

Bilişim Zirvesi'02

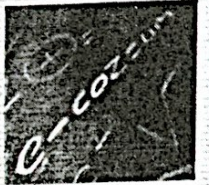


TBD  
TÜRKİYE  
BİLİŞİM DERNEĞİ



# TBD 19. BİLİŞİM KURULTAYI

e-DEVLET



TBD e-Devlet  
TBD e-Türkiye  
TBD Sektörel Çözümler

3-6 EYLÜL 2002

**BİLDİRİLER KİTABI**

Kaya Ramada Uluslararası Kongre Merkezi-Beylikdüzü / İSTANBUL

ISBN 975 - 96888-7-5

Türkiye Bilişim Derneği Yayınları: 17

Organizasyon: **semor**





# TBD 19. BİLİŞİM KURULTAYI

3-6 EYLÜL 2002

## BİLDİRİLER KİTABI

**GÜVENLİ ÇOĞA GÖNDERİMDE ANAHTAR AĞAÇLARI KULLANILARAK ANAHTAR YÖNETİMİ..... 99**

Sibel Yüksel, Bülent Öreç  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**KİMLİK TABANLI KRİPTO SİSTEMLER İLE GÜVENLİ VERİ AKTARIMI..... 109**

Murat Güncan  
A. Coşkun Sönmez  
Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

**TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze ..... 109**

İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**MRP UZMANI – ENNA (En Anlamlı Ağaç) AĞACI ..... 113**

Mustafa Dikgizmez, A. Coşkun Sönmez  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**ÇOK İŞLEVLİ PALETLİ ROBOT UYGULAMASI ..... 117**

Sabahattin Okur ve A. Coşkun Sönmez  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**UZAKTAN METOD İSTEME İLE SOHBET VE BEYAZ TAHTA İSTEMCİ VE SUNUCUSUNUN TANIMLANMASI VE YAPILANDIRILMASI ..... 121**

A. Çağatay Tunalı, Coşkun Sönmez  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**VERİ MADENCİLİĞİNDE HIZLI K-MEANS ALGORİTMASI ..... 127**

A. Cüneyd Tantuğ, Eşref Adalı  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**DEĞİŞEN ORTAMLARDA DİPLOİD GÖSTERİLİME DAYANAN BİR GENETİK ALGORİTMA YAKLAŞIMININ İRDELENMESİ..... 133**

A. Şima Uyar, A. Emre Harmancı  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**WDM AĞLARINDA ÇOKLU AKTARIM MEKANİZMALARINI VE YENİ BİR ALGORİTMA ..... 141**

M. Derin Harmancı ve Bülent Öreç  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

**ÇOK NÜFUSLU KARARLI HAL GENETİK ALGORİTMASI KULLANILARAK OTOMATİK ÇİZELGELEME ..... 149**

Ender Özcan ve Alpay Alkan  
Yeditepe Üniversitesi  
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Bilgisayar Mühendisliği

**SÖZLÜKSÜZ KÖKE ULAŞMA YÖNTEMİ..... 155**

Gülşen Cebiroğlu, Eşref Adalı  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

# SÖZLÜKSÜZ KÖKE ULAŞMA YÖNTEMİ

Gülşen Cebiroğlu ve Eşref Adalı  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul  
{adali, [gulsen](mailto:gulsen@cs.itu.edu.tr)}@cs.itu.edu.tr

## Özetçe

Doğal Dil İşleme alanında çalışanlar, Türkçe'nin özel bir durumunun olduğunu bilirler. Türkçe, bitişken bir dildir, kural tabanlıdır, sağlam ve bozulmamış bir yapısı vardır. Bir sözcük kök ve kökün sonuna eklenmiş eklerden oluşur. Ek sayısı ortalama 3-5 arasındadır. Bir Türkçe sözcüğün kökünün bilinmesi, sözcüğün temel anlamını verir. Her ek, sözcüğe yeni ancak herkesin anlayacağı bir anlam kazandırır. Bu nedenle, bir sözcüğün kökünün elde edilmesi ve eklerinin belirlenmesi önemlidir. Bir sözcüğün kökünü bulmak için veritabanına yerleştirilmiş bir sözlükten yararlanılabilir. Ancak Türkçe'nin kural tabanlı bir dil olması nedeniyle sözlük kullanmadan, sözcük köküne ulaşılabileceği iddia edilebilir. Bu çalışmada, sözlük kullanmadan, köke ulaşılabileceği kanıtlanmış ve bu yönde yeni algoritmalar geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları anlam verme süreci için kaynak oluşturacaktır.

## Giriş

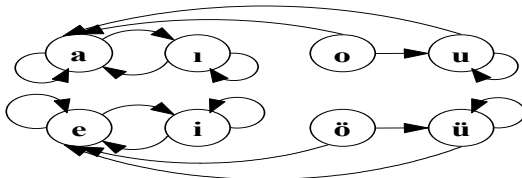
Türkçe, köken olarak Ural-Altay diller grubuna girmektedir. Türkçe kendiliğinden gelişmiş bir dilden çok, akademik bir kurulum oluşturduğu bir dile benzer. Kural tabanlıdır ve kurallarını bozmadan yaşayagelmıştır. Türkçe bitişken bir dildir; her sözcük bir kök ve bu kökün sonuna eklenmiş olan eklerden oluşur. Benzer durum Hint-Avrupa dillerinde de görülmektedir. Ancak Türkçede sık kullanılan eklerin sayısı 100 dolayındadır. Ayrıca bir köke peşpeşe 10 kadar ek eklenebilir, bu eklerin ekleniş sırası değişebilir, aynı ek birden fazla kullanılabilir. Bir ekin sözcüğe kazandırdığı anlam, kendisi eklenmeden önce oluşan sözcüğün anlamına bağlı olur. Türkçe'nin bu özelliği aşağıda bir örnek ile açıklanmıştır.

Göz  
Göz cü                      Gözlemek İşini Yapan  
Göz cü lük                 Gözcünün işi

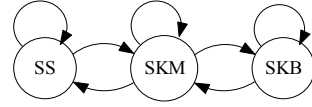
Göz  
Göz lem                    İncelemek  
Göz lem ci                 Gözlem Yapan Kimse  
Göz lem ci lik             Gözlemcinin İş

Bu örnekteki ekler: -lük, -lik, -cü, -ci, -lem 'dir.

Türkçe'nin en temel kuralları arasında sesli ve sessiz uyumu yer alır.[3] Türkçe'de 8 adet sesli harf "a, e, ı, i, o, ö, u, ü" ve 21 adet sessiz harf "b, c, ç, d, f, g, ğ, h, j, k, l, m, n, p, r, s, ş, t, v, y, z" bulunur.[9] Sesli uyumu Şekil-1 de, sessiz uyumu Şekil-2'de durum diyagramları ile gösterilmektedir.



Şekil-1: Sesli Uyumu



SS: "ç f h k p s ş t"  
SKM: "l m n r y"  
SKB: "b c d g ğ j v z"

Şekil-2: Sessiz Uyumu

Türkçe'de seslerin uyum kuralları, bu dilin anlaşılma oranını arttırmaktadır. Ayrıca kulağa hoş gelmesini sağlamaktadır. Yukarıdaki örnekte bazı eklerde sesli harflerin değişime uğradığı görülmektedir. cü → ci, lük → lik olmaktadır. Eklerdeki bu değişim ses uyumu kuralı gereği oluşmaktadır. Sessiz harfler için de bu tür uyum değişiklikleri görülebilir.

Bu çalışma temelde şu üç hedefe yönelik hazırlanmıştır:

1. Türkçe bir sözcüğün köküne ve eklerine ayrışması ile, sözcüğün anlamı net olarak ortaya çıkar.
2. Eklerin yalın halleri bellidir. Bu haller ses uyumuna göre değişim gösterebilir.
3. Eklerin diziliş biçimleri bellidir.

Yukarıdaki üç temel özelliğe bakarak, bir sözcüğün kök ve eklerine ayrıştırılmasının kurallaştırılabileceği iddia edilebilir. Başka bir deyişle, sözlük kullanmadan bir sözcüğün kökü ve ekleri bulunabilir. Bu çalışmada, bu sav kanıtlanmış ve bu amaçla gerçekleştirilen bir yazılımla sağlanması yapılmıştır. Geliştirilen yöntemde ekler, sözcükten, sonlu durum makineleri (SDM) yardımıyla, sondan başlanıp başa doğru gidilerek teker teker çıkarılır. Sözcükten, eklerin çıkarılması ile geriye kalan bölüm olası kök olarak kabul edilir. Bu özellik aşağıda arabaların sözcüğü üzerinde açıklanmıştır.

arabaların → arabalar → araba (sözcük kökü)

## Sözcük Ayrıştırma

İlk aşamada, tüm ekler 5 kümeye ayrılır:

- Yapım ekleri
- İsim çekim ekleri
- Ek-eylem ekleri
- Eylem zaman ekleri
- Eylem çekim ekleri

ve bu kümeler farklı tablolar halinde veri tabanına yerleştirilirler. Eklerin sayısı yaklaşık 100 adettir.[10][11] Veri tabanında hızlı arama yapabilmek için, eklerin ses uyumuna göre alacakları farklı yapılar türetilmiştir. Eklerde kullanılan kısaltmalar şöyledir:

U: ı,i,u,ü                      C: c,ç  
A: a,e                         I: ı,i  
D: d,t                         (): zorunlu olmayan harfler

Örnek: "-cU" eki -ci, -cı, -cu, -cü hallerini alabilir.

Morfolojik kurallar SDM'ler ile tanımlanabilir. Sözcük köküne ulaşmak için bu kurallar tersten yorumlanarak (sağdan → sola, sondan → başa doğru) sonlu durum

makineleri yeniden oluşturulur. Bu bağlamda oluşturulan kümelerin herbiri için bir ana modül tarafından yönetilen farklı modüller geliştirilmiştir. Bu modüller, her kümeye özgü oluşturulmuş sonlu durum makinelerinden ve modüller arası geçişlerin kontrolüne ait fonksiyonlardan oluşur. Kümelere özgü sonlu durum makinelerinin oluşturulması şu evrelerden geçerek gerçekleştirilir:

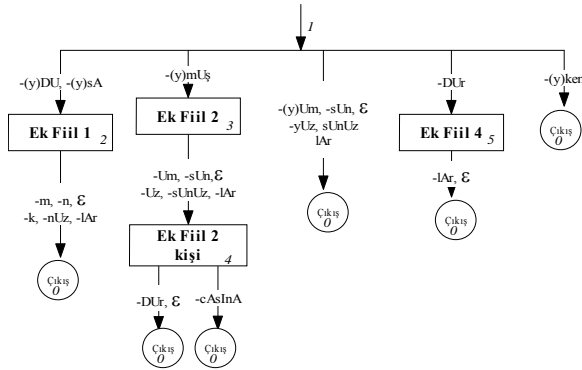
- Soldan sağa sonlu durum makinesinin oluşturulması
- Eklerin numaralandırılması ve veritabanına eklenmesi
- Soldan sağa sonlu durum makinesinde geçişlerin ters yönde gösterimi
- Boş geçişlerin elenmesi ve yeni durumların oluşturulması
- Sağdan sola sonlu durum makinelerinin oluşturulması.

Bu evreler Ek-eylem kümesi için aşağıda açıklanmıştır. Diğer ek kümeleri için, yapılan işlemler [7] sonucunda oluşturulan sağdan sola SDM'ler gösterilmiştir.

### Ek-eylem Kümesi

Ek-eylem ekleri, isim soylu bir sözcüğe getirilen zaman ve kişi eklerini içermektedirler.

**1. Evre:** Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması: Bu aşamada üzerinde çalışılan ek kümesi için, köke eklenirken uygulanması zorunlu olan sıralanmış kuralları bir sonlu durum makinesinde toplanır.



Şekil-3: Ek-eylem Kümesi Soldan Sağa SDM

Şekil-3'de Ek-eylem ekleri kümesi için oluşturulmuş soldan sağa SDM [2] görülmektedir. Sağdan sola sonlu durum makinesinin oluşum evrelerinde kullanılmak üzere, bu makinede durumlar numaralandırılmıştır. Oluşturulacak sistemde sözcükler sondan başa doğru, eklerin ekleniş sıralarının aksi yönünde incelenecekleri için, bu makinedeki sonlanma durumları (0 numaralı durumlar), yeni oluşturulacak makinenin başlangıç durumu olacaktır.

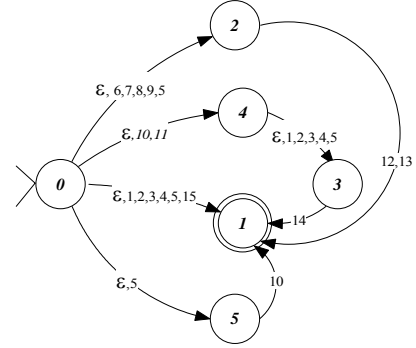
'çalışkan – miş – sınız' sözcüğü bu makine ile incelendiğinde, -(y)mUş eki ile 1 numaralı giriş durumundan 3 numaralı duruma, -sUnUz eki ile de bu durumdan 4 numaralı duruma geçilir. 4 numaralı durum ile çıkış durumu arasında boş geçiş (ε) bulunduğundan, çıkışa ulaşılır.

**2. Evre:** Eklerin Numaralandırılması: Bu aşamada üzerinde çalışılan kümedeki ekler numaralandırılarak ek tablosu oluşturulur. Bu tablo eklerin veritabanına yerleştirilmesi sırasında kullanılır. Oluşturulan sistemde ekler numaraları ile çağrılırlar. Tablo-1'de ek-eylem kümesi için oluşturulmuş ek tablosu görülmektedir.

Tablo-1: Ek-eylem Kümesi Ek Tablosu

1	-(y)Um	6	-m	11	-cAsInA
2	-sUn	7	-n	12	-(y)DU
3	-(y)Uz	8	-k	13	-(y)sA
4	-sUnUz	9	-nUz	14	-(y)mUş
5	-lAr	10	-DUr	15	-(y)ken

**3. Evre:** Birinci evrede oluşturulan soldan sağa SDM, ekleri sözcük sonundan başına doğru incelemek üzere ters çevrilir. Şekil-4'de ek-eylem kümesi için geçişler ters yönde gösterilmektedir. Şekil-3'de '0' olarak numaralandırılmış çıkış durumları birleştirilip, başlangıç durumu haline getirilmiştir. Bu makinede sonlanma durumu Şekil-3'deki '1' numaralı başlangıç durumudur. Geçişler üzerindeki numaralar, eklerin veri tabanındaki (Tablo 1) indisleridir.



Şekil-4: Ek-eylem K. Sağdan Sola SDM İlk Aşama

**4. Evre:** Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar: Geçişlerin ters yönde gösterimi ile, sağdan sola analiz yapan ancak belirgin olmayan bir SDM elde edilmiştir. Makinedeki boş geçişlerin elenmesi ve belirgin hale dönüştürülmesi ile ilgili işlemler aşağıda gösterilmektedir. İşlemlerde "" içinde bulunan rakamlar ek numaralarını, {} içinde bulunan rakamlar eski durum numaralarını, harfler ise oluşan yeni durumları belirtmektedirler. İşlemler sırasında ε-geçiş(T) fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyon, bir T durumundan 'ε' boş geçiş ile ulaşılabilen tüm durumları ve T durumunun kendisini de içeren bir durumlar kümesi oluşturur.

A kümesi içerisindeki durumlardan "1, 2, 3, 4" numaralı ekler ile geçilebilecek durumlar kümesi T={1, 3}'dür. T kümesi ε-geçiş fonksiyonuna [12] sokulduğunda {1, 3} kümesi elde edilir ve bu duruma yeni bir harf verilerek B durumu oluşturulur. İşlemler sonucunda '1' içeren yeni durumlar sonlanma durumları olarak kabul edilir.

A = {0, 1, 2, 3, 4, 5} için

"1, 2, 3, 4" : T={1, 3} → {1, 3} → B

"5" : T={2, 3, 1, 5} → {1, 2, 3, 5} → C

"6, 7, 8, 9" : T={2} → {2} → D

"10" : T={4, 1} → {1, 3, 4} → E

"11" : T={4} → {3, 4} → H

"12, 13, 14, 15" : T={1} → {1} → F

B = {1, 3} için

"14" : T={1} → F

C = {1, 2, 3, 5} için

"10, 12, 13, 14" : T={1} → F

D = {2} için

"12, 13" : T={1} → F

E = {1, 3, 4} için

"1, 2, 3, 4, 5" : T={3} → {3} → G

"14" : T={1} → F



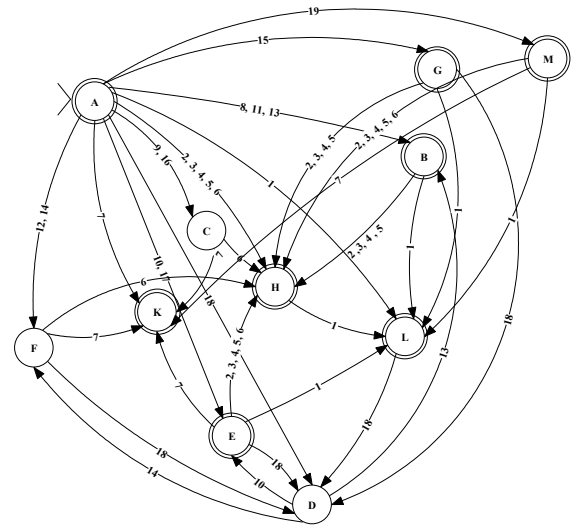
G = {3} için  
"14": T={1} → F

H = {3, 4} için  
"1, 2, 3, 4, 5": T={3} → {3} → G  
"14": T={1} → F

Oluşan Durumlar

A = {0, 1, 2, 3, 4, 5}  
B = {1, 3}  
C = {1, 2, 3, 5}  
D = {2}  
E = {1, 3, 4}  
F = {1}  
G = {3}  
H = {3, 4}

Başlangıç Durumu: A  
Sonlanma Durumları:  
A, B, C, E, F



Şekil-6: İsim Çekim Ekleri K. Sağdan Sola SDM

Örnek: etki-ler-den  
ek numarası: 18 1 15

Bu örnekte 15 numaralı ek A başlangıç durumundan G'ye, 1 numaralı ek G'den L'ye, 18 numaralı ek ("ki" eki) L'den D'ye geçişi sağlar. D bir sonlanma durumu olmadığından kendisinden bir önceki sonlanma durumu olan L son durum kabul edilir ve "etki" sözcük köküne ulaşılır.

### Yapım Ekleri Kümesi

Tablo-3: Yapım Ekleri Kümesi Ek Tablosu

1	-Uk	6	-An
2	-CU	7	-CA
3	-CUk	8	-IU
4	-IAş	9	-sUz
5	-IA		

Türkçe'de köke eklenen yapım eklerinin sıralanışı ile ilgili kuralların henüz kesinlik kazanmamıştır. Yapım eklerindeki bu tanımsızlık, bu ek kümesi için bir SDM tasarlanmasını imkansız kılar. Bu nedenle sadece bu kümeye özgü olarak, eklerin numaralandırılması ve veritabanına eklenmesi yeterli görülmüştür. Tablo-3'de yapılan çalışmada kullanılan yapım ekleri görülmektedir.

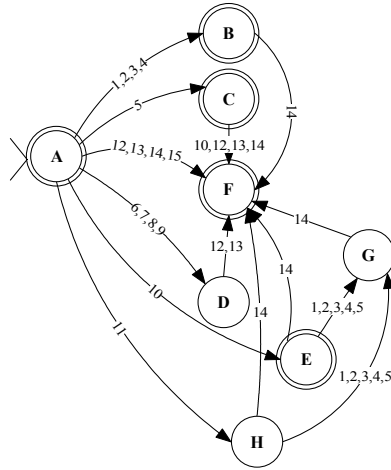
### Eylem Zaman Ekleri Kümesi

Eylem soylu sözcüklere getirilebilecek zaman ve kiş ekleri eylem zaman ekleri kümesi altında toplanmıştır. Tablo-4'de bu kümede yer alan ekler görülmektedir. Şekil-7'de görülen sağdan sola SDM'de olumlu ve olumsuz eylemler için iki farklı tip sonlanma durumu vardır. L, O ve Q durumları sadece olumsuz eylemler için sonlanma durumu kabul edilirler.

Tablo-4: Eylem Zaman Ekleri Kümesi Ek Tablosu

1	-(y)Um	11	-mAktA	21	-(y)UnUz
2	-sUn	12	-mAlI	22	-(y)Un
3	-(y)Uz	13	-m	23	-sUnIAr
4	-sUnUz	14	-n	24	-DUr
5	-IAr	15	-k	25	-(y)DU
6	-mUş	16	-nUz	26	-(y)sA
7	-(y)AcAk	17	-DU	27	-(y)mUş
8	-(U)r	18	-sA	28	-cAsInA
9	-Ar	19	-Ilm	29	-(y)ken
10	-(U)yor	20	-(y)A		

5.Evre: Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi: Oluşan yeni durumlar kullanılarak sağdan sola sonlu durum makinesinin son hali oluşturulur.



Şekil-5: Ek-eylem K. Sağdan Sola SDM Son Aşama

'çalışkan - mış - sınız' sözcüğü bu makine ile incelendiğinde, -sUnUz 4 numaralı ek ile A giriş durumundan B durumuna, -(y)mUş 14 numaralı ek ile B'den F'ye geçilir. Kökün son harfi olan -n 7 numaralı ek işlenmeye çalışıldığında F durumundan bu ek ile herhangi bir duruma geçiş olmadığından işlem durdurulur. F bir sonlanma durumu olduğundan olası kök "çalışkan" olarak kabul edilir.

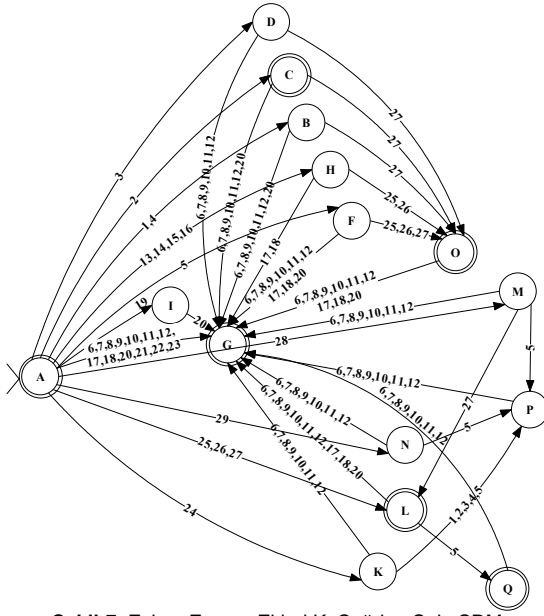
### İsim Çekim Ekleri Kümesi

İsim çekim ekleri kümesi için oluşturulmuş ek tablosu Tablo-2'de ve sağdan sola SDM Şekil-6'da görülmektedir.

Tablo-2: İsim Çekim Ekleri Kümesi Ek Tablosu

1	-IAr	11	-(y)A
2	-(U)m	12	-nA
3	-(U)mUz	13	-DA
4	-(U)n	14	-nDA
5	-(U)nUz	15	-DAn
6	-(s)U	16	-nDAn
7	-IArI	17	-(y)IA
8	-(y)U	18	-ki
9	-nU	19	-(n)cA
10	-(n)Un		

Ayrıştırma sonucunda ulaşılan son durumun sonlanma durumu olup olmadığı kontrol edilir, eğer değilse kendinden önce ziyaret edilmiş sonlanma durumu son durum olarak kabul edilip ayrıştırma yapılır.



Şekil-7: Eylem Zaman Ekleri K. Sağdan Sola SDM

Örnek: oku-yor-muş-um  
ek numarası: 10 6,27 1

Bu örnekte –muş eki iki farklı ek olabilir: miş’li geçmiş zaman veya rivayet eki. Hangisinin doğru olduğuna SDM yardımı ile karar verilir. Örnekte 1 numaralı ek A durumundan B’ye geçişi sağlar. B durumundan 6 numaralı ekle başka bir duruma geçiş olmadığından 27 numaralı ek ile O durumuna geçilir. Buradan 10 numaralı ek ile G durumuna geçilir ve ayrıştırma sonlanır. Bulunan “oku” köküne getirilen zaman şimdiki zamanın rivayeti olarak bulunur.

### Eylem Çekim Ekleri Kümesi

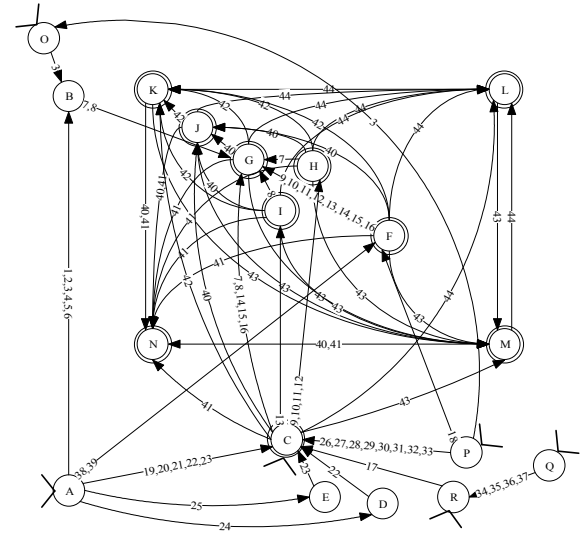
Kişi ve zaman ekleri dışında eylem soylu sözcüklere eklenen çekim ekleri eylem çekim ekleri kümesi altında toplanır. Bu küme karmaşık eylem, tasvir eylem ve çatı eklerini de içerir (Tablo-5). Eylem çekim ekleri kümesine farklı kümelerden giriş yapılabilir, bu sebeple bu küme birden çok başlangıç durumu içermektedir (Şekil-8).

Tablo-5: Eylem Çekim Ekleri Kümesi Ek Tablosu

1 -m	16 -(y)Akoy	31 -mAzllk
2 -zsIn	17 -mAk	32 -mA
3 -z	18 -(y)UcU	33 -(y)Uş
4 -yIz	19 -(y)Up	34 -Dan
5 -zsInIz	20 -(y)AlI	35 -DA
6 -zIAr	21 -DUkçA	36 -(y)IA
7 -mA	22 -(y)ArAk	37 -(y)A
8 -(y)AmA	23 -(y)UncA	38 -mAksIzIn
9 -(y)Adur	24 -DAn	39 -mAdAn
10 -(y)Uver	25 -yA	40 -(U)n
11 -(y)Agel	26 -(y)An	41 -(U)ş
12 -(y)Agör	27 -(y)AcAk	42 -(U)l
13 -(y)Abil	28 -(y)AsI	43 -Dur
14 -(y)Ayaz	29 -DUk	44 -(U)t
15 -(y)AkAl	30 -mUş	

Başlangıç Durumları:

- Ave R normal giriş
- P isim modülünden giriş
- C eylem zaman modülünden giriş
- O eylem zaman olumsuz giriş
- Q ek-eylem modülünden giriş



Şekil-8: Eylem Çekim Ekleri K. Sağdan Sola SDM

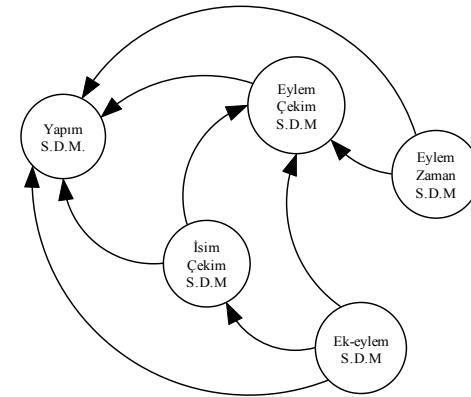
Örnek: Bu kümedeki O durumu, sadece kendisinden önceki durum eylem zaman ekleri kümesinin L, O veya Q olumsuzluk sonlanma durumlarından biri ise başlangıç durumu olarak kabul edilebilir.

Oku-yama-z-mış-ım  
ek numarası: 8 3

Bu örnekte “-ım” ve “-mış” ekleri eylem zaman ekleri modülü tarafından incelenir ve ‘O’ olumsuz sonlanma durumu ile sonlanır. Bu nedenle eylem çekim ekleri kümesinde ‘O’ olumsuz giriş kapısından başlanarak inceleme yapılır ve oku köküne ulaşılır.

### Ayrılmak SDM’lerin Bir Ana Makinede Birleştirilmesi

Türkçe bir sözcük, isimden eyleme yada eylemden isime dönüşebilir. Dönüşüm sırasında farklı kümelerden ekler alır. Bu nedenle, oluşturulmuş ayrılmak makinelerin bir ana sonlu durum makinesinde birleştirilmesi gerekir.



Şekil-9: Ana Sonlu Durum Makinesi

Örnek: Çağır-ma-dık-lar-ımız-dan-mış-sınız

- |        |                |                  |
|--------|----------------|------------------|
| -ma    | olumsuzluk eki | eylem çekim e.k. |
| -dık   | sıfat fiil eki | eylem çekim e.k. |
| -lar   | çoğul eki      | isim çekim e.k.  |
| -ımız  | 1.ç.k.iyelik   | isim çekim e.k.  |
| -dan   | den hali       | isim çekim e.k.  |
| -mış   | miş’li geçmiş  | ek-eylem e.k.    |
| -sınız | 2.ç.k          | ek-eylem e.k.    |

Bu örnekte olduğu gibi, bir sözcüğün ayrıştırılabilmesi için oluşturulmuş durum makineleri arasında kurallara bağlı geçişler yapılması gerekmektedir.

Şekil-9'daki ana makinede, çağırılan her modül ilk olarak sözcüğün bozulmamış hali üzerinde işlem yapar. Daha sonra, kendisinden önce çalışmış modüllerin sonuçları üzerinde kontroller yaparak işlemlerine devam eder.

### Dinamik Yapının Gerçeklenmesi

Türkçe bir sözcüğün ayrıştırılmasında birden fazla sonuç elde edilebilir. Bu durum dilin yapısının bir özelliğidir.

**Örnek:** oyuncakları

Oyuncakları sepete koydum.

Oyuncak-lar-ı kök + çoğul eki + i hali

Ayşe'nin oyuncakları çok güzel.

Oyuncak-lar-ı kök + çoğul eki + 3.tekil kişi iyelik

Ahmet ile Emine'nin oyuncakları kırıldı.

Oyuncak-lar-ı kök + 3.çoğul kişi iyelik

Geliştirilen uygulamada bu durum uygun veri yapıları tasarlanarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıştırma sırasında bulunan her ek için SDM numarasının, ek numarasının, ekin sözcük içerisindeki başlangıç adresinin ve ek açıklamasının tutulduğu bir düğüm oluşturulmuştur. Oluşan farklı ayrıştırma sonuçları dinamik bir liste kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

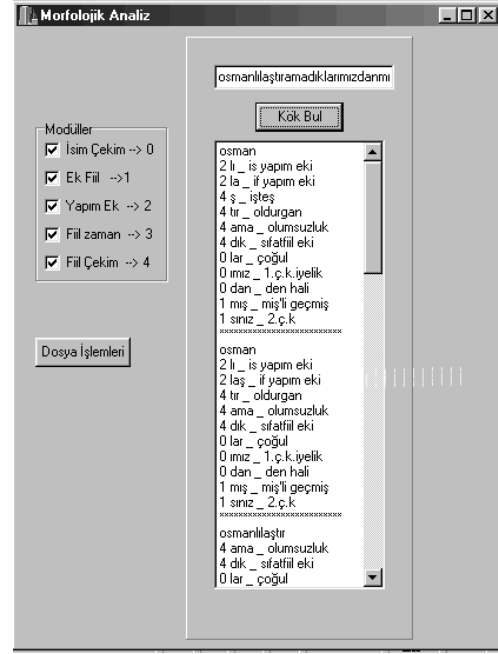
### Sonuçlar ve Öneriler

Giriş bölümünde, Türkçe'nin kural tabanlı bir dil olması nedeniyle sözlük kullanmadan, sözcük köküne ulaşılacağı savı öne sürülmüştür. Bu tezde, geliştirilen sistem ayrıntılı olarak anlatıp, örneklenilerek bu sav kanıtlanmıştır.

Sistem, bir sözcüğün sözlük kullanmadan, biçimbirimsel analizini yapmayı hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşmak için, bir sözcük köküne getirilebilecek tüm ekler beş küme altında toplanmış ve veritabanına yerleştirilmiştir. Her küme için, eklerin sondan başa doğru sözcüğe ekleniş sıralarını belirleyen sonlu durum makineleri geliştirilmiş ve bu makinelerin ortak çalışmasını sağlamak üzere bir ana sonlu durum makinesi tasarlanmıştır. Biçimbirimsel analizi yapılacak sözcükler bu ana makineye sokulmuş ve üzerilerindeki eklerden ayıklanarak, sözcük köküne ulaşıldığı görülmüştür. Gerçeklenen (<http://www.cs.itu.edu.tr/~gulsen/nlp/nlp.html>) yazılım, bir çok metin üzerinde denenmiş ve %98 başarı elde edilmiştir. Oluşan kural dışı durumlar, giderilmeye çalışılmıştır. Şekil-10'da örnek program çıktısı gösterilmiştir.

Geliştirilen yapıya yeni bir ek eklenmek istendiğinde, veri tabanındaki ilgili kümeye bu ek eklenmesi ve bu kümeye ait sonlu durum makinesinin güncellenmesi yeterlidir.

Bu tezde yapılan çalışmalardan yola çıkılarak, gelecekte öğrenen bir makine tasarlanması hedeflenebilir. Bu makine yazılı bir metni alıp, metin içerisindeki sözcüklerin biçimbirimsel analizini yaparak köklere ulaşacaktır. Bulduğu sözcük kökü kendi veritabanında kayıtlı değil ise, kullanıcıdan kök anlamını isteyerek, bu kökü öğrenecektir. Metin içerisindeki sözcük köklerinin anlamlarını öğrendikten sonra, köklere getirilen ekleri yorumlayarak sözcüklerin anlamlarına, buradan yola çıkarak da metnin anlamına ulaşacaktır. Bu makine, kendisine anlamsal inceleme yapılmak üzere verilen her metinde, yeni kökler öğrenecek ve kendi kök sözlüğünü oluşturacaktır.



Şekil-10: Örnek Program Çıktısı

### Kaynakça

- [1] Allen, J., 1995. Natural language understanding, Benjamin/Cummings Pub. Co., Redwood City, California.
- [2] Oflazer, K., 1994. Two-level Description of Turkish Morphology, Literary and Linguistic Computing, Vol. 9, Number 2.
- [3] Keçeci, H., 1996. Bir robot koluna kumanda eden doğal dil anlama sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Güngördü, Z. and Oflazer, K., 1995. Parsing Turkish using the Lexical-Functional Grammar Formalism, Machine Translation Vol. 10, Number 4.
- [6] Oflazer, K. and Kuruöz, I., 1994. Tagging and Morphological Disambiguation of Turkish Text, Proceedings of the 4th ACL Conference on Applied Natural Language Processing, Stuttgart, Germany October.
- [7] Cebiroğlu, G., 2002. Sözlüksüz Köke Ulaşma Yöntemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Köksal, A., 1975. Automatic Morphological Analysis of Turkish, *PhD Thesis*, Hacettepe University, Ankara.
- [9] Denny, J., 2000. Türk Dili Gramerinin Temel Kuralları, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları 620, Ankara.
- [10] Banguoğlu, T., 2000. Türkçenin Grameri, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları 528, Ankara.
- [11] Zülfikar, H., 1991. Terim Sorunları ve Terim Yapma Yolları, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları 569, Ankara.
- [12] Hopcroft, J., Motwani, R., Ullman, J., 2000. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Addison Wesley Pub., Boston, MA.