morfolojik olarak incelenmesi açısından örnek olarak "ağacı" kelimesine bakılacak olursa, bu kelime analiz edildiğinde üç durum ortaya çıkmaktadır:

ağacı, ağaç kelimesinin (-i hali) çekimlenmesidir.

ağacı, 3.tekil şahıs sahiplik ekinin "ağaç" kelimesine eklenmesiyle (tamlanan eki) oluşmuştur.

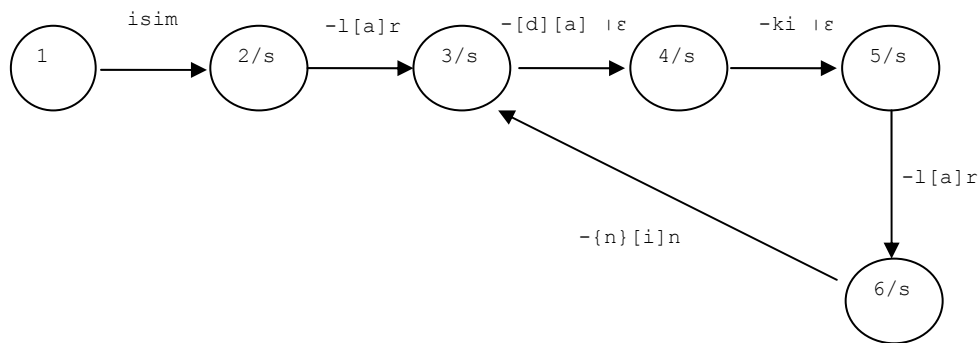
ağacı kelimesi oluşurken, ağaç kelimesindeki ç harfi c' ye dönüşmüştür.

Türkçede kelime kökleri, genel olarak isim ve fiil kökleri olmak üzere iki başlık altında toplanırlar. Sıfat, zamir ve diğer kelimeler, isim grubu adı altında; eylem bildiren kelimeler ise fiil grubu adı altında toplanabilirler [15, 16 ve 17]. İsim ve fiiller, aldıkları ekler açısından farklılıklar göstermektedirler. Genel olarak Türkçe kelimeler aşağıdaki şekilde morfolojik yapılara ayrılabilirler [1, 3 ve 12]:

İsim : isim kökü + çoğul eki + iyelik eki + durum eki + ki eki

Fiil : fiil kökü + çatı eki + olumsuzluk eki + bileşik fiil eki + ana zaman eki + soru eki + yardımcı zaman eki + kişi eki

Şekil 1'de Türkçe için kısıtlı sayıdaki isim türlerini tanıyabilen bir yapı sunulmuştur [1 ve 3]. Bu yapıda ε ilgili geçişin olmayabileceği; [] içindeki harfin ses değişmelerine göre değişebileceği; {} ise içindeki harfin kullanılmayabileceği anlamına gelmektedir.



Şekil 1. Türkçe isimsel morfolojik yapıları tanıyabilen basit bir yapı (Figure 1. A simple structure recognized Turkish noun morphotactics)

Şekil 1'deki yapı ile tanımlanabilen kelimelerden örnek ikisi aşağıda verilmiştir:

Ayaktakilerde : Ayak ta ki ler de
İsim [d][a] ki l[a]r [d][a]
Parklardakilerde : Park lar da ki ler de
İsim l[a]r [d][a]ki l[a]r [d][a]

Türkçe morfolojik analiz genel olarak üç adımdan oluşur [1 ve 3]:

- Kök belirleme
- Morfolojik testler
- Morfolojik ayrıştırma
- **Kök Belirleme:** Türkçe bitişken bir dildir; her sözcük bir kök ve bu kökün sonuna eklenmiş olan eklerden oluşur [10, 15, 16, 17 ve 18]. Bir kelimenin kökünün bulunması o kelimenin temel anlamını verecektir. Her ek kelimeye yeni bir anlam kazandırmaktadır. Bu anlamlar, çoğu zaman kelimenin köküyle ilişkili olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, öncelikli olarak kelimenin kökünün belirlenmesi gerekmektedir. Bir kelimenin kökünün bulunması için Türkçenin kurallı yapısından faydalanılarak eklerin ayrıştırılması yöntemi kullanılacağı gibi veritabanına yerleştirilmiş bir sözlükten de yararlanılabilir. Bu sözlük Türkçe kök kelimelerden oluşmuş bir sözlük olarak tasarlanmıştır. Sözlük kullanılan durumda, kelimenin kökü maksimum eşleme algoritması ile aranmaktadır [1 ve 3]. Bu yöntemde, kelime olduğu gibi veritabanındaki sözlükte aranır. Eğer kelime sözlükte bulunmuşsa ek almamış olarak kabul edilir ve herhangi bir işleme tabi tutulmaz. Bulunan değer kök olarak kabul edilir. Eğer bulunamamışsa her seferinde kelimenin sağından bir karakter atılarak kelime sözlükte tekrar aranır. Bu işlem kök bulununcaya kadar tekrar eder. Türkçede en kısa uzunluklu kök 2 harften oluştuğu için [15, 16 ve 17] ilk iki karakter aranmış ve kök hala bulunamamışsa kelime ya "sözlükte yoktur" ya da "yanlış yazılmıştır" diye kabul edilir. Bu algoritma ile yapılan aramada her zaman doğru kelime kökü bulunamayabilir. Bu durum, Türkçenin özel durumlarından kaynaklanır [1 ve 3]. Türkçenin kurallarına göre kelimeler ek alırken harflerde değişimler ve seslerde düşmeler olabilmektedir. Kelime kökü bulunamamışsa, bu tür durumların olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve algoritmada çeşitli iyileştirmeler yapılmalıdır. Örneğin "ayağım" kelimesi için bu algoritma uygulanırsa, doğru kök bulunamayacaktır. Çünkü, "ayağ" sözcüğüne gelindiğinde bu kelime bulunamaz ve "aya" sözcüğüne geçilir ve kök "ay" olarak bulunur. Halbuki kelimenin kökünün "ayak" olarak bulunması gerekmektedir. Türkçede bilinen bir kural gereği, kelimeler b,c,d,g ve ğ ile bitmez [15, 16 ve 17]. Eğer kelimelerin sonunda bu harf varsa, yumuşama denilen olayın meydana gelmiş olabileceği ihtimali göz önünde bulundurulur harf değişimi yapılır. Buradaki örnekte, ğ harfi, k harfinin yumuşamasıyla ortaya çıkacağı bilindiği için, ğ-k dönüşümü yapılarak kelime tekrar aranır. Böylece "ayak" kökü doğru olarak bulunmuş olunur. Diğer bir örnek olarak da "alnımdaki" kelimesi incelemek olursa, bu kelimenin kökünün de aynı algoritma ile doğru olarak bulunamayacağı görülür. "aln" sözcüğüne gelindiği zaman kök hala bulunmamıştır. Kelimenin kökü ise "alın" sözcüğüdür. "Alnımdaki" kelimesinde ses düşmesi olmuştur. Burada, aranan kelimenin son iki harfi sessiz ve son atılan harf sesli ise bu harfin düşmüş olabileceği göz önünde bulundurulur. Alnımdaki kelimesinde "aln" kelimesi bu şarta uymaktadır. Bu durumda, ı harfi l ve n

harflerinin arasına sokularak yeniden aranır. Böylelikle doğru kök olan "alın" kelimesine ulaşılmış olur.

Çalışmada yapılan morfolojik analizler sonucu kök belirleme işleminde bu tür özel durumların tamamı dikkate alınmış ve bu kelimelerin kökleri başarıyla belirlenebilmiştir.

- **Morfolojik Testler:** Kelimenin köküne ulaştıktan sonra, geri kalan kısmı çeşitli işlemlere tabi tutulur. Kök bulunduktan sonra, geriye kalan kısım ek dizisi olarak alınır. Türkçe dilbilgisi kurallarına göre ek dizisinin ve ses uyumlarının geçerli olup olmadığı kontrol edilir.

- **Morfolojik Ayırıştırma:** Morfolojik ayırıştırma kısmında, kelimelerin aldıkları ekler belirlenip çıkarılmaya çalışılır [1 ve 3]. Türkçede eklerin diziliş biçimleri ve yalın halleri bellidir. Eklerin yalın halleri belli olmasına karşın, bu haller ses uyumuna göre değişim gösterebilmektedir. Eklerin dizilişleri ve bu kelimenin bu ekleri alıp almayacağına bakılarak morfolojik ayırıştırma yapılır.

Türkçedeki ekler, -mAlI, -(y)AcAk, -lAr, -cU, -cI şeklinde tanımlanabilirler. Eklerde kullanılan kısaltmalar şöyledir [1, 3, 15, 16 ve 17]:

U: u, ü

C: c, ç

A: a, e

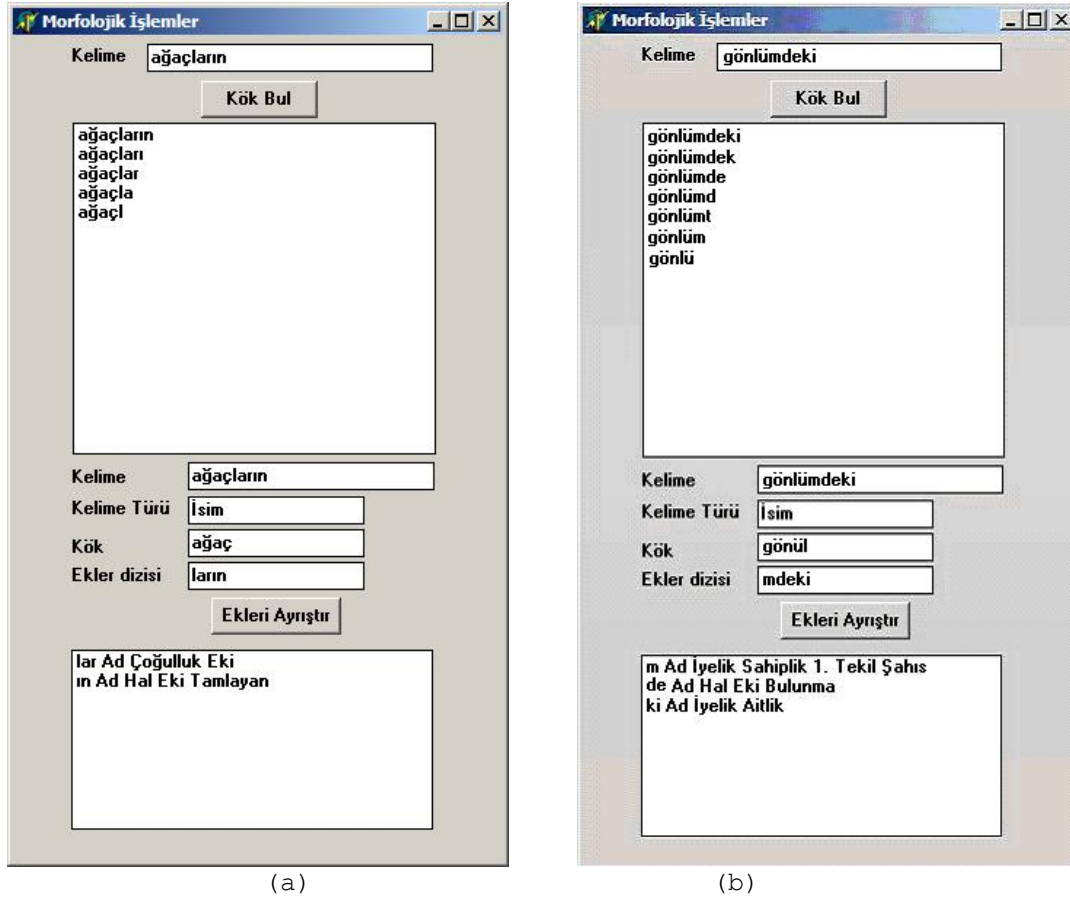
I: ı, i

D: d, t; (): zorunlu olmayan harfler

"-(y)AcAk" eki, -(y)acak ve -(y)ecek; "-cU" eki - cu ve -cü hallerini alabilir.

Kelime kökü bulunduktan sonra, takip eden ek dizisinin hangi yapıları içerdiği araştırılır. Bu kısımda yapılan araştırma ile "koşmalısın" kelimesi, koş + mAlI + sIn şeklinde; "yolcular" kelimesi yol + cU + lAr şeklinde ayırıştırılır.

Şekil 2'de "ağaçların" ve "gönlümdeki" kelimeleri için yapılan morfolojik işlemler gösterilmektedir. Bu işlemler yapılırken kök ve eklerin kayıtlı olduğu veri tabanlarından faydalanılmıştır.



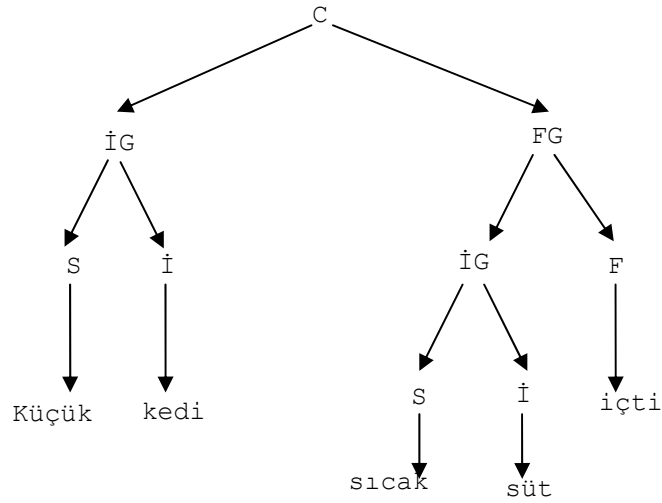
Şekil 2. "ağaçların" ve "gönlümdeki" kelimelerinin morfolojik analizleri
(Figure 2. Morphological analyses of "ağaçların" and "gönlümdeki" words)

3.2. Sözdizimsel Analiz (Syntactic Analysis)

Bilgisayarla doğal dil modellemelerinde anlamsal analize geçmeden önce, kelimeler yığınının geçerli bir cümle yapısı oluşturup oluşturmadığı kontrol edilmelidir [1, 2, 3 ve 5]. Rastgele kelimelerin yan yana gelmesiyle geçerli bir cümle meydana gelmeyecektir. Geçerli bir cümle yapısı oluşturulmadığı zaman, buradan anlam çıkarılmasını beklemek yanlış olacaktır. "küçük koş mavi" kelimeler topluluğu anlamlı bir yapı oluşturmamaktadır.

Sözdizimsel analiz, cümlenin yapısal bir tanımını oluşturabilmek için morfolojik analizin sonuçlarını kullanır [1 ve 3]. Bu işlemi yapmanın amacı, ardı ardına gelen kelime yığınlarının bu kelimeler yığınının ifade ettiği cümle birimlerini tanımlayan bir yapıya dönüştürmektir [1]. Cümle birimleri, kelimeler tamlamalar veya buna benzer cümle parçacıkları olabilir.

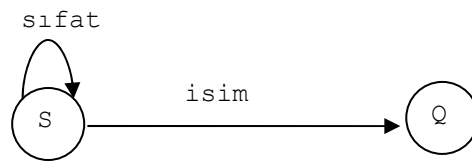
Sözdizimsel analize geçmeden önce, dilin matematiksel modellenmesine bakılmalıdır. Noam Chomsky tarafından 1957'de içerikten bağımsız dilbilgisi (context free grammar-CFG) kavramı geliştirilmiştir [1, 3, 12 ve 19]. Bu kavrama göre, dilin yapısı hakkındaki bilgileri formülize etmenin yolu, dilin cümlelerini oluşturacak yeniden yazılabilir kurallar oluşturmaktır [1, 3, 15, 16 ve 17]. Örneğin, "bir cümle isim ve fiil grubundan oluşur", "isim grubu isimden ve/veya sıfat grubundan oluşur", "fiil grubu fiilden ve/veya isim grubundan oluşur" şeklinde tanımlanmış bir dilbilgisi ile "Küçük kedi sıcak süt içti" cümlesi Şekil 3'teki gibi çözümlenebilir:



Şekil 3. İçerikten bağımsız dilbilgisine ait bir ağaç gösterimi
(Figure 3. A tree representation of context free grammar)

- **Genişletilmiş Geçiş Ağları:** Günümüzde cümlelerin sözdizimsel analizinde genellikle Genişletilmiş Geçiş Ağları (GGA) kullanılır [1, 3, 12, 18]. Bir GGA kısaca, "durumlardan ve bu durumlar arasındaki geçişlerden oluşmaktadır" şeklinde tanımlanabilir. GGA'lar üç bileşenden oluşmaktadır:
 - o En az başlangıç ve son durumları olan sonlu sayıdaki durumlar kümesi.
 - o Belli bir metindeki mümkün harflerden oluşan alfabe.
 - o Sonlu sayıdaki bir durumdan diğer bir duruma geçişi sağlayacak geçişler kümesi.

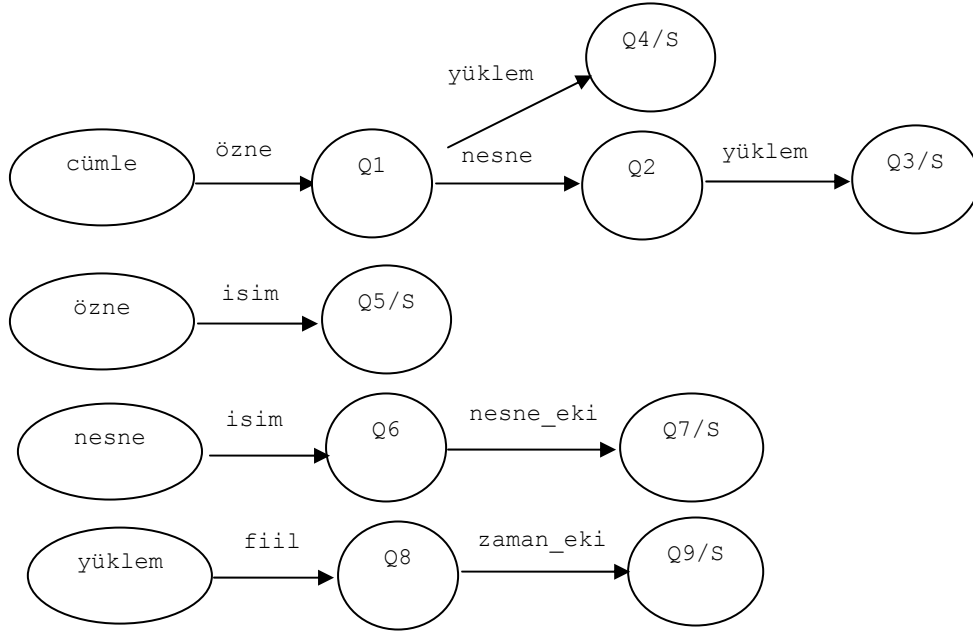
Bir sözdizimsel kural kümesinin GGA biçiminde ifade edilmesinin en önemli yararı cümle unsurlarının bir kez tanımlanmasıdır. Bu tanımlama yapıldıktan sonra bu GGA yapısı istenildiği kadar kullanılabilir. Şekil 4'teki GGA yapısı bir sıfat tamlamasını tanıyabilen yapıya örnek olarak verilebilir.



Şekil 4. Sıfat tamlamasının GGA yapısı
(Figure 4. GGA structure of adjective clause)

Şekil 4'teki yapı Türkçe sözdizimi kurallarına göre geçerli olan "büyük güzel mavi kutu" sıfat tamlamasını kabul edecektir. Buradaki örnekte kutu nesnesinin istenilen sayıda nitelendirilmesi GGA tarafından kabul edilebilir bir durumdur.

Sözdizimsel analizde cümleler GGA'lar ile ifade edilirken, cümleyi oluşturan unsurlar belirtilir ve bunlar birbirleriyle ilişkilendirilir. Şekil 5'de özne, nesne ve yüklemden oluşan cümleler için basit bir GGA yapısı verilmiştir [1 ve 3].



Şekil 5. Basit bir cümle için GGA yapısı
(Figure 5. GGA structure for simple sentence)

"Mehmet kalemı alacak" cümlesinin Şekil 5'teki GGA yapısı ile çözümlenmesi aşağıdaki şekilde olacaktır [3]:

- Cümle isimli başlangıç durumundan başlanır.
- Bu durumdan bir sonraki duruma geçmenin şartı "özne" isimli alt GGA yapısının sağlanmasıdır. Diğer bir deyişle, "cümle" isimli GGA yapısının devam edebilmesi için "özne" isimli GGA'nın başarıyla sonuçlanması gerekmektedir. Bu sebeple "özne" yapısına geçilir.
- "özne" durumundan bir sonraki duruma geçebilmek için isim şartının sağlanması gerekmektedir. Kelime veritabanında aranır ve isim olarak tanımlı olduğu için "Mehmet" kelimesi isim olarak bulunur. Bu kelime cümlenin öznesi olarak kabul edilir ve Q1 durumuna geçilir. Böylelikle cümlenin ilk kelimesi kabul edilmiş ve ikinci kelimeye geçilmiş olur.
- Q1 durumundan Q2 durumuna geçebilmek için nesne şartının sağlanması gerekir. Bunun için "nesne" yapısına geçilir.
- "nesne" yapısına göre kelimenin nesne olabilmesi için isim + nesne_eki şeklinde ayrıştırılabilmesi gerekir. "kalemı" kelimesi morfolojik işlemlerden sonra "kalem" ve "-i" şeklinde ayrıştırılır. "kalem" kelimesi veritabanından aranır ve isim olarak işaretlenip Q6 durumuna geçilir. "-i" eki aynı yöntemle "nesne_eki" olarak işaretlenir ve Q7 sonlu durumuna geçilir. Sonlu duruma ulaşıldığı için cümlenin nesnesi "kalem" olarak atanır ve Q2 durumuna geri dönlür.
- Q2 durumunda Q3 durumuna geçmenin şartı yüklem'in sağlanmasıdır. Bunun için "yüklem" yapısına geçilir.
- "yüklem" yapısına göre, kelimenin yüklem olabilmesi için fiil + zaman_eki şeklinde ayrıştırılması gerekir. Nesne bulunurken yapılan işlemler tekrarlanır ve cümlenin yüklemi "al" olarak belirlenip Q3 durumuna geçilir.
- Q3 durumu sonlu durum olduğundan, işlem sonlandırılır. Bu duruma ulaşıldığında aynı zamanda cümlenin kelimeleri de bitmiştir. Bu sebeplerden dolayı "işlem başarıyla sonlandırılmıştır" denilir.

Şekil 5'te verilmiş olan GGA yapısı özne, nesne ve yüklemden oluşan basit cümlelerin analiz edilmesini sağlar. Bu da Türkçe için çok sınırlı cümle sayısı ya da örneği demektir. Türkçe dilbilgisi kuralları ışığında, bir cümlenin kapsayabileceği temel unsurlar (özne, zarf tümleci, dolaylı tümleç, nesne ve yüklem) göz önüne alınıp cümle yapıları çıkarılabilir. Bu yapıları kabul eden GGA'lar oluşturularak mümkün olduğunca çok sayıda cümlenin analizi yapılabilir.

3.3. Anlamsal Analiz (Semantic Analysis)

Bir cümlenin ne demek istediğinin anlaşılması, diğer bir deyişle bir cümle ile ifade edilmek istenilen duygu veya düşüncenin ne olduğunun anlaşılması, anlamsal analiz yardımıyla yapılır [1 ve 3].

Anlamsal analiz yapılırken kullanılan yöntemler; durum grameri ve kavramsal ilişkiler yöntemleri olarak iki şekilde belirlenebilir [1 ve 5]. Durum grameri, anlamsallığın sözdizimle beraber cümlelerin ifadelendirilmesi işlemidir. Cümledeki kelimelerle bu kelimelerin muhtemel anlamlarının bulunması, bu anlamlar arasındaki ilişkilerin kurulabilmesi için sözlüğe ve kurallara ihtiyaç duyulmaktadır. Burada yüzeysel ve derinine olmak üzere iki aşamalı bir değerlendirme yapılmaktadır. Yüzeysel seviye, somut bir doğal dile yönelik araştırmadır. Derinine araştırmada ise, anlamsal özelliklerin de kullanıldığı önermeler ile cümlenin mantıksal nitelikleri de ele alınmaktadır. Fillmore tarafından önerilmiş durum gramerinde yedi genel derinine durum ele alınmaktadır [1 ve 3]:

- **Taşıyıcı**; hareketin temsilcisi bir canlıdır (Örnek cümle: ALİ okula gitti). Burada "gitmek" eylemini gerçekleştiren kişi (ALİ), taşıyıcı olarak kabul edilmektedir.
- **Aygıt**; harekete neden olan teşvikçi veya fiziksel eşya (Örnek cümle: CAM lastiği patlattı). Burada, "patlatmak" eylemini gerçekleştiren fiziksel eşya veya nesne (CAM), aygıt olarak isimlendirilmektedir.
- **Yön**; hareketin yönlendiği, etkilediği, durumla ilişkisi olan nesne (Örnek cümle: araba DURAĞA yaklaştı). Burada, "yaklaşmak" eylemin yönelindiği nesne veya kişi (DURAK) yön olarak isimlendirilmektedir. Yön belirlenirken, ismin -e hali ve -den hali kullanılabilir.
- **Sebebi**; hareketin bir kısmı veya hareket sonucunda oluşan varlık (Örnek cümle: annem YEMEK pişirir). Burada, "pişirmek" eyleminin sonucunda ortaya çıkan varlık (YEMEK) sebep olarak isimlendirilmektedir.
- **Yer**; hareketin meydana geldiği mekan (Örnek cümle: Salih OTOBÜSTE uyuyordu). Burada, "uyumak" eyleminin nerede gerçekleştiği (OTOBÜSTE) bilgisi yer olarak isimlendirilmektedir. Yer belirlenirken, ismin -de hali kullanılabilir.
- **Bağış**; hareketin kimin çıkarına, yardımına doğru yönlendirdiği gösterilir (Örnek Cümle: kalemi AHMET'E aldım).
- **Nesne**; hareketin nesnesini ifade eden cisim (Örnek cümle: Ali CAMI kırdı).

Anlamsal analiz yapılırken, durum grameri yardımıyla cümleler ifadelendirilerek sorularla durumlar arasında ilişkilendirmeler yapılmaktadır. Bunun sonucunda çeşitli sorulara karşılık verilecek cevaplar belirlenmiş ve anlamsal çıkarımlar yapılmış olacaktır. Kim, ne, nerede, nereye, ne ile vb. sorular üretilmekte ve bu sorulara karşılık taşıyıcı, nesne, yer, yön, aygıt vb. gelen cevaplar üretilmektedir. Örneğin, "Ahmet, Hasan'a sokakta para verdi" cümlesi derinine araştırılacak olursa, bu duruma karşı gelen dört isim grubu bulunur. Bu yapı için aşağıdaki sorulara cevap verilebilir:

Ne verildi? → nesne → para.
Kim verdi? → taşıyıcı → Ahmet.
Nerede verdi? → yer → sokak.
Kime verdi? → faydalanan → Hasan.

3.4. Türkçe İçin Yeni Bir Anlamsal Analiz Modeli (A New Semantic Analysis Model for Turkish Language)

Yapılan çalışmada temel olarak, Özne - Nesne - Zarf Tümleci - Dolaylı Tümleç - Yüklem öğelerinden oluşan cümle yapısı örnek alınmış ve bu yapı çözümlenerek gerekli analizler yapılmıştır. Aşağıda, en genel cümle yapısı ve bu yapı içerisindeki kelimelerin hangi öğelere karşı düşürüldüğü ve bu öğelerin nasıl belirlendiği anlatılmıştır.

Özne: "ben", "sen", "o" ve çoğul halleri, "özel isim" ve gizli özne olma durumu (dün geldim cümlesinde ben gizli özne durumunda)

Nesne: -(y)I, -(y)U eklerini alan kelimeler (kalemi, suyu gibi kelimeler)

Zarf Tümleci: dün, bugün, yarın gibi zaman bildiren kelimeler

Dolaylı Tümleç: -[d][e], -[d][e]n, -[e] gibi ekleri alan kelimeler (okula, evden, sokakta gibi kelimeler)

Yüklem: Fiil köklü olup, - m, -n, -k gibi kişi eklerini alan kelimeler (geldim, okumadım, gitti, okudun, yaptık gibi kelimeler)

Bu öğeler belirlenirken, girilen cümledeki kelimeler tek tek alınarak işlenir. Her kelime ele alındığında, o kelimenin kökü ve ekleri bulunur. Kelime ve aldığı ekler kontrol edilerek hangi öğe olabileceğine karar verilir. Bu işlem, tüm kelimeler için tek tek yapılır. Bu sayede cümlenin öğeleri belirlenmiş olur. Cümle öğeleri belirlenirken "dün geldim" ya da "kalemi alacaksın" gibi cümlelerde özne açık olmayıp gizli özne durumundadır. Fiilin aldığı "-m" ya da "-n" ekleri, fiilin 1. şahsa mı yoksa 2. şahsa mı ait olduğunu bildirmektedir. Bu durumda cümlenin öznesi "ben" ya da "sen" olarak belirlenmektedir. Cümle öğeleri belirlendikten sonra herhangi bir cümlenin bir şahıstan diğerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Örneğin, "ben okula gittim" şeklindeki bir cümleye karşılık olarak bilgisayar tarafından bir soru üretilip karşı kişiye geri sorulacaksa, bu cümlenin temel yapısı "sen okula gittin?" şeklinde olmalıdır. Bunun için geliştirilen program "ben ↔ sen" dönüşümlerini ve "1. şahıs - 2. Şahıs" dönüşümlerini başarılı bir şekilde yapmaktadır.

Şekil 6 ve Şekil 7'de "dün okula gittim" ve "ben yarın kalemi alacağım" cümlelerinin analizi gösterilmiştir:

Kelime	Kelime Kökü	Ek Dizisi				
dün	dün			Zarf Tümleci		dün
okula	okul	a		Dolaylı Tümleç		okula
gittim	git	ti	m	Fiil	0	gittim
				Fiil Haber Kipi d-İli Geçmiş Zamar: Ad İyelik Sahiplik 1. Tekil Şahıs:		

Şekil 6. "dün okula gittim" cümlesinin analizi
(Figure 6. Analysis of "dün okula gittim" sentence)

Kelime	Kelime Kökü	Ek Dizisi				
ben	ben			İsim-Zamir-Özne		sen
yarın	yarın			Zarf Tümleci		yarın
kalem	kalem	i		Nesne		kalem
		Ad Hal Eki Belirtme				
alacağım	al	acak	ım	Fiil	1	alacaksın
		Fiil Haber Kipi Gelecek Zaman	Ad İyelik Sahiplik 1. Tekil Şah de,den			

Şekil 7. "ben yarın kalem alacağım" cümlesinin analizi
(Figure 7. Analysis of "ben yarın kalem alacağım" sentence)

Şekillerin son sütunları incelenecek olursa girilen cümlelerin özne ve şahıs değişimi yapılmış halleri görülebilir. Bu cümleler, diyalog üretiminde kullanılmıştır.

3.5. Diyalogların Bilgisayar Tarafından Üretilmesi (Generation of dialogue by computer)

Diyalog motorunun tasarımında, temel olarak üç aşama kullanılmıştır. Bunlardan birincisi, sohbet ortamlarında kullanılan ad - cinsiyet - hal sorma gibi selamlama diyalogları; ikincisi derinine durum analizi yapılarak girilen cümlelerin analiz edilmesi sonucu bu cümlelere karşı sorulabilecek soruların belirlenmesi ve soruların bilgisayar tarafından sorulması; sonuncusu ise eylemin çerçevelerinin belirlenmesi ve bu çerçevelerden rastgele cümle seçilmesi ve cümle üretilmesidir.

Diyaloglarda başlangıç ifadeleri, "selamlama, hal sorma, ad sorma, durum sorma" gibi gruplar altında toplanmış ve gelen ifadelerin bu gruplar içinden hangilerine karşı gelebileceği tespit edilip bu ifadelerle karşı cevaplar bilgisayar tarafından rastgele olarak üretilmiştir. Bu sayede selamlama, ad sorma, hal sorma ifadelerine karşılık bilgisayarın cevap verebildiği görülmüştür. Cevap verilirken, her duruma karşı verilebilecek cevaplar arasında rastgele seçim yapılmaktadır. Böylece, bilgisayarın ürettiği cevaplar her seferinde farklı olabilmektedir. Bu ifadelerin aranmasında girilen metnin veritabanında bu gruplar içinde aranmasının yerine veritabanındaki ifadelerin girilen metinde aranması yolu tercih edilmiştir. Böylece, girilen ifadenin bu anahtar kelimeleri içerip içermediği kontrol edilmiştir. Bunun sonucunda da, giriş metninin uzun olması ya da başka ifadeleri içermesi durumunda da cevap üretilebilmektedir.

Giriş ifadelerinin yanı sıra, konuşma içerisinde cinsiyet ayrımında kullanılan gruplardan yararlanılarak argo, nezaket ve sıkılma kelimelerinin de (yaw, yahu, olm, lan, bişiy, tşk gibi) geçme durumu kontrol edilmiş ve bu ifadelerin gelmesi durumunda bu durumlara karşı bilgisayar tarafından rastgele cevaplar verilmektedir. Bu cevaplar, kullanılan ifadenin grubuna göre farklılıklar göstermektedir. Aynı şekilde, herhangi bir grup içindeki ifadelerden de rastgele cevaplar üretilmektedir.

Bilgisayarın sorular üretebilmesi için, girilen cümlelerin durum grameri yöntemine göre analizleri yapılmıştır. Bölüm 3.4' te anlatılan

cümle analizi yapılarak girilen cümle içindeki öğeler tespit edilmiştir. Cümle öğeleri belirlenirken, cümledeki tüm kelimeler morfolojik ayrıştırılmalarına tabi tutulmuş ve her kelimenin kökü ve ekleri bulunmuştur. Kelimenin kökünün belirlenmesiyle birlikte, türü (isim, fiil, zarf, sıfat gibi) ve ekler yardımıyla da görevi (özne, nesne, tümleç, yüklem gibi) belirlenmiştir. Öğeler tespit edildikten sonra cümle içindeki fiilin geçişli olup olmaması (nesne alıp almaması) ve alabileceği dolaylı tümleç türleri kontrol edilmektedir. Bunun yanı sıra, nesnenin belirli olup olmaması durumu da dikkate alınmış ve cümle içinde nesne varsa bu nesnenin belirli nesne mi yoksa belirsiz nesne mi olduğu da belirlenmiştir. Örneğin "gitmek" fiili geçişsiz bir fiildir ve nesne almaz; alabileceği dolaylı tümleç ekleri de "-{y}[e] (-e,-a,-ye,-ya)" ve "-[d][e]n (-den, -dan, -ten, -tan)" ekleridir. Örneğin, "kalem aldım" cümlesindeki nesne belirsizken "kalemimi kaybettim" cümlesindeki nesne belirlidir. Yukarıdaki örnekte "gitmek" fiili için, bu fiili içeren cümleye karşı sorular üretilirken "nerede gitti?, neyi gitti?" gibi sorular sorulmayacaktır. Bunun gibi, benzer fiiller için de aynı analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda, cümlede olmayan öğeler için rastgele sorular sorulmaktadır. Bu rastgele sorular sorulurken yukarıda bahsedilen analizler yapılmakta ve uygun sorular sorulmaktadır. Diğer bir deyişle, bu sayede saçma olarak nitelendirilebilecek türden sorular üretilmesi ve sorulması engellenmiş olmaktadır. "Parayı verdim" cümlesi analiz edildiğinde, cümlede özne, nesne ve yüklem olduğu, "vermek" fiilinin geçişli ve "-e ve -de" eklerini alabilecek dolaylı tümleçlerle kullanılabilmesi belirlenmektedir. Bunun sonucu olarak, bu cümlenin karşılığında "ne zaman, kime, nerede, nereye, niye" gibi soru kelimeleri üretilmektedir. Bunun devamında da,

- Parayı kime verdin?
- Parayı niye verdin?
- Parayı ne zaman verdin?
- Parayı kimle verdin?
- Hangi parayı verdin?

...

gibi sorular sorulmaktadır. Ayrıca diyalogun devamı niteliğinde bu sorular rastgele peş peşe sorulabilir. Bu sorulara verilecek cevaplara göre sistem durum hakkında bilgi sahibi olacaktır.

Son olarak, çerçeve modeli kullanılarak olaylar hakkında bilgisayarın yorum yapabilmesine ilişkin yaklaşım kullanılmıştır. Bu modele göre, herhangi bir eylemin oluşumu ya da eyleme bağlı olarak çeşitli durumlar bilgisayara girilmiş ve bilgisayar bu durumlardan rastgele birini seçerek görüşünü bildirmektedir. Bu sayede, olaylarla ilgili yorumlar yapılabilmektedir. Şekil 8'de tasarlanan programa ait diyalog örnekleri verilmiştir.

Diyalog Sistemi	
Konuşmacı	
Konuşmacı -> slm	Konuşmacı -> slm
Bilgisayar -> slm	Bilgisayar -> merhaba
Konuşmacı -> nbr	Konuşmacı -> nbr
Bilgisayar -> teşekkür ederim	Bilgisayar -> naber olsun
Konuşmacı -> nasılsın	Konuşmacı -> nasılsın
Bilgisayar -> teşekkür ederim, sen nasılsın?	Bilgisayar -> teşekkür ederim
Konuşmacı -> ben de iyiyim	Konuşmacı -> keyifler nasıl
Bilgisayar -> sevindim	Bilgisayar -> iyiyim, sacl
Konuşmacı -> dün okula gittim	Konuşmacı -> ben de iyiyim ;)
Bilgisayar >> dün niye okula gittin	Bilgisayar -> güzel
Konuşmacı -> işim vardı	Konuşmacı -> adın ne
Bilgisayar >> dün hangi okula gittin	Bilgisayar -> sen kimsin?
Konuşmacı -> beşikdüzüne	Konuşmacı -> ben sordum lan
Bilgisayar >> Peki	Bilgisayar -> çok kabasın
Konuşmacı -> okuldan sevk aldım	Konuşmacı -> yapma yaw
Bilgisayar >> kaç tane okuldan sevk aldın	Bilgisayar -> sıkıldın mı?
Konuşmacı -> efendim	Konuşmacı -> peki tamam
Bilgisayar >> ne zaman okuldan sevk aldın	Bilgisayar -> ok
Konuşmacı -> öğlen aldım	Konuşmacı -> dün araba aldım
Bilgisayar >> kimle okuldan sevk aldın	Bilgisayar >> dün niye araba aldın
Konuşmacı -> yalnız	Konuşmacı -> ihtiyacım vardı
Bilgisayar >> niye okuldan sevk aldın	Bilgisayar >> dün kime araba aldın
Konuşmacı -> doktora gideceğim	Konuşmacı -> kendime aldım
Bilgisayar >> Peki	Bilgisayar >> dün nasıl araba aldın
Bilgisayar >> Hastamısın, geçmiş olsun	Konuşmacı -> yeni bir araba
Konuşmacı -> ben çıkar	Bilgisayar >> Peki
Bilgisayar -> ok, byeee	Bilgisayar >> araban yokmuydu
	Konuşmacı -> ben çıkar
	Bilgisayar -> peki görüşmek üzere, byee
	Konuşmacı -> byee
	Bilgisayar -> ok, görüşürüz

Şekil 8. İnsan-Bilgisayar diyalog örnekleri
(Figure 8. Samples of Human-Computer dialogue)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada Türkçe metin tabanlı insan-bilgisayar etkileşiminin sağlanabilmesine yönelik insanlar arasında yapılan sohbetlerin bilgisayar ile insan arasında yapılabilirliğini göstermek için bir uygulama yazılımı tasarlanmıştır. Bu yazılım tasarlanırken temel olarak insan - bilgisayar diyalogu amaçlanmış olup bu tür diyalogların gerçekleştirilebilirliği tespit edilmiştir. Bu sayede insanlarla bilgisayarların anlaşılabilirliği diğer bir ifadeyle bilgisayarın insanın yazdıklarını anlaması ve yorumlamasının gerçekleştirilebilirliği gösterilmiştir. Burada amaçlanan gerçek hayatta olduğu gibi insan - insan diyaloglarının gerçekliğine yaklaşılmaya çalışmaktır. Gerçek sohbet ortamlarında konuşmacıların kullandıkları genel ifadeler tespit edilerek bunların modellenmesine çalışılmıştır.

Uygulama yazılımının tasarlanmasında cümle analizleri kullanılmıştır. Temel cümleler olarak, "özne - nesne - dolaylı tümleç - zarf tümleci - yüklem" öğelerinden oluşan cümlelerin analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda da, durum grameri yöntemi uygulanmıştır. Burada cümle öğelerinin yerleri değişebilmekte ve öznenin "gizli özne" olma durumları da çözümlenebilmektedir. Cümlenin öğeleri belirlenirken morfolojik ayrıştırmalar yapılmış ve cümle içinde geçen her kelimenin kökü, ekleri, görevi gibi bilgiler üretilmiştir. Bunun yanı sıra girilen cümlenin özne ve yüklemi soruların üretileceği cümlede kullanılırken şahıs değişimleri yapılmış şekilde yeniden üretilmektedir. Bu cümlelerin üretilmesinde öznenin ve fiilin şahısları tespit edilmiş ve dönüşümler uygun şekilde yapılmıştır. Bu dönüşümlerin yapılmasından sonra girilen cümle ile

ilgili sorular bilgisayar tarafından sorulmaktadır. Bu soruların seçiminde, "ne, neyi" gibi nesne soran soru kelimeleri; "nerede, nereye, nereden, kime, kimde, kimden" gibi dolaylı tümleç soran soru kelimeleri; " kimle, ne zaman" gibi zarf tümleci soran soru kelimeleri, "nasıl, hangi, kaç tane" gibi sıfat soran soru kelimeleri, "kim" gibi özne soran soru kelimesi ve genel soru kelimesi olan "niye" kelimesi kullanılmıştır. Bu kelimeler soru olarak seçilirken, cümlelerin fiilinin nesne alıp almadığı ve fiilin hangi tür dolaylı tümleç eki alabileceği değerlendirilmektedir. Bu sayede, bilgisayarın saçma olarak değerlendirilebilecek şekilde sorular üretmesi engellenmiştir. Yani, "ben kitap okudum" şeklindeki bir cümleye karşılık olarak "nereye okudum", "kim okudum" gibi sorular sorulmamaktadır.

Bu çalışma temel alınıp ileriki çalışmalarda daha karmaşık cümle yapılarının çözümlenmesi ve bilgisayarın verilen cevaplardan öğrenmesi üzerinde çalışılabilir. Bu sayede makine öğrenmesi de olaya katılarak insan-bilgisayar etkileşimi için gerçeğe daha yakın uygulamalar geliştirilebilir. Bu ve benzeri çalışmalarla bilgisayarların metinlerden bilgi çıkararak insanlara yardımcı olabileceği diyalog tabanlı sistemler geliştirilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Nabiyev, V.V., (2003). Yapay Zeka, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
2. Allen, J., (1995). Natural Language Understanding, The Benjamin/Cummings Publishing Inc., Redwood City, California.
3. Özyurt, Ö., (2006). Türkçe Tabanlı Diyalog Sistemi Tasarımı ve Internet (chat) ortamlarından Bilgi Çıkarımı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
4. Tarcan, A. ve Çakar, F., (2006). Bilgisayarlı Dil Tanımlamada Dil Bilimsel Yaklaşımlar ve Bir Yazılım Denemesi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 7(26), pp:64-70.
5. Turban, E., (1992). Expert Systems and Applied Artificial Intelligence, Prentice Hall Inc., New Jersey.
6. Russel, S. and Norvig, P., (2003). Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2nd Edition, Prentice Hall Inc., New Jersey.
7. Harksoo, K., Choong-Nyoung, S., and Seo, J.A., (2005). A dialogue-based information retrieval assistant using shallow NLP techniques in online domains, IEICE Trans. Inf. & Syst., 5, pp: 801 - 808.
8. Zhang, T., Mark, H., and Levinson, S.E., (2006). Extraction of pragmatic and semantic salience from spontaneous spoken English, ELSEIVER - Speech Communication, 48(2006), pp: 437-462.
9. Özyurt, Ö., ve Köse, C., (2007). Text Based Human-Computer Interaction in Turkish. Signal Processing and Communications Applications, 2007. SIU 2007. IEEE 15th, pp: 1-4.
10. Eryiğit, G. ve Adalı, E., (2004). An Affix Stripping Morphological Analyzer for Turkish, Proceedings of the IASTED, 299-304, Innsbruck, Austria.
11. Oflazer, K., Çetinoğlu, Ö. ve Bilgin, O., (2004). A Preprocessor for Turkish Text Analysis, 19th International Symposium Computer and Information Sciences, Antalya, Türkiye, pp: 761 - 770.
12. Oflazer, K. ve Kuruöz, İ., (1994). Tagging and Morphological Disambiguation of Turkish Text, 4th Applied Natural Language Processing Conference, Stuttgart, Germany, pp: 144 - 149.
13. Oflazer, K., (1994). Two-level Description of Turkish Morphology, Literary and Linguistic Computing, 9(2), pp: 137 - 148.
14. Solak, A. and Oflazer K., (1992). Parsing agglutinative word structure and its application to spelling checking for Turkish,

- In Proceeding of the 16th International Conference on
Computational Linguistic, Nantes, France, pp: 39 - 46.
15. Hengirmen, M., (1990). Türkçe Temel Dilbilgisi, Engin Yayınevi, Ankara.
 16. Paçacıoğlu, B., (1987). Türk Dili Dersleri, Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, Ankara.
 17. Ediskun, H., (1988). Türk Dilbilgisi, Remzi Kitabevi, İstanbul.
 18. Cebiroğlu, G., (2002). Sözlüksüz Köke Ulaşma Yöntemi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
 19. Öztaner, M., (1996). A Word Gramer of Turkish with Morphophonemic Rules, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.