

# ARİTMETİK BİR PROBLEMİ ANLAMA VE ÇÖZME: APAÇ

Cem AGAN<sup>1</sup>, Banu DİRİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Yıldız Teknik Üniversitesi  
cemagan@hotmail.com, banu@ce.yildiz.edu.tr

## Özet

*Bu çalışmada, ilköğretim giriş seviyesindeki aritmetik problemleri çözebilen bir problem çözücü geliştirilmiştir. İlk olarak, Zemberek adlı açık kaynaklı Türkçe doğal dil işleme kütüphanesinden faydalanılarak biçimbirimsel analiz yapılmış, elde edilen çözümleme adaylarından en doğru olanı belirlemek adına basit bir sözdizimsel çözümleme modülü geliştirilmiştir. Son aşama olan anlamsal çözümlemede de problemdeki sayılı ifadeler, özneler, nesnelere, eylemler ve diğer bazı kalıp ifadeleri tespit edilip, istenenleri verecek sayısal hesaplamalar yapılarak sonuç elde edilmiştir. Geliştirilen uygulama zorluk derecelerine göre hazırlanmış test kümeleri üzerinde çalıştırılarak başarılı sonuçlar alınmıştır.*

## 1. Giriş

Doğal Dil İşleme (DDİ), yapay zekanın bir alt dalı olup, amacı verilen doğal bir dili çözümleyen, anlayan ve yorumlayan sistemlerin tasarlanmasıdır. Doğal bir dilin bilgisayar yardımıyla çözümlenmesinin insanlığa çok farklı uygulama alanlarında yararı olacağı kesindir. Uygulama alanları arasında, otomatik konuşma ve komut anlama, metin özetleme, soru-cevap sistemleri, makine çevirisi, bilgi çıkarımı sayılabilir.

'Anlama' Doğal Dil İşlemenin önemli çalışma alanlarından birisidir. 'Problem Çözme' ise makine anlamasını gerçekleştirmenin bir yoludur. Problem Çözücüler kısıtları belli bir alanın herhangi bir doğal dildeki problemlerine bu problemdeki bilgilere dayanarak gerekli aritmetik ve mantıksal işlemleri gerçekleştirerek çözüm üreten bilgisayar programlarıdır.

Doğal Dildeki problemler üzerine yapılan çalışmalar çoğunlukla İngilizce için gerçekleştirilmiştir ve aynı durum Problem Çözücüler için de geçerli gözükmektedir. Fakat ülkemizde de son yıllarda Türkçe'yi bilgisayarla anlama ve Türkçe Problem Çözücü üzerine yapılan sayılı çalışmalara rastlamaktayız.

Problem Çözücü uygulamaların yabancı kökenli örneklerinden biri ve belki de en eskisi DDİ'nin primitif bir örneği olan diyalog programı ELIZA [1] ile aynı yıllarda geliştirilen STUDENT [2]'dir. Bu uygulama ile ilköğretim kitaplarında rastlanılan cebirsel hikaye problemlerine cevap verilmesi amaçlanmıştır. STUDENT, İngilizce cebirsel hikaye problemlerini girdi olarak kabul etmekte, bunları ilişkisel bir modele eşlemek ve modeldeki yapıları işlemek suretiyle çözmeye çalışmaktadır. Girdideki önemli anahtar kelimeler ve programın eşanlamlı kelime bilgisi, cebirsel işlemde kullanılacak operatörlerin tespitinde kullanılıyordu.

Önemli Problem Çözücülere bir başka örnek ise, İngilizce rijit cisim statik problemi çözen ve problemlerin resmini çizen ISAAC [3]'dir. Bu problemler içerisinde, statik dengedeki rijit cisimler, kaldıraç, dönme eksenini, ağırlık, halat vb. nesnelere geçiyordu. Bir Lisp programı olan ISAAC, anlamsal inceleme aşamasında problemlerde geçen nesnelere ait arka plan bilgilerinden faydalanıyor, ayrıca geometrik hesaplamalar ve problemin geometrik modelinin oluşturulmasında da başka bir programdan yardım almaktaydı.

Az sayıdaki Türkçe Problem Çözücü uygulamalarına örnek olarak da üzerinde iyi bir ön hazırlık yapılmış, anlamsal inceleme ve dünya bilgisi modellemesine özen gösterilmiş bir program olan ALİ [4] verilebilir. Say, ALİ'yi geliştirirken ISAAC'inkine benzer bir yöntemi benimsemiştir. Bir başka çalışma ise Çakıroğlu'na aittir [5].

Bu çalışmada, ilköğretim 1-2-3 seviyesindeki Türkçe cebirsel hikaye problemlerinin çözümü için bir uygulama geliştirilmiştir. Problem Çözücü alanında uygulama geliştirmede yaygın olarak kullanılan mantıksal ve sembolik dillerin aksine, bu uygulama için nesne yönelimli ve geniş kullanım alanlı bir dil olan JAVA kullanılmıştır. Uygulama, biçimbirimsel analiz sonuçlarını açık kaynak Türkçe DDİ kütüphanesi Zemberek<sup>1</sup>ten alarak kullanır. Ayrıca, uygulama iptidai veri

<sup>1</sup> <http://code.google.com/p/zemberek/>

tabanı ve karakter katları işlemleri için de başka açık kaynak JAVA kütüphanelerinden faydalanmaktadır.

Makalenin ikinci bölümünde gerçekleşen temel DDİ adımlarına, üçüncü bölümde geliştirdiğimiz APAÇ uygulamasına ve işlem adımlarına, dördüncü bölümde de çalışmadan elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

## 2. Doğal Dil İşleme Adımları

Bir doğal dildeki fonksiyonel kelimelerin sayısı az ve sınırlıdır. İnsanlar konuşurken kullandıkları belirli yapılara birden fazla işlev yüklemişlerdir ve bunların işlevlerini ve anlamlarını her defasında yüksek doğrulukla tahmin edebilmeleri, ifadenin geçtiği bağlamı tanıyor olmalarıdır. İnsanlardaki anlama sürecinde biçimbirimlerin kelimelere kattığı anlamlar, kelimelerin cümledeki fonksiyonları vb. şeylerin belirlenmesi işlemleri, öğrenilmiş bilgilerdir ve farkında olunmadan kullanılır.

Bilgisayar ile anlamayı gerçekleştirebilmek için doğal dilde alınan girdideki bilgiler üzerinde anlamsal analiz yapılması gerekir, fakat girdi üzerinde sağlıklı bir anlamsal analiz yapmak için öncelikle bu girdiyi biçimbirimsel ve sözdizimsel analizlerine tabi tutmamız gerekir [6]. Bunun nedeni anlamsal analiz aşamasına, üzerinde çalıştığımız dilin kurallarının rehberliğinde doğru yoldan ulaşılmış olmasıdır.

### 2.1. Biçimbirimsel Analiz

Kelime ve eklerin sınırlı olmasından ötürü bağlamından koparılarak önümüze getirilmiş bir kelimededen birden fazla anlam çıkarabiliriz. Kelimenin cümledeki yerine ve bağlamına bakarak da bu anlamlardan hangisinin doğru olduğuna karar verebiliriz. Öyleyse, bilgisayarla anlamada öncelikle bir kelimenin olası bütün anlamlarını çıkartmalıyız.

Türkçe sondan eklemeli bir dil olduğundan dolayı farklı sözcük sayısı önceden kestirilemez. Bu varyasyondan dolayı bir kelimedede anlamsal çakışma olma ihtimali ve çakışmaların sayısı da İngilizce gibi Hint-Avrupa dil ailesindeki dillere nazaran yüksektir. Türkçe gibi sondan eklemeli diller ile çalışırken biçimbirimsel analiz ile her kelime için olası analizlerin listelenmesi kaçınılmazdır.

### 2.2. Sözdizimsel Analiz

Bir kelimenin bir cümledeki konumu o kelimenin cümledeki fonksiyonu hakkında önemli ipuçları barındırır. Konum bilgisinden bir sözcüğün cümlede bildirilen eylemin aktörü mü, eylemden etkilenen nesne mi, eylemin kendisi mi veya bunlar hakkında ek bilgiler içeren bir eleman olup olmadığı hakkında tahminlerde bulunabiliriz.

Bu tahminler ise, bir önceki adımda çıkarttığımız biçimbirimsel analiz listesindeki çözümlerden hangisinin o cümleye uyduğunu belirlememizde önemli rol oynar.

Sözdizimsel Analiz aşamasında genellikle giriş cümlesine ait biçimbirimsel çözümler kombinasyonları olası bir dile ait daha önceden uzun çalışmalar sonucunda çıkartılan sözdizim ağaçlarıyla test edilir ve bunun dilin kurallarına uygun geçerli bir cümle olup olmadığına karar verilir. Böylelikle eldeki çok sayıda biçimbirimsel çözümlerden büyük kısmı elenerek anlam bulanıklığı azaltılır.

### 2.3. Anlamsal Analiz

Anlamsal analiz aşamasında kelimenin yer aldığı bağlama ve dış dünyaya ait bilgilere olan hakimiyet ön plana çıkar. Bundan önceki iki aşamada anlamının önündeki güçlükler ve olasılıklar her ne kadar azaltılmış olsada bunlar anlamının tam olarak gerçekleşmesi için yeterli değildir. Çünkü insanlar bile daha önceden kullandıkları, duydukları kelimeler ile farklı bir bağlamda cümle kurulsa bu cümlenin anlamına tam olarak nüfuz edemeyecekler, sadece analogi yapmakla yetineceklerdir. Çünkü 'anlam' denilen kavram, kelimeler boyutunun çok ötesinde bir deneyim ve yaşanmışlığı içersinde saklar.

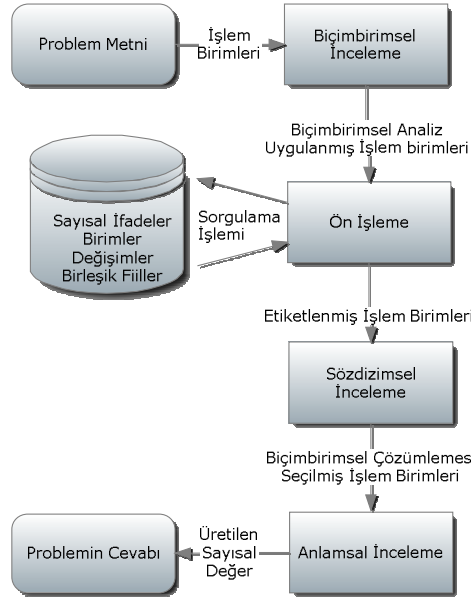
Bilgisayar ile anlamayı hangi kısıtlı alanda kullanacaksa o alana ait kavramları, bu kavramlar arasındaki bir takım ilişkileri, bu kavramların yan yana gelme düzenlerinin anlamda ne gibi etkiler oluşturduklarına dair bilgilerin çıkartılıp, uygun zamanda kullanılabilir şekilde saklanması çözüme gidilmesi için atılması gereken önemli ve belki de en uzun adımdır.

Bu aşamada üzerinde çalışılan alanın kısıtları, olası girdiler, bu girdilere karşılık üretilmesi gereken sonuçlar belirlenerek dış dünyaya ait kavramlar, ilişkiler, etkiler veri tabanlarının ve hem bunları hem de girdideki bilgileri kullanarak nihai çözüme ulaşacak bir çözüm algoritmasının hazırlanması gerekir.

## 3. APAÇ Uygulaması

Üzerinde çalıştığımız problemlerin bir kısmı ilköğretim giriş seviyesi cebirsel hikaye problemleri içeren bir matematik problem etkinlikleri kitabından [7], geri kalanları ise aynı seviyedeki karma kaynaklardan alınmıştır.

Uygulamamız bilgisayar yardımıyla anlam problemlerinde kullanılan ve yukarıda değinilen DDİ'nin üç aşamasını da belirli yoğunluklarda kullanmaktadır. Biçimbirimsel analizden sonra, girdiler bir önışleme aşamasından geçirilerek diğer basamaklarda yapılacak işlemlere uygun hale getirilir.



**Şekil 1. Uygulamanın Temel İşlem Basamakları**

APAÇ, problem metinlerinde geçen sözlü sayısal ifadeleri (dört, yarım, deste vb.), birimleri (kg, metre vb.), aritmetik değişim bildiren eylemler (sattı, verdi, aldı vb.) ve birleşik fiilleri (sattı yapmak, dünyaya gelmek, emekli olmak vb.) tutmak için dört ayrı veritabanından faydalanır.

### 3.1. Biçimbirimsel İnceleme

Bölüm 2.1’de ifade edildiği üzere gerçekleştirilecek DDİ adımlarının ilki her kelimenin olası tüm kök-ek çözümlemelerinin çıkartılması, yani biçimbirimsel analizdir.

Öncelikle bir problem metnini oluşturan parçalardan (kelimeler, boşluklar ve noktalamalar) işlem birimleri oluşturulur ve boşluklar bu birimlerden çıkartılır.

“Sabah 5 ekmek, öğlen 4 ekmek, akşam 6 ekmek aldım. Kaç ekmek aldım?” →  
|Sabah|5|ekmek|, |öğlen|4|ekmek|, |laksam|6|ekmek| aldım|. |Kaç|ekmek|aldım|?|

Devamında her işlem birimi biçimbirimsel çözümlemeleri çıkartılmak üzere Zemberek Türkçe DDİ kütüphanesinin ilgili modülüne gönderilir. Her sözcük için Zemberek’ten dönen çözümleme listeleri uygulama içerisinde daha sonraki adımlarda kullanılmak üzere bu işlem birimlerine alt bilgi olarak eklenir:

|Evimize|sabah|5|, |laksam|4|ekmek|aldım|. | →

Evimize:

[Kok:ev,Tip:ISIMEkler:ISIM\_KOK, ISIM\_SAHİPLİK\_BİZ\_IMİZ, ISIM\_YONELME\_E]

sabah:

[Kok:sabah,Tip:ZAMANIEkler:ZAMAN\_KOK]

5:cozulemedi

akşam:

[Kok:akşam,Tip:ZAMANIEkler:ZAMAN\_KOK]

4:cozulemedi

ekmek:

[Kok:ekmek,Tip:ISIMEkler:ISIM\_KOK]

[Kok:ek,Tip:FIILIEkler:FIIL\_KOK,

FIIL\_MASTAR\_MEK]

alındı:

[Kok:alındı,Tip:ISIMEkler:ISIM\_KOK]

[Kok:alm,Tip:FIILIEkler:FIIL\_KOK,

FIIL\_GECMISZAMAN\_DI]

[Kok:alm,Tip:ISIMEkler:ISIM\_KOK,

IMEK\_HIKAYE\_DI]

[Kok:al,Tip:FIILIEkler:FIIL\_KOK, FIIL\_EDILGEN\_IL,

FIIL\_GECMISZAMAN\_DI]

[Kok:al,Tip:ISIMEkler:ISIM\_KOK,

ISIM\_TAMLAMA\_IN, IMEK\_HIKAYE\_DI]

[Kok:al,Tip:ISIMEkler:ISIM\_KOK,

ISIM\_SAHİPLİK\_SEN\_IN, IMEK\_HIKAYE\_DI]

Yukarıdaki örneğe dikkat edilecek olursa, ‘5’

ve ‘4’ gibi sayısal ifadeler için Zemberek’ten

‘çözülemedi’ şeklinde bir değer dönmüştür.

Zemberek ile çalışırken karşımıza çıkabilecek

bu gibi durumlara ön işleme aşamasında

müdahale edilerek uygulamanın diğer

basamaklarını olumsuz etkilemesi önlenmeye

çalışılmıştır. Ayrıca, ‘ekmek’ ve ‘alındı’

sözcükleri için birden fazla çözümleme

döndüğü gözlemlenmektedir. Bu

çözümlemelerden cümlenin sözdizimine uygun

olanı, sözdizimsel analiz aşamasında

seçilecektir.

### 3.2. Ön işleme

Bu aşamanın amacı, girdiyi uygulamanın diğer basamaklarında yapılacak işlemlere hazırlamaktır.

İşlem birimlerinden uygulamanın diğer basamakları açısından özel anlam içerenler işlevine göre etiketlenir:

Noktalamalar etiketlenir:

|,| |.| |!| vb. : ((NKT))

Soru işaret eden sözcükler etiketlenir :

|kaç|, |hangil| vb. : ((SOR))

Sayısal anlamı olan ifadelerden değerler yakalanır ve işlem birimi yeni değerle değiştirilerek etiketlenir:

|8| → |8.0| : ((DĞR))

|dört| → |4.0| : ((DĞR))

|düzine| → |12.0| : ((DĞR))

Bazı sayısal ifadelerin önüne katsayı belirten ifadeler gelebilir. Bunlar için bir ara işlem yapılarak yeni değer elde edilir, önceki katsayı ve değer bu yeni değeri içeren işlem birimiyle değiştirilerek etiketlenir:

|iki|onluk| → |20.0| : ((DĞR))

|yarım|düzine| → |6.0| : ((DĞR))

Birimler etiketlenir:

|metre| |kg| |litre| vb. : ((BRM))

Aritmetik manaları olan ifadeler etiketlenir:

|fazla| |leksik| |büyük| |küçük| |kat| vb. : ((ARİ))

Kesme işaretiyle önüne geldiği sayısal değerden ayrılarak yazılmış hal ekleri, tamlayan ekleri ve gruplandırma bildiren ekler etiketlenir:

|il| |sil| |lül| |linil| |sinil| vb. : ((İŞR))

lel lyel lal lyal vb. : ((YÖN))

lden ldan vb. : ((AYR))

lin lñin lın lñın vb. : ((SAH))

lerl lşerl larl lşarl vb. : ((GRP))

Önişleme bölümünde işlem birimlerinden sözlü sayısal ifadelerin ve birimlerin tespitinde harici dosyalar halindeki veri tabanlarından faydalanılır. Önişleme tamamlandıktan sonra işlem birimleri anlamsal analize hazır hale getirilmek üzere sözdizimsel analizi aşamasına yönlendirilir.

### 3.3. Sözdizimsel İnceleme

Cebirsel hikaye problemleri incelenecek olursa bu problemlerin temel taşlarını şu unsurların oluşturduğu gözlemlenir: hikayenin aktörleri (cins/özel isimler ve zamirler), eylemlere konu olan nesnelere ve aritmetik değişim bildiren eylemler.

Sorulara doğru cevap verebilmek için, anlamsal analiz aşamasına geçildiğinde sözcüklerin cümle içerisindeki doğru işlevinin bulunmasının önemi büyüktür. Örneğin, problem metnindeki bir aktörün metnin herhangi bir yerinde isim yerine sıfat ya da fiil olarak algılanması veya bir aritmetik değişim bildiren eylemin, fiil yerine isim ya da sıfat olarak algılanması gibi durumlar anlamsal analiz aşamasını olumsuz etkileyecektir.

Zemberek biçimbirimsel analiz sonucunda bir sözcük için birden fazla çözümleme içeren bir liste döndürdüğünde bu listenin ilk ögesi, o kelimenin Türkçe metinlerde en çok kullanılan çözümlemesidir. Fakat bu çözümleme her zaman o sözcüğün bulunduğu cümleye en uygun çözümleme değildir. Bu sebeple, özellikle uygulama açısından kritik yerlerde sözdizimsel analizine ihtiyaç duyulur.

Elimizdeki problemlerin doğası gereği cümle yapıları nispeten basit ve kurallıdır ve karmaşık sözdizimsel analizlere gereksinim duymamaktadır. Türkçe basit cümle yapılarına dair temel sözdizim bilgileri, biçimbirimsel analizdeki anlam bulanıklığından doğacak hataları gidermemizi sağlayabilir. Örneğin, Bölüm 3.1'deki 'alındı' sözcüğü cümlelerin eylemidir, fakat Zemberek'ten dönen listenin ilk elemanına bakıldığında bunun kökünün isim olarak bulunduğunu görürüz, halbuki Türkçe'nin kurallı cümle yapısına göre cümledeki son unsurun eylem olduğu bilinmektedir.

Bazen de cümle ortasında geçen bazı nesnelere isimleri Zemberek'ten dönen çözümleme listesinin ilk sırasındaki çözümlemede fiil olarak geçtiği gözlemlenmiştir. Bu duruma şu örneği verebiliriz: *Vazoda 7 gül var.* →

*Vazoda:*

[Kok:vazo, Tip:ISIM \ Ekler:ISIM\_KOK, ISIM\_KALMA\_DE]

Z:çözülemedi

gül:

[Kok:gül, Tip:FIIL \ Ekler:FIIL\_KOK]

[Kok:gül, Tip:ISIM \ Ekler:ISIM\_KOK]

var:

[Kok:var, Tip:FIIL \ Ekler:FIIL\_KOK]

[Kok:var, Tip:ISIM \ Ekler:ISIM\_KOK]

Görüldüğü gibi 'gül' sözcüğü cümle ortasında geçmesine rağmen, Zemberek birinci sıradaki çözümlemesinde bunların kökünü fiil olarak belirlemiştir.

APAÇ, Türkçe'nin basit ve kurallı cümle yapısına ait temel bilgileri göz önüne alarak işlem birimleri halindeki cümlelere sözdizimsel analiz uygular, işlem birimlerinin biçimbirimsel çözümlemelerinden hangisini kullanacağını belirleyerek işlem birimlerini problemin anlaşılması ve çözülmesi basamağını oluşturan anlamsal inceleme için hazır hale getirir.

Sözdizimsel analiz safhasında geliştirilen uygulama bazı ek işlemler de gerçekleştirir:

İsim ve sıfat tamlamaları oluşturan işlem birimleri tek birim altında toplanır:

|*bayan*|*öğretmen*| → |*bayan öğretmen*|

|*mavi*|*tebeşir*| → |*mavi tebeşir*|

|*ları*|*kovanı*| → |*ları kovanı*|

Birleşik fiiller veritabanı yardımıyla birleşik fiil meydana getiren işlem birimleri tek birimde birleştirilir:

|*satış*|*yapmak*| → |*satış yapmak*|

|*ziyan*|*etmek*| → |*ziyan etmek*|

Ortak bir tamlananı tamlayan ve virgülle ayrılarak yazılan sözcüklerin tamladıkları sözcüklerle birlikte işlem görmeleri için bu ortak tamlanan, hazırladığımız bir sonlu durum makinesi yardımıyla tamlayanlara dağıtılır:

|*Baloncül*|*7*|*sarı*|,|*5*|*kırmızı*|,|*2*|*mavi*|*balon*|*satıyor*|.  
|*Kaç*|*balon*|*sattı*|?| → |*Baloncül*|*7*|*sarı*|*balon*|,|*5*|*kırmızı*|*balon*|,|*2*|*mavi*|*balon*|*satıyor*|.  
|*Kaç*|*balon*|*sattı*|?|

### 3.4. Anlamsal İnceleme

Uygulama problemlerin çözümünde metinlerdeki aritmetik işlemleri ve atamaları işaret eden ipuçlarından faydalanılır. Bu ipuçlarına örnek olarak hal ekleri;

... *kalemlerinden dördünü Ali'ye verirse* ...

... *sınıftan 9 öğrenci ayrılıyor* ...

*Bir sepette 5 elma, 2 muz var* ...

sahiplik ekleri;

*15 tane kalemim var* ...

*Fatma'nın iki onluğu var* ...

tamlama ekleri;

*Cebimdeki 50 liranın yarısını Ahmet'e* ...

büyüklük/küçüklük/fazlalık/eksiklik ve kat işaret eden yapılar;

*Ali'nin Işıl'dan 5 fazla kalem var* ...

*Şule'nin balonları benimkinin 2 katıdır* ...

*Kemal kardeşinden 5 yaş büyükse* ...

ve eylemlerin sayısal değerler üzerindeki etkileri;

... *Oya 4 çiçek getirdi* ... (+)

... *3 kitap daha satın aldım* ... (+)

... Otobüsten 7 kişi inerse ... (-)  
... balonların 2 tanesi patladı ... (-)  
gösterilebilir.

Bir aritmetik değişimi işaret eden eylemler ve bunlara karşılık düşen aritmetik işlemler bir veritabanına kaydedilmiştir ve APAÇ gerektiğinde problemde geçen fiillerin işleme etkilerini öğrenmek için bu veritabanına başvurulur.

Anlamsal incelemede izlenen adımlar şöyle özetlenebilir:

- İşlem birimleri cümle listeleri halinde gruplanır ve sırayla her cümle analize alınır,
- Analize alınan cümle, içerisindeki ipuçlarına göre operasyonel parçalara bölünür,
- Her parça okunduktan sonra daha önceden eldeki problemler incelenerek hazırlanmış örüntüler arasından bu parçayla eşleşen örüntünün öngördüğü işlem gerçekleştirilir (atama, arttırma, eksiltme, çarpma veya bölme),
- Problemlerde geçen aktörler bir aktör listesine eklenir. Bu aktörlerin sahip olduğu varlıkları gösteren bir de varlık listesi vardır. Her operasyonel parça işlendiğinde gerekiyorsa aktör ve varlık listelerinde güncellemeler ve eklemeler yapılır,
- Problemin soru cümlesinde hangi aktörün (veya aktörlerin) sahip olduğu hangi varlığın sayısal değerinin sorulduğu tespit edilir ve ilgili listeden (veya listelerden) bulunarak sonuç üretilir.

Soru cümlesinde hangi iyenin hangi varlığının sayısal değerinin sorulduğu bazen çok açık verilmiş olabilir. İye ismi verilmeyebilir veya verilen varlık ismi, varlık listelerinde bulunamayabilir. Bu nedenle imalı ve karmaşık soru cümleleriyle karşılaşılabilen gerçeği göz önünde bulundurularak sonuç üretme aşaması mümkün olduğunca toleranslı çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

#### 4. Deneysel Sonuçlar

Programın başarısının tespiti için üç grup problem seti ile çalışılmıştır. Bunlardan ilki, birinci ve ikinci sınıf, ikincisi de üçüncü sınıf ilköğretim için hazırlanmış problem etkinlikleri kitaplarından alınmıştır. Üçüncü grup sorular ise önceki Türkçe çalışmaların bazılarında kullanılan sorulardan derlenmiştir. Aşağıda bu soru setlerindeki problemlere bazı örnekler verilmiştir. Tablo 1’de de soru setlerinden her biri için sistemin ürettiği doğru ve yanlış cevap sayıları verilmiştir.

“Sınıftaki balonların 7 tanesi patladı. 9 balon kaldı. Sınıfta kaç balon vardı?”

“Otobüste 13 kişi var. Önce 2 kişi sonra 4 kişi biniyor. Otobüste kaç yolcu vardır?”

“Hatice 29 yaşındadır. Ağabeyi Hatice'den 5 yaş büyüktür. İkisinin yaşları toplamı kaçtır?”

“Sepette 36 elma var. Burak, Murat, Hatice elmaları eşit paylaşıyorlar. Her biri kaç elma alır?”

“Bir inek 5 günde 45 litre süt veriyor. Bu inek 1 günde ortalama kaç litre süt verir?”

“Hangi sayının 5 fazlasının 20 eksiği 40 dır?”

**Tablo 1.** Sistemin üç grup soru seti için verdiği doğru ve yanlış cevap sayıları.

Kaynak	# Problem	Doğru	Yanlış	%
Soru Seti-1	91	81	10	0.89
Soru Seti-2	92	67	25	0.73
Karma	54	53	1	0.98

#### 5. Sonuç

Gerçekleştirilen uygulama ilköğretim birinci ve ikinci sınıf problemlerinde kayda değer doğruluk oranları sağlarken, bu oranın nisbeten daha imalı ve karışık sözdizimine sahip üçüncü sınıf problemlerinde düştüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca, örüntü tanıma yöntemlerinin sınırlı alandaki böylesi DDİ problemlerinde başarılı sonuçlar verebileceği de görülmüştür.

İleriki çalışmalar için; daha güncel ve eksiksiz bir biçimbirimsel analizcinin kullanımı, Türkçe için başarılı bir sözdizim modelinin ve analizi programın geliştirilmesi ve bunun kullanılması, veri tabanlarındaki bilgilerin çeşitlendirilip artırılması, dış dünyadaki kavramlara ait ilişkileri içeren bir ilişkiler ağının kullanımı çalışmanın başarısını hiç şüphesiz arttıracaktır.

#### 6. Kaynaklar

- [1] J. Weizenbaum, "ELIZA — A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine", Communications of the ACM 9, 1966.
- [2] D. G. Bobrow, Natural Language Input for a Computer Problem Solving System, Ph.D. Thesis, Department of Mathematics, MIT, Cambridge, Mass, 1964.
- [3] G. Novak, Computer understanding of physics problems stated in natural language, Ph.D. Thesis, Department of Computer Science, University of Texas at Austin, 1976.
- [4] A. C. C. Say, "Understanding Arithmetic Problems In Turkish", International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Vol. 15, No. 2, 359–374, 2001.
- [5] Ü. Çakıroğlu, "Türkçe Aritmetik Problemlerin Bilgisayarla Çözümü", Eleco, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı, Bursa, 2006.
- [6] D. Jurafsky, J. H. Martin, Speech and Language Processing, Prentice Hall, USA, 2009.
- [7] F.Derinöz-R.Bircan, "Problem Etkinlikleri", Öz Yayınları, İstanbul, 2008