

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÖZLÜKSÜZ KÖKE ULAŞMA YÖNTEMİ

**Anabilim Dalı: Bilgisayar Mühendisliği
Programı: Bilgisayar Mühendisliği**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Gülşen CEBİROĞLU**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Eşref ADALI

MAYIS 2002

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında desteğini ve ilgisini eksik etmeyen hocam Prof. Dr. Eşref Adalı'ya teşekkürü bir borç bilirim.

İki yıl süresince bu çalışmayı destekleyen Garanti Bilişim Teknolojisi ve Ticaret T.A.Ş'ye, Garanti Teknoloji Genel Müdürü Sn. Hüsnu Erel'e ve tezin geliştirilmesi aşamasında değerli zamanını bana ayıran Garanti Teknoloji Genel Müdür Yardımcısı Sn. Rüştü Karaca'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, eğitim hayatımın her evresinde bana destek olan sevgili aileme herşey için çok teşekkür ederim.

Mayıs, 2002

Gülşen Cebiroğlu

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1 .BÖLÜM GİRİŞ	1
2 .BÖLÜM TÜRKÇE’NİN KURALLARI	3
2.1 Türkçe’de Ses Bilgisi	3
2.1.1 Ünlüler	3
2.1.2 Ünsüzler	8
2.2 Kök	13
2.3 Ekler	13
2.3.1 Çekim Ekleri	14
2.3.2 Yapım Ekleri	21
3 .BÖLÜM BİÇİMBİRİMSEL ANALİZ	23
3.1 Giriş	23
3.2 Yapım ekleri	25
3.3 İsim çekim ekleri	25
3.3.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması	25
3.3.2 Eklerin Numaralandırılması	28
3.3.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi	28
3.3.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar	30
3.3.5 Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi	34
3.4 Ek-eylem ekleri	37
3.4.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması	37
3.4.2 Eklerin Numaralandırılması	38
3.4.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi	38
3.4.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar	39
3.4.5 Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi	41
3.5 Eylem zaman ekleri	42
3.5.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması	42
3.5.2 Eklerin Numaralandırılması	44
3.5.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi	44
3.5.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar	46
3.5.5 Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi	48
3.6 Eylem çekim ekleri	51
3.6.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması	51
3.6.2 Eklerin Numaralandırılması	54
3.6.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi	55
3.6.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar	57

3.6.5	Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi	60
3.7	Modüllerin Birleştirilmesi	62
4	BÖLÜM YAZILIMIN AÇIKLANMASI	67
4.1	Veri Yapıları	67
4.2	Modüllerin Açıklanması	69
5	BÖLÜM SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	82
	KAYNAKLAR	83
	EK-A	84
	ÖZGEÇMİŞ	86

KISALTMALAR

SDM	:	Sonlu Durum Makinesi
E.	:	Ekleri
K.	:	Kümesi
Mod.	:	Modülü

TABLO LİSTESİ

Table-1 Nominal Verb Set Suffix Table	xii
Table-2 Nominal Set Suffix Table	xiv
Table-3 Derivational Set Suffix Table	xv
Table-4 Verb Tense Set Suffix Table.....	xv
Table-5 Verb Set Suffix Table	xvi
Tablo 2.1 Türkçe’de Ünlü Harfler	4
Tablo 2.2 Eklerde Bulunan Ünlüler	6
Tablo 2.3 Eklerde Ünlü Uyumu	8
Tablo 2.4 Türkçe’de Ünsüz Harfler	10
Tablo 2.5 Eklerde Bulunan Ünsüzler	12
Tablo 2.6 İyelik Ekleri	15
Tablo 2.7 İççekim Durum Ekleri	17
Tablo 2.8 Dışçekim Durum Ekleri	18
Tablo 2.9 Zaman Ekleri	19
Tablo 2.10 Kişi Ekleri	19
Tablo 3.1 Yapım Ekleri.....	25
Tablo 3.2 İsim Çekim Ekleri.....	28
Tablo 3.3 Ek-Fiil Ekleri	38
Tablo 3.4 Fiil Çekim Ekleri (1).....	44
Tablo 3.5 Fiil Çekim Ekleri (2).....	54

ŞEKİL LİSTESİ

Figure-1 Vowel Harmony	xi
Figure-2 Consonant Harmony	xi
Figure-3 Nominal Verb Set Left-Right FSM	xii
Figure-4 Nominal Verb Set Right-Left FSM (1 st phase)	xiii
Figure-5 Nominal Verb Set Right-Left FSM (2 nd phase).....	xiv
Figure-6 Inflexional Nominal Set Right-Left FSM	xv
Figure-7 Verb Tense Set Right-Left FSM	xvi
Figure-8 Inflexional Verb Set Right-Left FSM	xvii
Şekil 3.1 Sistem.....	24
Şekil 3.2 İsim Çekim E.K. Soldan Sağa SDM.....	26
Şekil 3.3 İsim Çekim E.K. Ters Gösterim	29
Şekil 3.4 İsim Çekim E.K. Sağdan Sola SDM.....	35
Şekil 3.5 Ekeylem E.K. Soldan Sağa SDM	37
Şekil 3.6 Ekeylem E.K. Ters Gösterim	39
Şekil 3.7 Ekeylem E.K. Sağdan Sola SDM	41
Şekil 3.8 Eylem Zaman E.K. Soldan Sağa SDM	43
Şekil 3.9 Eylem Zaman E.K. Ters Gösterim.....	45
Şekil 3.10 Eylem Zaman E.K. Sağdan Sola SDM	49
Şekil 3.11 Eylem Çekim E.K. Soldan Sağa SDM.....	52
Şekil 3.12 Eylem Çekim E.K. Ters Gösterim	56
Şekil 3.13 Eylem Çekim E.K. Giriş Kapıları	59
Şekil 3.14 Eylem Çekim E.K. Sağdan Sola SDM.....	60
Şekil 3.15 Modüller Arası Geçişler.....	63
Şekil 4.1 Veri Yapısı	68
Şekil 4.2 Örnek Veri Yapısı	69
Şekil 4.3 Gerçeklenen İşlemler	70
Şekil 4.4 AnaModül	70
Şekil 4.5 İsim Modülü.....	71
Şekil 4.6 Ek Bul	72
Şekil 4.7 Ekfiil Modülü.....	74
Şekil 4.8 İsim Yapım Modülü.....	75
Şekil 4.9 Fiil1 Modülü	77
Şekil 4.10 Fiil2 Modülü	78
Şekil 4.11 Kontrol	79
Şekil 4.12 Yazdır.....	80
Şekil A-1 Program Çıktısı 1	84
Şekil A-2 Program Çıktısı 2	85

SEMBOL LİSTESİ

- A : a veya e harfi yerine
C : c veya ç harfi yerine
D : d veya t harfi yerine
H : ı, i, u veya ü harfi yerine
I : ı veya i harfi yerine
() : içerisindeki harf ek içinde yer almayabilir
ε : boş geçiş

ÖZET

SÖZLÜKSÜZ KÖKE ULAŞMA YÖNTEMİ

Doğal Dil İşleme, yapay zeka uygulamalarının bir alt koludur. Bu alanda yapılan çalışmalar doğal dillerin bilgisayarla yorumlanmasını ve anlaşılmasını sağlayan sistemlerin oluşturulmasını hedefler.

Doğal Dil alanında yapılan çalışmalar iki kümeye ayrılabilir: 1° Dilden Bağımsız 2° Belli bir dile yönelik çalışmalar. Dilin nedensel olmadığını varsayanlar birinci yöntemi yeğlemişler ve çalışmalarını tüm doğal dillerin ortak yöntemlerle incelenebilirliği üzerine kurmuşlardır.

Türkçe'nin kurallı bir dil olması nedeniyle, doğal dil işlemede özel bir durumu vardır. Türkçe, bitişken bir dildir, kural tabanlıdır, sağlam ve bozulmamış bir yapısı vardır. Türkçe'de sözcük, kök ve kökün sonuna eklenmiş eklerden oluşur. Ek sayısı ortalama 3-5 arasındadır. 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 tezde, Türkçe'nin bu özelliklerine dayanarak geliştirilen, sözlük kullanmadan kök bulma yöntemi ve bu yönteme uygun olarak geliştirilen yeni algoritmalar gerçekleştirilen yazılım ile birlikte tanıtılmıştır. Yapılan çalışmada, bir sözcük köküne getirilebilecek ekler kümelerine ayrılmış ve veritabanına yerleştirilmişlerdir. Her küme için, eklerin sözcüğe getiriliş sıraları kurallaştırılarak, sonlu durum makineleri oluşturulmuştur. Kümelere özgü oluşturulan makineler birleştirilerek ortaya çıkan ana makine yardımıyla yapılan biçimbirimsel analizde, bir sözcüğe getirilen eklerin sondan başlanarak başa doğru sözcükten çıkarılması ile, sözcük köküne ulaşıldığı görülmüştür.

SUMMARY

ROOT REACHING METHOD WITHOUT DICTIONARY

Ones studying on Natural Language Processing area know that Turkish is a special case. Turkish language is an agglutinative and rule-based language. It has a robust and unchanged structure. A Turkish word consists of a root and suffixes, which has been affixed to this root. The average number of suffixes in a Turkish word is between 3 and 5. The core meaning of a word can be obtained from the word root. Each suffix adds a new, but understandable, meaning to the word. With this respect, it is important to resolve the root and suffixes of a word. It is possible to reach the root of a word by using a pre-defined dictionary in the database. However, it can be claimed that the root of a Turkish word can be determined without using a dictionary by the help of rule-based structure of Turkish language. In this study this claim was proved and new algorithms were developed. The results of this study will be a source for semantic analysis.

Turkish belongs to the Ural-Altaic family of languages. Turkish looks like a language, which has been developed by an academic board rather than a language formed spontaneously. Turkish is a rule-based language and these rules have been preserved during its life cycle. Turkish language is agglutinative and each word consists of a root and suffixes, which has been affixed to this root. This situation can be also observed in the Indo-European languages. However, in Turkish, the number of suffixes, which are used frequently, is approximately 100. In addition, a word root can take numerous suffixes up to about 10 successively and the order of these suffixes can vary. It is also possible to observe some suffixes more than once in a single word. The meaning of the word after adding the suffix is related to the meaning of the word before this addition. This property of Turkish language is shown in following example.

Göz	Eye
Göz lük	Eyeglasses
Göz lük çü	The person who sells eyeglasses
Göz lük çü lük	The job of selling eyeglasses

Göz	
Göz cü	Watchman
Göz cü lük	The task of watchman

Göz	
Göz lem	Observation
Göz lem ci	Observer
Göz lem ci lik	The job of observer

The suffixes used in this example: -lük, -lik, -çü, -ci, -lem

The consonant and vowel harmony are the most fundamental rules of Turkish language. There are 8 vowels “a, e, ı, i, o, ö, u, ü” and 21 consonants “b, c, ç, d, f, g, ğ, h, j, k, l, m, n, p, r, s, ş, t, v, y, z” in Turkish alphabet. The state diagrams of vowel and consonant harmony are shown in Figure-1 and Figure-2 respectively.

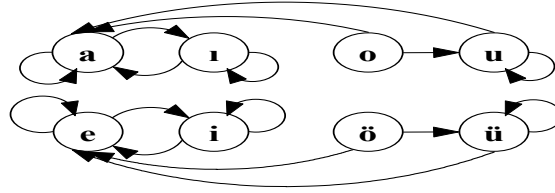
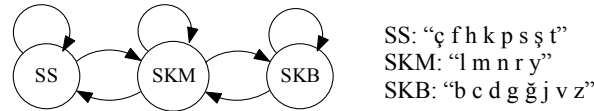


Figure-1
Vowel Harmony



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

Figure-2
Consonant Harmony

The sound harmony rules of Turkish make this language more understandable. In the previous example, the vowels of some suffixes have been altered to provide the sound harmony in the word. The suffix “cü” became “ci” and the suffix “lük” became “lik”. These suffixes change their vowels according to the law of vowel harmony but retain their meaning. The similar changes can be observed in consonants also.

This study is based on the following three targets:

- The meaning of a Turkish word can be attained evidently by decomposing this word into its root and suffixes.
- The plain states of the suffixes are definite and they can be changed to provide sound harmony.
- The suffixes in a word are arranged according to definite rules.

It can be claimed that the decomposition of a Turkish word can be formulated by using three fundamental rules mentioned above. In other words, the root and suffixes of a Turkish word can be found without using a dictionary. In this study, this claim was proved and validated by a computer program, which has been designed and developed for this specific purpose.

At first, all suffixes were separated into 5 sets: Derivational suffixes, inflexional noun suffixes, nominal verb suffixes, verb tense suffixes, inflexional verb suffixes. These sets were stored in the database in different tables. The number of suffixes is about 100. These suffixes can appear in different forms according to sound harmony. These possible forms were generated to search the database quickly.

The morphological rules can be defined with finite state machines. New finite state machines are created to reach the word root by using these morphological rules in

reverse order (from right to left). For each suffix set, a finite state machine (FSM) is designed. The creation process of these state machines is explained in following example for nominal verb suffixes set.

Example: The creation process of the *FSM for nominal verb suffixes set*

The creation of the FSM from left to right: The suffixes are affixed to word root according to definite ordering rules. At this level, these rules are aggregated in a FSM for current suffix set.

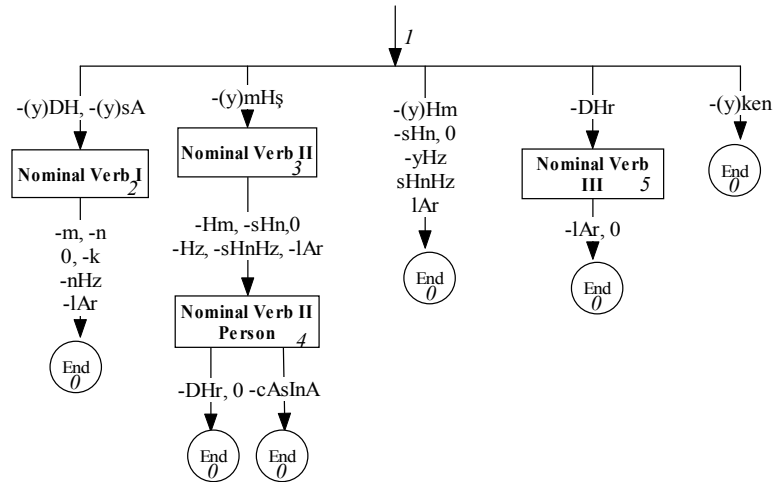


Figure-3
Nominal Verb Set Left-Right FSM

In Figure-3, a numerical value was assigned to each state. In following phases, these assigned numbers are used to express the states. The number “0” is assigned for the ending states. As the morphological rules will be used from bottom to top, “0” states will be accepted as the starting state in the new machine.

The analysis of the word ‘çalışkan – mış – sınız’ with this finite state machine gives following results: The suffix -(y)mHş makes a transition from input state 1 to state 3 then it is followed by the transition to state 4. Because of an empty transition between state 4 and the end state, we can directly reach to the ending state.

Numbering The Suffixes: At this level, the table of suffixes was created by numbering the suffixes in the current set. This table is used for storing the suffixes into the database.

Table-1
Nominal Verb Set Suffix Table

1	-(y)Hm	6	-m	11	-cAsInA
2	-sHn	7	-n	12	-(y)DH
3	-(y)Hz	8	-k	13	-(y)sA
4	-sHnHz	9	-nHz	14	-(y)mHş
5	-lAr	10	-DHr	15	-(y)ken

Presenting State Transitions in Reverse Order: At this step, the rules which are defined from left to right as in Figure-3, will be converted to a new structure in which all transitions are defined from right to left. In Figure-4, the assigned numbers have been used instead of suffixes. The character “ε” shows the empty transitions.

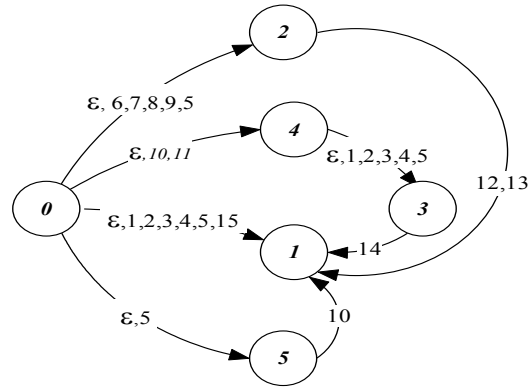


Figure-4
Nominal Verb Set Right-Left FSM (1st phase)

Eliminating Empty States, New States: The empty states must be eliminated in the finite state machines shown in Figure-3 and Figure-4, because these empty states can cause multiple transitions between states for a single suffix. 0 is the initial state and the other states reached from this state by an empty transition should be accepted as an initial state. The state A was created by combining these states and all possible transitions were analyzed individually. The empty transition between two states implies that these two states are in the same set. In the following operations, the numbers in quotes show the suffix numbers, the numbers in the curly braces show the old states and letters show the new states. The new state, which includes state 0 and 1 are accepted as initial and final state respectively.

For A = {0, 1, 2, 3, 4, 5}

“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

For B = {1, 3}

“14” : T={1} → F

For C = {1, 2, 3, 5}

“10, 12, 13, 14” : T={1} → F

For D = {2}

“12, 13” : T={1} → F

For E = {1, 3, 4}

“1, 2, 3, 4, 5” : T={3} → {3} → G

“14” : T={1} → F

For G = {3}

“14” : T={1} → F

For H = {3, 4}

“1, 2, 3, 4, 5” : T={3} → {3} → G

“14” : T={1} → F

New States

A = {0, 1, 2, 3, 4, 5}

B = {1, 3}

C = {1, 2, 3, 5}

Initial State: A

D = {2}

Final States: A, B, C, E, F

E = {1, 3, 4}

F = {1}

G = {3}

H = {3, 4}

The FSM from right to left: Figure-5 shows the new right-left FSM formed by using the new states.

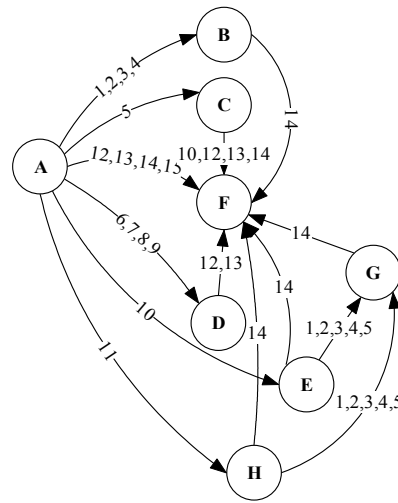


Figure-5
Nominal Verb Set Right-Left FSM (2nd phase)

When the word “caliskan-mis-siniz” is analysed with this finite state machine, the transition from the initial A state to B state occurs with the -sHnHz no:4 suffix and the transition from state B to state F occurs with the -(y)mHş no:14 suffix. When the last letter of the root of the verb, namely -n no:7, is reached, the process stops since there is no transition from the state F to any other state by using this suffix. It is checked if the latest state that was reached is a final state or not. If not, the root and suffixes are identified by accepting the latest final state visited as the final state.

Inflectional Nominal Suffixes Set: the suffix table (Table-2) and the FSM(Figure-6) are as the followings.

Table-2 Nominal Set Suffix Table

1	-lAr	6	-(s)H	11	-(y)A	16	-nDAn
2	-(H)m	7	-lArI	12	-nA	17	-(y)lA
3	-(H)mHz	8	-(y)H	13	-DA	18	-ki
4	-(H)n	9	-nH	14	-nDA	19	-(n)cA
5	-(H)nHz	10	-(n)Hn	15	-DAn		

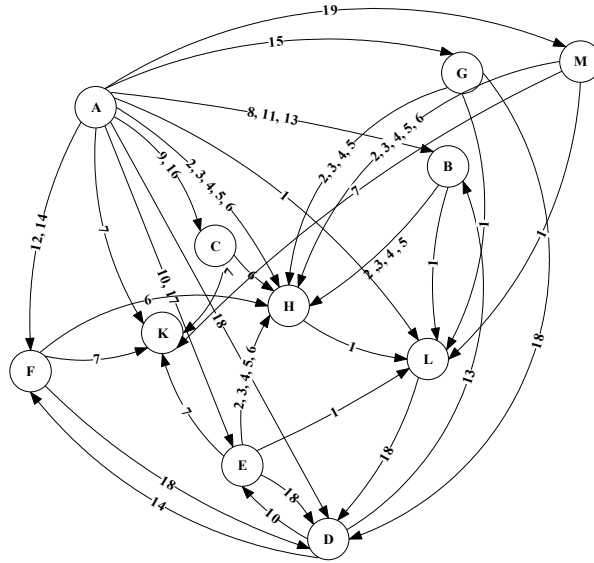


Figure-6
Inflexional Nominal Set Right-Left FSM

Initial state: A

Final states: A, B, E, G, H, K, L, M

Example: araba-da-ki-ler-den

Suffix number: 13-18- 1 - 15

In this example, the suffix 15 provides the transition from the initial state A to the state G, the suffix 1 from the state G to the state L, the suffix 18 from the state L to the state D, the suffix 13 from the state D to the state B.

Derivational Suffixes Set: the suffix table (Table-3) is as the following.

Table-3 Derivational Set Suffix Table

1	-lHk	6	-lAn
2	-CH	7	-CA
3	-CHk	8	-lH
4	-lAş	9	-sHz
5	-lA		

As the affixing rule of the Turkish derivational suffixes is not known yet, a FSM isn't build for this set.

Verb Tense Suffixes Set: the suffix table (Table-4) and the FSM(Figure-7) are as the followings.

Table-4 Verb Tense Set Suffix Table

1	-(y)Hm	7	-(y)AcAk	13	-m	19	-lIm	25	-(y)DH
2	-sHn	8	-(H)r	14	-n	20	-(y)A	26	-(y)sA
3	-(y)Hz	9	-Ar	15	-k	21	-(y)HnHz	27	-(y)mHş
4	-sHnHz	10	-(H)yör	16	-nHz	22	-(y)Hn	28	-cAsInA
5	-lAr	11	-mAktA	17	-DH	23	-sHnlAr	29	-(y)ken
6	-mHş	12	-mAlI	18	-sA	24	-DHr		

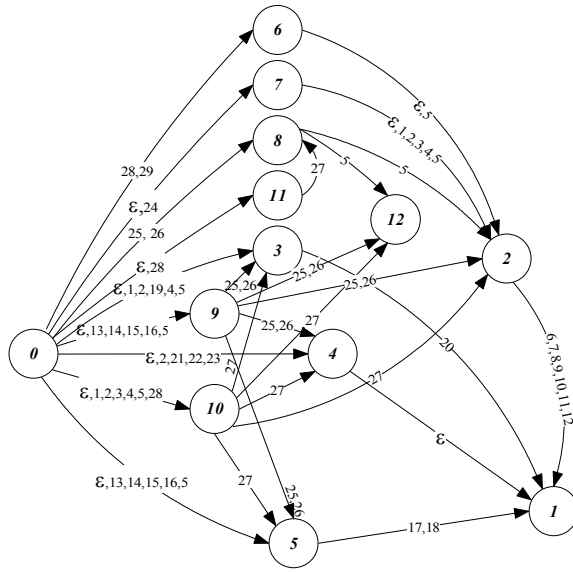


Figure-7
Verb Tense Set Right-Left FSM

Initial state: A

Final States: A, C, G, L, O, Q

L, O and Q states are accepted as final states only for negative endings.

Inflexional Verb Suffixes Set: the suffix table (Table-5) and the FSM(Figure-8) are as the followings.

Table-5 Verb Set Suffix Table

1 -m	16 -(y)Akoy	31 -mAzllk
2 -zsIn	17 -mAk	32 -mA
3 -z	18 -(y)HcH	33 -(y)Hş
4 -yIz	19 -(y)Hp	34 -DAn
5 -zsInIz	20 -(y)AlI	35 -DA
6 -zIAr	21 -DHkçA	36 -(y)lA
7 -mA	22 -(y)ArAk	37 -(y)A
8 -(y)AmA	23 -(y)HncA	38 -mAksIzIn
9 -(y)Adur	24 -DAn	39 -mAdAn
10 -(y)Hver	25 -yA	40 -(H)n
11 -(y)Agel	26 -(y)An	41 -(H)ş
12 -(y)Agör	27 -(y)AcAk	42 -(H)l
13 -(y)Abil	28 -(y)AsI	43 -DHr
14 -(y)Ayaz	29 -DHk	44 -(H)t
15 -(y)Akal	30 -mHş	

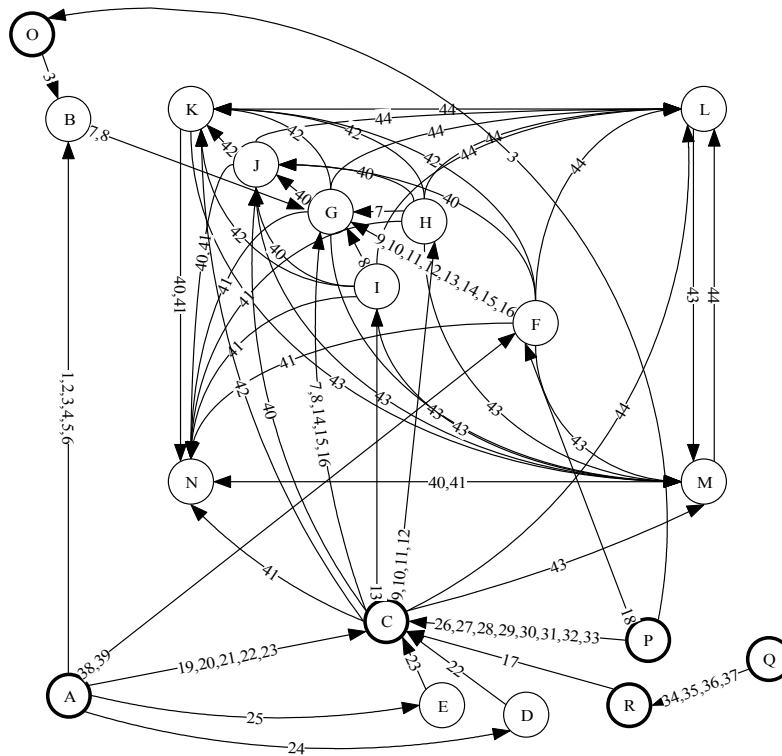


Figure-8
Inflexional Verb Set Right-Left FSM

Initial states:

- A and R regular start
- P start from the inflexional noun module
- C start from verb time module
- O negative start from verb time module
- Q start from nominal verb module

Final states:

- F, G, H, I, J, K, L, M, N, A, C, P, Q, O

As the current set can be entered from different sets, this set has more than one starting points.

Example: The O state in this set can be accepted as the starting point if it's previous state is one of the L, O or Q negative final states of verb time set.

The joining of discrete finite state machines in a main machine: The suffixes that can be affixed to a single word can be elements of different sets. A main FSM is designed to make the transitions between discrete FSMs available. In the morphological analysis done using the main machine, it is seen that the word root is obtained by affix stripping from the end towards the start.

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Doğal Dil İşleme insanların okuma, yazma, konuşma ve duymadaki yeteneklerine yaklaşacak modeller geliştirmeye hedefleyen bir araştırma konusudur[1]. Bilimsel olarak dilin doğasını araştıran bu çalışma alanı, uygulama da insan-makine iletişimini etkinleştirmeyi, güçlendirmeyi hedeflemektedir. Dünyada bu konudaki araştırmalarda ortak çalışan disiplinler şöyle sıralanabilir: yapay us, dilbilim, filozofi ve psikoloji. Doğal dil işleme kullanım alanlarından bazıları ise şöyledir: Bilgisayarlı çeviri, metin anlama ve üretme, veri tabanı doğal dil arabirimleri, bilgisayar destekli öğretim, metin hazırlamada yardımcı uygulamalar vb... Bu alandaki bilgi düzeyleri ses, biçimbirim, sözdizim bilgisi ve anlamsal bilgi olmak üzere dört ana başlıkta toplanabilir.

Doğal Dil alanında yapılan çalışmalar iki kümeye ayrılabilir: 1° Dilden Bağımsız 2° Belli bir dile yönelik çalışmalar. Dilin nedensel olmadığını varsayanlar birinci yöntemi yeğlemişler ve çalışmalarını tüm doğal dillerin ortak yöntemlerle incelenebilirliği üzerine kurmuşlardır.

Ural-Altay diller grubuna giren Türkçe'nin kurallı bir dil olması nedeniyle, doğal dil işlemede özel bir durumu vardır. Türkçe kendiliğinden gelişmiş bir dilden çok, akademik bir kurulun oluşturduğu bir dile benzer. Sağlam ve bozulmamış bir yapısı vardır. Bitişken bir dildir: her sözcük bir kök ve kökün sonuna eklenmiş eklerden oluşur. Ek sayısı ortalama 3-5 arasındadır. 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 tezde, Türkçe'nin bu özelliklerine dayanarak geliştirilen, sözlük kullanmadan kök bulma yöntemi ve bu yöntemine uygun olarak geliştirilen yeni algoritmalar

gerçeklenen yazılım ile birlikte tanıtılmıştır. Yapılan çalışmada, bir sözcük köküne getirilebilecek ekler kümelere ayrılmış ve veritabanına yerleştirilmişlerdir. Her kümeye özgü sonlu durum makineleri geliştirilmiş ve bu makinelerin ortak çalışmasını sağlamak üzere bir ana sonlu durum makinesi tasarlanmıştır.

Doğal dil işleme konusunda Türkçe ile ilgili yapılmış ve bu teze kaynak oluşturan çalışmalar şöyledir: Oflazer'in "Two-Level Description of Turkish Morphology" [2], Keçeci'nin "Bir Robot Koluna Kumanda Eden Doğal Dil Anlama Sistemi" [3], Bozşahin'in "Turkish Natural Language Processing Initiative: An Overview" [4], Güngördü'nün "A Finite-State Kernel Architecture for Turkish Natural Language Processing" [5] ve "Parsing Turkish using the Lexical-Functional Grammar Formalism" [6], Kuruöz'ün "Tagging and Morphological Disambiguation of Turkish Text" [7], Solak'ın "Design and Implementation of a Spelling Checker for Turkish" [8], Erenler'in "Designing and Building an Adjective Lexicon for Turkish Based on a Million Word Corpus" [9], Köksal'ın "Automatic Morphological Analysis of Turkish" [10], adlı çalışmaları.

Türkçe üzerinde şimdiye kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde, bir sözcüğün biçimbirimsel incelemesinde şu ortak yaklaşımın olduğu görülür: İncelemesi yapılacak sözcük, veritabanındaki bir sözlükte aratılarak benzer sözcük kökleri bulunur ve sözcük içerisinde bu köklere eklenen ekler baştan sona doğru gidilerek incelemeleri yapılır. Bu çalışmada ise sözcük sondan başlanarak başa doğru eklerinden ayklanır ve olası köke sözlük kullanmadan ulaşılır.

Tez dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra gelen, "Türkçe'nin Kuralları" adlı ikinci bölümde, tez kapsamında kullanılan Türkçe dilbilgisi konuları tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde, Türkçe bir sözcüğün sözlük kullanmadan biçimbirimsel analizinin yapılabilmesi geliştirilmiş algoritmalar ve sonlu durum makineleri tanıtılmıştır. Dördüncü bölüm, gerçekleştirilen yazılımın modüllerinin ve kullanılan veri yapısının tanıtımına ayrılmıştır. Beşinci ve son bölüm "Sonuç ve Öneriler" bölümüdür. Gerçeklenen yazılımın program çıktıları Ek-A'da gösterilmiştir. Programın kodu Ek-B'de diskette bulunmaktadır.

2.BÖLÜM

TÜRKÇE’NİN KURALLARI

Türkçe, köken olarak Ural-Altay diller kümesine girmektedir. Türkçe kendiliğinden gelişmiş bir dilden çok, akademik bir kurulun oluşturduğu bir dile benzer. Kural tabanlıdır ve kurallarını bozmadan yaşaya gelmiştir. Türkçe bitişken bir dildir; her sözcük bir kök ve bu kökün sonuna eklenmiş olan eklerden oluşur. Bu bölümde, Türkçe’nin temel özellikleri bu tezin gerektirdiği ölçüde tanıtılmıştır.

2.1 Türkçe’de Ses Bilgisi

Ses vücudumuzdan üç evreden geçerek çıkar.[11] [12] Ciğerlerimiz tarafından ileriye doğru itilen hava gırtlaktan geçerek boğaza ve ağız boşluğuna gelir. Boğazımız gırtlak, yemek borusu, ağız ve burun yollarını birleştiren bir noktadır. Dudakların, dilin, alt çenenin ve damağın hareket etmesiyle sesler oluşur. Bu organlar, soluk verme anında havanın rahatça çıkabilmesi için ayrı durdukları zaman oluşan seslere sesli veya ünlü adı verilir. Öte yandan, bu organlar sıkışık havanın geçişinde duyulabilir bir ses çıkarmak için birbirlerine yaklaştıkları zaman oluşan seslere ise sessiz veya ünsüz adı verilir.

2.1.1 Ünlüler

Türkçe çok fazla sesli kullanan bir dildir ve bütün hecelerini seslilerle kurar. Dilimizde başlıca sekiz ünlü bulunmaktadır. Bunlar:

“a, e, ı, i, o, ö, u, ü”

sesleridir. Seslilerin oluşumunu dil, dudak ve alt çenenin hareketleri sağlar. Dilin ileri ve geri, dudağın düz ve yuvarlak, alt çenenin düşük ve yüksek durumlara geçmesi ile oluşabilecek sekiz çeşit boğumlanma, bize sekiz çeşit seslinin oluşumunu sağlar. Ünlüleri bu organların hareketlerine göre sınıflandırabiliriz.

Ünlülerin Sınıflandırılması

Dilin Hareketine göre:

Dilin geriye çekilmesiyle oluşan ünlülere kalın sesliler adı verilir. Bunlar a, ı, o, u seslileridir. Dilin ileriye gelmesi ile oluşan ünlülere ise ince sesliler adı verilir. Bunlar e, i, ö, ü seslileridir.

Dudağın Hareketine göre:

Dudakların düz ve yayvan bir şekil alması ile ortaya çıkan ünlülere düz sesliler adı verilir. Bunlar a, e, ı, i seslileridir. Dudakların yuvarlak ve büzülmüş bir şekil almasıyla oluşan ünlülere ise yuvarlak sesliler adı verilir. Bunlar o, ö, u, ü seslileridir.

Alt Çenenin Hareketine göre:

Alt çenenin çok düşük bir hal alması ile, ağız boşluğu geniş bir haldeyken oluşan ünlülere geniş sesliler adı verilir. Bunlar: a, e, o, ö seslileridir. Alt çenenin az düşük bir hal alması ile, ağız boşluğunu dar bir haldeyken oluşan ünlülere ise dar sesliler adı verilir. Bunlar ı, i, u, ü seslileridir.

Bu özelliklere göre Türkçe'nin ünlüleri için yapılan sınıflandırma Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1
Türkçe'de Ünlü Harfler

		İnce	Kalın
Düz	Geniş	e	a
	Dar	i	ı
Yuvarlak	Geniş	ö	o
	Dar	ü	u

Ünlü Uyumu

Türkçe'de bir sözcüğün seslerinin başlıca sesleşme ve boğumlanma bakımından uyum sağlamalarına ses uyumu veya ses benzeşmesi denir. Sözcüklerde, sesli harfler

arasında meydana gelen benzeşmeye ünlü uyumu veya sesli uyumu denir. Ünlü uyumu kurallarında, bir sözcüğün ilk hecesindeki sesli harfin özelliği, kendinden sonra gelen hecedeki sesli harfin özelliğini belirler. Büyük ve küçük ünlü uyumu olmak üzere iki çeşit kural vardır.

Büyük Ünlü Uyumu

Seslilerin, dilin ileri geri durumu yani kalınlık ve incelik bakımından benzeşmesine büyük ünlü uyumu adı verilir. Bu kurala göre, bir sözcüğün ilk hecesindeki sesli harf kalın ise, ondan sonra gelen hecelerdeki seslilerin tümü kalın olmalıdır. Aynı şekilde, bir sözcüğün ilk hecesindeki sesli harf ince ise, ondan sonra gelen hecelerdeki seslilerin tümü de ince olmalıdır.

Örnek:

“oturmak” sözcüğünde ilk hecede bulunan sesli harf ‘o’ bir kalın seslidir. Büyük ünlü uyumuna göre bu heceden sonra gelen hecelerdeki sesli harflerin hepsi kalın olmalıdır. ‘u, a’ seslileri kalındır. Sözcük büyük sesli uyumuna uymaktadır.

“gözlemlemek” sözcüğünde ilk hecede bulunan sesli harf ‘ö’ bir ince seslidir. Büyük ünlü uyumuna göre bu heceden sonra gelen hecelerdeki sesli harflerin hepsi ince olmalıdır. ‘e, e, e’ seslileri incedir. Sözcük büyük sesli uyumuna uymaktadır.

Küçük Ünlü Uyumu

Seslilerin, dudağın ve alt çenenin hareketine göre yani düzlük-yuvarlaklık ve darlık-genişlik bakımından benzeşmesine küçük ünlü uyumu adı verilir. Bu kurala göre, bir sözcüğün ilk hecesindeki harf düz sesli ise (a, e, ı, i), ondan sonra gelen hecelerdeki seslilerin de düz sesli olması gerekir. Bir sözcüğün ilk hecesindeki sesli yuvarlak ise (o, ö, u, ü), ondan sonra gelen hecelerdeki sesliler ya düz-geniş (a, e) yada dar-yuvarlak (u, ü) olur.

Örnek:

“hakim” sözcüğünde ilk hecede bulunan sesli harf ‘a’ bir düz seslidir. Küçük ünlü uyumuna göre bu heceden sonra gelen hecelerdeki sesli harfler de düz sesli olmalıdır. ‘i’ seslisi düzdür. Sözcük küçük sesli uyumuna uymaktadır.

“ölümcül” sözcüğünde ilk hecede bulunan sesli harf ‘ö’ bir yuvarlak seslidir. Küçük ünlü uyumuna göre bu heceden sonra gelen hecelerdeki sesli harfler ya düz-geniş

yada dar-yuvarlak olmalıdır. ‘ü, ü’ seslileri dar-yuvarlaktır. Sözcük küçük sesli uyumuna uymaktadır.

Eklerde Görülen Ünlüler

Türkçe’de ünlülerden iki tanesi sadece sözcüğün ilk hecesinde yer alırlar, bunlar ‘o’ ve ‘ö’ harfleridir. Bu nedenle bu harflere ikinci ve daha sonraki hecelerde ve dolayısıyla eklerde rastlanmaz. Eklerde rastlanan ünlülerin sayısı iki adet geniş ve dört adet dar ünlü olmak üzere altıdır. Eklerde bulunan ünlülerin şeması Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2
Eklerde Bulunan Ünlüler

	Düz		Yuvarlak
İnce	e	ı	u
Kalın	a	i	ü
	Geniş	Dar	

‘o’ ünlüsünün çekim ekinde görüldüğü tek durum –iyor ekinde. Bu istisna şimdiki zaman çekim eki olan –iyor ekinin eski Türkçe’de yürümek anlamında ayrı bir sözcük olmasından kaynaklanır.

Eklerin başında yer alan ünlü harfler asil ve yardımcı ünlüler olmak üzere ikiye ayrılabilirler. Bir ekin başındaki ünlünün asil mi, yardımcı mı olduğu, o ek ünlü ile biten bir sözcüğe getirildiği zaman anlaşılır. Böyle bir durumda, asil sesliler yerinde kalır, yardımcı sesliler kaybolur. Tez kapsamında eklerin gösteriminde yardımcı sesliler parantez içerisinde gösterilmişlerdir. Yardımcı sesliler daima dar ünlülerdir (ı, i, u, ü).

Örnek: -(i)m 1. tekil şahıs eki yardımcı bir ünlü ile başlar.

“kalemim” kalem sessiz harf ile biten bir sözcük olduğu için ekte herhangi bir harf düşmesi görülmedi.

“odam” odam sesli harf ile biten bir sözcük olduğu için ekin başındaki dar ünlü düştü ve ‘-m’ eki sözcüğe getirildi.

Ekin başındaki ünlü asil ise sözcük sesli harf ile bitse bile, ekteki ilk sesli düşmez. Bu durumda ortaya çıkan ses boşluğunu doldurmak için araya bazı sessizler girer. Bu sessiz genellikle ‘y’ harfidir ama bazı durumlarda ‘n, s, ş’ harflerinin de bu görevi üstlendiği görülür. Tez kapsamında araya giren bu ünsüzler de parantez içinde gösterilmiştir.

Örnek: -e hali ekindeki ‘e’ harfi bir asil ünlüdür. Bu durumda sesli harf ile biten bir eke getirildiğinde önüne ‘y’ harfini alır. Ek şu şekilde gösterilir: -(y)e

“trene” tren sessiz harf ile biten bir sözcük olduğu için asil sesli ile başlayan –e hal eki önüne herhangi bir sessiz almamıştır.

“tekneye” tekne sesli harf ile biten bir sözcük olduğu için –e hal eki önüne bir ‘y’ sessizi almıştır.

Eklerde Ünlü Uyumu

Ekler tek heceli ve çok heceli olmak üzere iki grupta incelenirler. Tek heceli eklerde, sözcüğe getirilmiş olan ek, sözcüğün son ünlüsü ile ünlü uyumu kurallarına uygun olarak uyuma girer. Bu kurala uymayan üç adet ek vardır, bunlar “–ki”, “–ken” ve “–daş” ekleridir. Çok heceli eklerde ise, ekin ilk hecesindeki ünlü sözcüğün son ünlüsü ile ünlü uyumu kurallarına uygun olarak uyuma girer. Ekin bu heceden sonraki hecelerindeki ünlüler ise ilk hecedeki ünlüye uyarlar.

Örnek:

“okul-um” -m 1.tekil kişi iyelik ekinin önündeki yardımcı sesli okul sözcüğünün son seslisi olan ‘u’ ile sesli uyumuna girmiştir.

“araba-ları” -ları 3.çoğul kişi iyelik ekinin ilk seslisi araba sözcüğünün son seslisi ile ünlü uyumuna girmiş, ekin son seslisi ise ekin ilk seslisi ile ünlü uyumuna girmiştir.

Ekte bulunan bir sesli harf, ünlü uyumuna girdiğinde uğradığı değişiklikte yapısında bulunan darlık özelliğini korur. Başka bir deyişle, geniş bir sesli olan ‘e’ değişime uğradığında yine geniş olarak kalmalıdır. Bu durumda ‘e’ seslisi sadece yine geniş bir sesli olan ‘a’ seslisine dönüşür. Aynı şekilde ekte bulunan dar bir sesli yerini sadece diğer dar seslilere bırakabilir. Başka bir deyişle dar bir sesli olan ‘i’, ünlü uyumuna girerek değişime uğradığında yalnızca ‘ı, u, ü’ dar seslilerine dönüşebilir.

Örnek:

“tren-e” “okul-a” ismin –e hali getirildiği sözcüğün son seslisine göre sadece –e veya –a olabilir.

“iste-di” “ara-dı” “oku-du” “gör-dü” -di’li geçmiş zaman ekindeki dar sesli getirildiği sözcüğün son harfiyle uyuma girdiğinde sadece diğer dar seslilere dönüşebilir. Bu ek –de veya –da haline dönüştüğünde artık aynı ek olmaz, anlam değiştirir ve ismin –de hali olur.

Tez kapsamında geniş ünlüler olan ‘e’ ve ‘a’ harflerinin birarada gösterimi ‘A’ şeklindedir. Dar sesliler olan ‘i’, ‘ı’, ‘u’ ve ‘ü’ harflerinin birarada gösterimi ise ‘H’ şeklindedir.

Yukarıda açıklanan kuralların birleşimi Tablo 2.3’de gösterilmektedir.

Tablo 2.3
Eklerde Ünlü Uyumu

	sözcüğün son harfi	ekteki ünlü (dar ise)	ekteki ünlü (geniş ise)
ince	e, i	i	e
	ö, ü	ü	
kalın	a, ı	ı	a
	o, u	u	

2.1.2 Ünsüzler

Ünsüzler genellikle ses yolunun bir noktada kapanması veya daralması sonucunda çıkan seslere denir. Dilimizde 21 adet ünsüz harf bulunmaktadır. Bunlar

“b, c, ç, d, f, g, ğ, h, j, k, l, m, n, p, r, s, ş, t, v, y, z”

sesleridir. Ünsüzleri çıkışlarındaki özelliklere göre üç çeşit sınıflandırmaya tâbi tutabiliriz. Bunlar: 1. Ses tellerin titreşimine göre 2. Ses yolunun durumuna göre 3. Çıkaklarına göre sınıflandırmadır.

Ünsüzlerin Sınıflandırılması

Sert ve Yumuşak Ünsüzler

Türkçede ünsüzler, ses tellerinin titreşime uğrayıp uğramamasına göre sert (tonsuz) ve yumuşak (tonlu) ünsüzler olmak üzere ikiye ayrılır:

Sert Ünsüzler (Ses telleri titreşmeden oluşurlar):

“ç, f, h, k, p, s, ş, t”

Yumuşak Ünsüzler (Ses tellerinin titreşmesiyle oluşurlar):

“b, c, d, g, ğ, j, l, m, n, r, v, y, z”

Sürekli ve Süreksiz Ünsüzler

Ünsüzler oluşumları sırasında ses yolunun dar yada kapalı olmasına göre sürekli ve süreksiz ünsüzler olmak üzere ikiye ayrılırlar:

Sürekli Ünsüzler (Ses yolunun dar olduğu durumda oluşurlar):

“f, ğ, h, j, l, m, n, r, s, ş, v, y, z”

Süreksiz Ünsüzler (Ses yolunun kapalı olduğu durumda oluşurlar):

“b, c, ç, d, g, k, p, t”

Dudak, Diş ve Damak Ünsüzleri

Çıkak bir ünsüzün boğumlanma noktasına verilen addır. Türkçede ünsüzler, çıkaklarına göre üç ana gruba ayrılırlar. Bunlar Dudak, diş ve damak ünsüzleridir.

İki dudağın birbirine veya alt dudağın üst dişlere dokunması yada yaklaşması sonucu oluşan sessizlere dudak ünsüzleri denir. Bunlar b, p, m, v, f sessizleridir. Çıkış farklarına göre bu grup ta kendi içinde ikiye ayrılır: çift dudak ünsüzleri ve diş-dudak ünsüzleri. İki dudağın yaklaşması veya dokunması sonucu çıkan seslere (b, m, p) çift dudak ünsüzleri, altdudağın üstdişlere değmesi ile oluşan seslere (v, f) ise diş-dudak ünsüzleri denir.

Dilin üst dişlere dokunması veya yaklaşması ile oluşan sessizlere diş ünsüzleri adı verilir. Bunlar d, t, c, ç, j, ş, z, s, n, l, r sesleridir. Bu grupta kendi içinde ikiye ayrılır. Dilin üst dişlere dokunması veya yaklaşması ile oluşan sessizlere (d, t, z, s, n, l, r) asıl diş ünsüzleri, dilin tacı ile dişetleri arasından çıkan sessizlere (j, ş, c, ç) ise dişeti ünsüzleri denir.

Dil sırtı ile damağın yaklaşması veya temas etmesi sonucu ortaya çıkan sessizlere damak ünsüzleri denir. Bunlar k, g, ğ, y sesleridir. Kendi aralarında asıl damak ünsüzleri (k, g, ğ, y), ve gırtlak ünsüzleri (h) olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Bu özelliklere göre Türkçe'nin ünsüzleri için yapılan sınıflandırma Tablo 2.4'de verilmiştir.

Tablo 2.4
Türkçe'de Ünsüz Harfler

		Sürekli		Süreksiz	
		Sert	Yumuşak	Sert	Yumuşak
Dudak	çift dudak		m	p	b
	diş dudak	f	v		
Diş	asıl diş	s	z, n, l, r	t	d
	dişeti	ş	j	ç	c
Damak	asıl damak		ğ, y	k	g
	gırtlak	h			

Ünsüz Uyumu

Ünsüz uyumu, bir diğer deyişle sessiz uyumu sözcük içerisinde yer alan sessiz harflerin sertlik veya yumuşaklık bakımından birbirleri ile uyum içerisinde olmalarına verilen addır. 21 ünsüz harf bulunduran Türkçe'de 8 adet sert sessiz ve 13 adet yumuşak sessiz vardır.

Sert Sessizler: ç, h, f, k, p, s, ş, t

Yumuşak Sessizler: b, c, d, g, ğ, j, l, m, n, r, v, y, z

Yumuşak sessizler kendi aralarında sert karşılığı olanlar ve olmayanlar üzere iki bölüme ayrılırlar.

Sert Karşılığı bulunan yumuşak sessizler: b, c, d, g, ğ, j, v, z

Sert Karşılığı bulunmayan yumuşak sessizler: l, m, n, r, y

Bu sınıflandırmadan yola çıkılarak, ünsüz uyumu kanunları şöyle sıralanabilir:

- Sert sessizlerden sonra, sert sessizler ve sert karşılığı bulunmayan yumuşak sessizler gelebilir.
- Sert karşılığı olmayan yumuşak sessizlerden sonra bütün sessizler gelebilir.
- Sert karşılığı bulunan yumuşak sessizlerden sonra bütün yumuşak sessizler gelebilir.

Örnek:

“öğretmen” sözcüğündeki sessiz harfler sırayla ğ, r, t, m ve n harfleridir. Bunlardan ilki olan ‘ğ’ sert karşılığı bulunan bir yumuşak sessizdir. Bu yüzden kendinden sonra gelen harf bir yumuşak sessiz olmalıdır. ‘r’ harfi bu kurala uyar. ‘r’ harfi sert karşılığı bulunmayan bir yumuşak sessizdir. Bu yüzden arkasından gelen harf herhangi bir sessiz olabilir. ‘t’ harfi bir sert sessizdir, arkasından gelen harf ya bir sert sessiz, ya da sert karşılığı bulunmayan bir yumuşak sessiz olmalıdır. ‘n’ harfi sert karşılığı bulunmayan bir yumuşak sessizdir ve kurala uyar. Sözcük ünsüz uyumuna uygundur.

“kitap”	‘k’	sert sessiz	
	‘t’	sert sessiz	
	‘p’	sert sessiz	sözcük ünsüz uyumuna uyar.
“rasathane”	‘r’	sert karşılığı bulunmayan yumuşak sessiz	
	‘s’	sert sessiz	
	‘t’	sert sessiz	
	‘h’	sert sessiz	
	‘n’	sert karşılığı bulunmayan yumuşak sessiz	

Eklerde Görülen Ünsüzler

Bazı ünsüzler eklerde hiç görülmezler. Bunlar “b, v, f, h, j” ünsüzleridir. Ekin başında hiçbir zaman ‘p’ ve ‘z’ ünsüzleri bulunmazlar. “y, n, ş” ancak ses boşluğunu doldurmak için sözcük ile ek arasına getirilmiş bir ünsüz ise ekin başında bulunabilirler. Bu kurallar göz önüne alınarak çıkarılan sonuç şöyledir (Tablo 2.5): bir ekin başında sadece “d, t, c, ç, g, k, s, m, l” harfleri ve nadiren ‘r’ harfi bulunabilir.

Tablo 2.5
Eklere Bulunan Ünsüzler

		Sürekli		Süreksiz	
		Sert	Yumuşak	Sert	Yumuşak
Dudak	çift dudak		m	p	
Diş	asıl diş	s	z, n, l, r	t	d
	dişeti	ş		ç	c
Damak	asıl damak		ğ, y	k	g

Eklere Ünsüz Uyumu

Ekin başında bulunan süreksiz sessizler (b ve p hariç, bunlar bulunamazlar), eklendikleri sözcüğün son harfi ile uyuma girerler. Sözcüğün son harfinin sert sessiz veya yumuşak sessiz oluşuna göre, ekin başındaki sessiz harf şu değişimleri gösterebilir: d↔t, c↔ç, g ↔k Sözcüğün son sesi sert sessiz ise ilk harf sert sessiz, yumuşak sessiz ise ilk harf yumuşak sessiz olur.

Örnek:

“cam-da” “koltuk-ta” ismin –de hali çekim eki yumuşak sessiz ile biten bir sözcüğe eklendiğinde ‘d’ yumuşak sessizi ile, sert sessiz ile biten bir sessize eklendiğinde ise ‘t’ sert sessizi ile başlar.

“şeker-ci” “börek-çi” –ci yapım eki yumuşak sessiz ile biten bir sözcüğe eklendiğinde ‘c’ yumuşak sessizi ile, sert sessiz ile biten bir sözcüğe eklendiğine ‘ç’ sert sessizi ile başlar.

“çekin-gen” “çalış-kan” –gen fiilden sıfat yapan yapım eki ses yumuşak sessiz ile biten bir sözcüğe eklendiğinde ‘g’ yumuşak sessizi ile, sert sessiz ile biten bir sözcüğe eklendiğine ‘k’ sert sessizi ile başlar.

Tez kapsamında ‘d’ ve ‘t’ ünsüzlerinin birarada gösterimi ‘D’ şeklindedir. ‘c’ ve ‘ç’ ünsüzlerinin birarada gösterimi ‘C’ şeklindedir.

2.2 Kök

Eklemeli diller kümesinde bulunan Türkçe'nin yapı bilgisinin temel konularını sözcük kökleri ve ekler oluşturur. Sözcükler bir veya birkaç heceden meydana gelen, anlam taşıyan ses öbekleridir. Sözcükten ekler çıkarıldıktan sonra geriye kalan anlamlı, bölünemez en küçük dil birliği köktür.

Sözcüğün çekirdeği kabul edilen kökler, bazı istisnalar dışında hemen hemen hiç değişiklik göstermezler. Kökler çoğunlukla tek heceden oluşurlar. İki heceden oluşan kökler bulunmaktadır ancak üç heceli kök sayısı oldukça azdır. Köklere çeşitli çekim ve yapım ekleri eklenerek sözcükler oluşturulur. Türkçe'de kökler “isim soylu” ve “eylem soylu” olmak üzere iki kümeye ayrılırlar. Soyut ve somut varlıkları veya onların nitelik, durum ve ilişkilerini gösteren köklere isim soylu kökler denir. Ekmek, kedi, düş, yeşil, üst bunlara örnek olarak verilebilir. Doğada olup bitenleri ve hareketleri anlatan köklere ise eylem kökleri denir. Oku- okuma hareketinin adı , ak-akma olayının adı, koş- koşma hareketinin adıdır. İsim köklerinin tümce içinde yalın halleriyle bulunabilmelerine karşın eylem kökleri yalın halleriyle kullanılmazlar.

Bazı istisnalar dışında, bir kök aynı anda hem eylem hem isim kökü olamaz. Öte yandan bir isim kökü çeşitli ekler alarak, eyleme dönüşebilir. Aynı şekilde bir eylem kökü de çeşitli eklerle isim haline dönüşebilir. Bu yolla durum değiştirmiş kökler, yeniden çeşitli ekler alarak eylemden isime yada isimden eyleme dönüşebilirler. Örneğin bir isim kökü olan veda, -laş eki alarak vedalaş eylemine, -ma eki alarak vedalaşma ismine dönüşebilir.

Kökler sözcük ortasında yada sonunda bulunmazlar. Baştaki hecenin tekrarlanması dışında, bütün kökler daima sözcük başında bulunurlar.

2.3 Ekler

“Ekler, Türkçe'nin üretkenliğini sağlayan, ona yeni imkanlar veren biçimlerdir.” [13] Türkçe'de kökler “isim soylu” ve “eylem soylu” olmak üzere iki kümeye ayrılırlar. Bu iki küme ayrı ayrı ekler alırlar. Bu özellikten ötürü ekler “isim ekleri” ve “eylem ekleri” olarak ikiye ayrılırlar. Ekler eklendikleri köklere ses kurallarına uygun olarak benzeşirler.

Ekler işleyişleri yönünden ise çekim ekleri ve yapım ekleri olmak üzere iki ana kümede toplanırlar. Çekim ekleri sözcüğün anlamını ve sınıfını değiştirmeden, onlara hal, sayı, durum, zaman, kişi gibi anlamlar katarlar. Yapım Ekleri ise eklendiği köklerde anlam değişikliği yaratarak yeni sözcükler türetirler.

Ekler dünya dillerinde karşımıza üç türde çıkmaktadırlar. Bunlar önek, içek ve soneklerdir. Türkçe’de (sadece Türkçe sözcükler için) sonek kullanılır: ekler kök ve gövdelere eklenmiş son eklerdir. Eklerin tek başlarına anlamları yoktur ve bu yüzden sözcük dışında tek başlarına kullanılamazlar. Türkçe’de yapım ekleri, çekim eklerinden önce gelir.

2.3.1 Çekim Ekleri

Çekim Ekleri durum, iyelik, çoğul, zaman, kişi ve eylem eklerinden oluşur. Bu kümede yer alan ekler, tümce kurarken gerekli olan eklerdir. Sözcük türetmek, sözcüklerin anlamlarını değiştirmek amacıyla kullanılmazlar. Tümcede sözcük kümelerinin kurulmasını, isimlerin eylemlere bağlanmasını sağlarlar. Çekim eklerinin kök üzerinde sıralanışı belli esaslara dayalıdır. [13]

Bu alt bölümde tez kapsamında ele alınan çekim ekleri tanıtılacaktır. Eklerin gösteriminde kullanılan kısaltmalar şöyledir:

- A a veya e harfi yerine
- C c veya ç harfi yerine
- D d veya t harfi yerine
- H ı, i, u veya ü harfi yerine
- I ı veya i harfi yerine
- () içerisindeki harf ek içinde yer almayabilir

Çoğul Eki

Aynı cinsten birden çok varlığı anlatmak için kullanılan ve isimlere eklenen –lAr çekim ekine çoğul eki denir. Diğer çoğu ek gibi eklendiği sözcük ile sesli uyumu kurar ve –ler yada –lar olmak üzere iki durumda görülür.

araba-lar, insan-lar, kedi-ler

Kimi zaman sayıca değil, miktarca çokluğu anlatmak için de kullanılırlar.

kanlar içinde

Özel isimlere eklendiklerinde topluluk isimleri oluştururlar

Osmanlılar, Türkler, Ayşeler (Ayşe ve ailesi)

İyelik Ekleri

İsime eklenen bu ekler, eklendiği sözcüğe aitlik anlamı katar. Üçü tekil, üçü çoğul olmak üzere altı tanedir (Tablo 2.6). Ek geldiği ismin anlamında bir değişiklik yapmaz, ayrı bir kavram taşır ve bu kavramla isim arasında ilişki kurar. Bu nedenle diğer eklerden ayrılarak ek halinde zamir sayılırlar.

Tablo 2.6
İyelik Ekleri

Kişi	Ek	Örnek
1. tekil kişi	-(H)m	kedim, dolabım
2. tekil kişi	-(H)n	kedin, dolabın
3. tekil kişi	-(s)H	kedisi, dolabı
1. çoğul kişi	-(H)mHz	kedimiz, dolabımız
2. çoğul kişi	-(H)nHz	kediniz, dolabınız
3. çoğul kişi	-lArI	kedileri, dolapları

3. çoğul kişi ekinde -lAr çoğul eki asıl zamir eki olan -I dan önce gelir. Bu yolla oluşturulmuş sözcükler çoğul yapılmak istendiğinde -lAr ekleri çakışır ve bir tanesi düşer (arabalarları değil arabaları). Böylece bir sözcüğün birden çok anlam ifade etmesi durumu ortaya çıkar. 3. tekil ve çoğul kişi iyelik eklerinden sonra gelen bütün çekim eklerinin başına -n sessizi gelir. Bu özellikleri tanıtan örnekler aşağıda sıralanmıştır.

Örneğin *çocukları* sözcüğünün alabileceği farklı anlamlar şunlardır:

<i>çocuk-ları</i>	3. çoğul kişi iyelik eki
<i>çocuk-lar-ı</i>	çoğul eki + 3. tekil kişi iyelik eki
<i>çocuk-lar-ı</i>	çoğul eki + -i durum eki

Yılın çifti Ahmet ile Ayşe'nin *çocukları* Ozan ile Onur ikizdirler.

Anlam: çok kişinin birden çok ortak çocuğu

Ayşe ile Fatma'nın *çocukları* arkadaşlar.

Anlam: çok kişinin birden çok ve ayrı çocuğu

Ayşe'nin *çocukları* Ozan ve Onur ikizdirler.

Anlam: tek kişinin birden çok çocuğu

Çocukları parka götürdüm.

Anlam: birden çok çocuk

3. tekil ve çoğul kişi iyelik eklerinden sonra gelen çekim eklerinde farklılıklar aşağıda verilmiştir:

annemi	anne-m-i	1.t.k.i + -i durum eki
annesini	anne-si-ni	3.t.k.i + -i durum eki
annelerini	anne-leri-ni	3.ç.k.i + -i durum eki
annemden	anne-m-den	1.t.k.i + -den durum eki
annesinden	anne-si-nden	3.t.k.i + -den durum eki
annelerinden	anne-leri-nden	3.ç.k.i + -den durum eki

Durum Ekleri

Durum ekleri ismi isme veya ismi eyleme bağlayan eklerdir. On kadar isim durumu vardır, bunları sözdizimindeki işlevliklerine göre ikiye ayırabiliriz: İççekim durumları, dışçekim durumları. [12]

İsimlerin 6 iççekim durumları (Tablo 2.7) vardır. Bunlar ismin yalın hali, -i hali, -e hali, -de hali, -den hali ve -in halleridir. Yalın hali ismin eksiz halidir. Tümce içinde en yaygın kullanılışı özne şeklindedir.

Çocuk camı kırdı, köpek havladı.

Yükleme durumu olarak da adlandırılan –i hali, ismi geçişli eylemlere veya eylemsilere bağlar.

Yazıyı sildim, çocuğu dövdü.

Yönelme, girme hali olarak da adlandırılan –e hali ismi geçişli eylemlere, eylemsilere yada edatlara bağlar.

Eve gittim, deftere yazdım.

Bulunma durumu olarak da adlandırılan –de hali, ismi eylemlere veya eylemsilere bağlar.

Okulda sınav olduk, bahçede top oynadım.

Çıkma, uzaklaşma durumu olarak da adlandırılan –den hali, ismi çekimli eylemlere, filimsilere yada edatlara bağlar.

Okuldan döndüm, sabahtan beri kar yağıyor.

İlgi durumu olarak da adlandırılan –in haline tamlayan durum eki de denir. Bu ek ismi başka bir isme veya edata bağlar.

arabanın arkası, çocuğun

Tablo 2.7
İççekim Durum Ekleri

Ek	Ek Adı	Örnek
-	yalın hali	araba, okul
-(y)H	-i hali	arabayı, okulu
-(y)A	-e hali	arabaya, okula
-DA	-de hali	arabada, okulda
-DAn	-den hali	arabadan, okuldan
-(n)Hn	tamlama	arabanın, okulun

İsimlerin 4 dışçekim halleri (Tablo 2.8) vardır. Bunlar ismin –le hali, -ce hali, -li hali, -siz halleridir. –le hali eklendiği sözcüğe birliktelik anlamı, -ce hali görelilik anlamı, -li hali sahip olma, birlikte olma, bulundurma anlamı, -siz hali yoksunluk anlamı katar.

Tablo 2.8
Dışçekim Durum Ekleri

Ek	Ek Adı	Örnek
-(y)lA	birliktelik	arkadaşla
-cA	görelilik	arkadaşça
-lH	sahiplik	arkadaşlı
-sHz	yoksunluk	arkadaşsız

İlgi Eki

İsimlere getirilen bir diğer çekim eki de –ki ilgi ekidir. Bu ek getirildiği sözcüğe ait olma ve sahiplik anlamları katar. Birkaç istisna dışında sesli uyumuna girmez.

çocuğunki, okuldaki

Kural dışı: *düinkü, bugünkü*

Zaman Ekleri

Eylemlerin oluştuğu zamanı belirten çekim eklerine zaman ekleri (Tablo 2.9) adı verilir. Beş ana zaman ve beş yardımcı zamandan oluşurlar. Şimdiki zaman, geçmiş zaman, dolaylı geçmiş zaman, gelecek zaman ve geniş zaman ekleri ana zaman ekleridir. Yardımcı zamanlar, emir, sürerlik, gereklilik, istek ve dilek eklerinden oluşurlar. Bu eklerin yanı sıra üç adet bileşik zaman eki bulunmaktadır. Bunlar hikaye bileşik zaman, rivayet bileşik zaman ve şart bileşik zaman ekleridir. Bileşik zaman ekleri, zaman eki almış fillere eklenir.

Kişi Ekleri

Eylemleri bir kişiye bağlı olarak ifade etmeye yarayan çekim eklerine kişi ekleri adı verilir. Bu ekler kendilerinden önce eyleme eklenmiş olan zaman eklerine göre çeşitlilik gösterirler. Kişi ekleri (Tablo 2.10); geçmiş zaman ve dilek-şart kipine eklenenler (tip 1), şimdiki, gelecek, dolaylı geçmiş, geniş, gereklilik ve sürerlik zamanlarına eklenenler (tip 2), istek kipine eklenenler (tip 3) ve emir kipine eklenenler (tip 4) olarak dörde ayrılırlar.

Tablo 2.9
Zaman Ekleri

Ek	Ek Adı	Örnek
-(H)yor	şimdiki zaman	koşu-yor
-DH	geçmiş zaman	koş-tu-m
-mHş	dolaylı geçmiş z.	koş-muş
-(y)AcAk	gelecek zaman	koş-acak
-(H)r, -Ar	geniş zaman	koş-ar
-mAktA	sürerlilik	koş-mak-ta
-	emir kipi	koş
-mAII	gereklilik	koş-malı
-sA	dilek-şart kipi	koş-sa
-(y)A	istek kipi	koş-a
-(y)DH	hikaye bileşik z.	koş-muş-tu
-(y)mHş	rivayet bileşik z.	koş-uyor-muş
-(y)sA	şart bileşik zaman	koş-muş-sa

Tablo 2.10
Kişi Ekleri

Kişi	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
1. tekil	-m	-(y)Hm	-(y)Hm	-
2. tekil	-n	-sHn	-sHn	-
3. tekil	-	-	-	-sHn
1. çoğul	-k	-(y)Hz	-lIm	-
2. çoğul	-nHz	-sHnHz	-sHnHz	-(y)Hn, -(y)HnHz
3. çoğul	-lAr	-lAr	-lAr	-sHnlAr

Örnek:	yap-tı-k	geçmiş zaman	+ 1. çoğul kişi eki
	yap-ıyor-uz	şimdiki zaman	+ 1. çoğul kişi eki
	yap-a-lım	istek kipi	+ 1. çoğul kişi eki

Eylem Çekim Ekleri

Zaman ve kişi eklerinden farklı olarak eylemlerin sonuna getirilen ve bu eylemlere zaman, tarz ve tasvir anlamı katan çekim ekleri bulunur. Bu ekler karmaşık eylem ekleri ve tasvir eylem ekleri olmak üzere iki sınıfta toplanabilir.

Karmaşık eylem ekleri, eylemlerin sonuna gelerek zaman ve tarz anlamları taşıyan eylemler oluştururlar. Bu eklerden bazıları şöyledir: -mHş, -(y)AcAk, -mA, -mAzlhk, -mA, -(y)Hş, -(y)An, -(y)AcAk, -DHk, -(y)AsH ...

Örnek: Gördüklerini anlatacak sözcükler bulamadı. Bu örnekteki “gör” eylem köküne eklenen -dHk çekim eki ve “anlat” eylem köküne eklenen -AcAk çekim eki karmaşık eylem ekleridir.

Tasvir eylem ekleri, eylemlerin sonuna gelerek eylemlere yeterlilik, ivedilik, süreklilik ve yakınlık anlamları katarlar. Bu eklerden bazıları şöyledir: -(y)Abil, -(y)Hver, (y)Adur, -(y)Akal, -(y)Agel, (y)Agör, -(y)Akoy, -(y)Ayaz ...

Örnek: Sana herşeyi anlatabilirim. “anlat” eylem köküne eklenen -(y)Abil eki eyleme yeterlilik anlamı katar.

Elindeki vazoyu düşürüverdi. “düşür” eylem köküne eklenen -(y)Hver eki eyleme ivedilik anlamı katar.

Arkasından bakakaldım. “bak” eylem köküne eklenen -(y)Akal eki eyleme süreklilik anlamı katar.

Eylem çekim ekleri içerisinde sıralanabilecek bir diğer küme de çatı ekleridir. Bu çekim ekleri eylemlerin özne-yüklem ve nesne-yüklem ilişkisini belirlerler. Öznelere göre ve nesnelere göre olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar.

Öznelere göre çatı ekleri şöyle sıralanabilir: edilgenlik, dönüşlülük ve işteşlik ekleri. Edilgenlik ekleri -(H)l ve -(H)n ekleridir. Bu ekler eylem kök ve gövdelerinin sonuna getirilerek, eyleme edilgenlik anlamı katarlar. Edilgen eylemlerin öznesi belli değildir, nesne öznenin yerine geçer. Dönüşlülük ekleri -(H)l ve -(H)n ekleridir. Dönüşlü eylemlerde eylemi özne yapar ve eylemin sonucundan etkilenen yine

öznedir. İşteşlik eki –(H)ş ekidir. İşteş eylemlerde, eylemin gösterdiği işi birden çok kişi karşılıklı veya ortaklaşa yapar.

Cam kırıldı.

“kırıldı” eylemi “kır” eylem köküne getirilmiş -(H)l eki ile edilgen haldeki “kırıl” gövdesine dönüşmüştür. Tümcede özne bilinmemektedir. Camı kimin kırıldığı belli değildir.

Kedi gerindi.

“gerindi” eylemi “ger” eylem köküne getirilmiş -(H)n eki ile dönüşlü haldeki “gerin” gövdesine dönüşmüştür. Tümcede öznenin yaptığı iş yine özneyi etkilemektedir. Kedi kendisini germiştir.

Çocuklar yeni tanıştılar.

“tanıştılar” eylem “tanı” eylem köküne getirilmiş -(H)ş eki ile işteş haldeki “tanış” gövdesine dönüşmüştür. Tümcede eylem birden çok kişi tarafından karşılıklı olarak yapılmıştır. Birden fazla çocuk birbirleriyle tanışmışlardır.

Nesnelere göre çatı ekleri ikiye ayrılabilir: ettirgenlik ve oldurganlık ekleri. Ettirgenlik ekleri –DHr ve –(H)t ekleridir. Bu ekler eylemin sonuna eklenerek, eyleme bir başkasına yaptırıldığı anlamını katarlar. Oldurganlık ekleri ettirgen ekleri ile aynı eklerden oluşur, fakat görevleri farklıdır. Bu ekler geçişsiz bir eylemi geçişli bir eyleme dönüştürürler.

Taşımak – Taşıtmak – Taşıttırmak

Bu örnekte “taşı” eylem kökünün sonuna getirilen –(H)t eki, eylemi birinci dereceden ettirgen çatıya dönüştürmüş, daha sonra “taşıttı” eylem gövdesine eklenen –DHr eki eylemi ikinci dereceden ettirgen çatıya dönüştürmüştür.

Gülmek – Güldürmek

“gül” köküne eklenen –DHr eki geçişsiz eylemi (tümce içerisinde nesne alamayan), geçişli hali (nesne alabilen) olan “güldür” gövdesine dönüştürmüştür.

2.3.2 Yapım Ekleri

Sonuna eklendiği sözcükte anlam ve görev açısından değişiklik yaratan eklere yapım ekleri denir. Bir köke birden fazla yapım eki getirilerek yeni sözcükler üretilebilir. Yapım ekleri: isimden isim yapma, isimden eylem yapma, eylemden isim yapma ve

eylemden eylem yapma ekleri olmak üzere dört sınıfta toplanabilir. Bu ekler kökün sınıfına göre değil, sonuna eklenecekleri sözcüğün sınıfına göre seçilirler: bir eylemden isim yapma ekinin bir sözcüğe eklenebilmesi için kökün eylem olması değil, sözcüğün eylem olması gerekir.

veda-laş-ma

Bu örnekte “veda” isim kökü, -laş isimden eylem yapma eki ile bir eyleme dönüşmüş ve bundan sonra sonuna –ma eylemden isim yapma ekini alarak tekrar bir isme dönüşmüştür.

Bir yapım ekinin sözcüğe kazandırdığı anlam, kendisi eklenmeden önce oluşan sözcüğün anlamına bağlı olur. Türkçe'nin bu özelliği aşağıda örneklerle ile açıklanmıştır:

<i>Göz</i>	Görme Organı
<i>Göz lük</i>	Görme Aracı
<i>Göz lük çü</i>	Gözlük Satan
<i>Göz lük çü lük</i>	Gözlük Satma İşi

<i>Göz</i>	
<i>Göz cü</i>	Gözlemek İşini Yapan
<i>Göz cü lük</i>	Gözcünün işi

3.BÖLÜM

BİÇİMBİRİMSEL ANALİZ

Türkçe’de bir 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. Türkçe’nin kural tabanlı bir dil olması nedeniyle sözlük kullanmadan, sözcük köküne ulaşılabilirdi iddia edilebilir. Bu bölümde, bu iddiayı kanıtlamak üzere geliştirilmiş yöntemler ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

3.1 Giriş

Bu çalışma temelde şu üç hedef üzerine kuruludur:

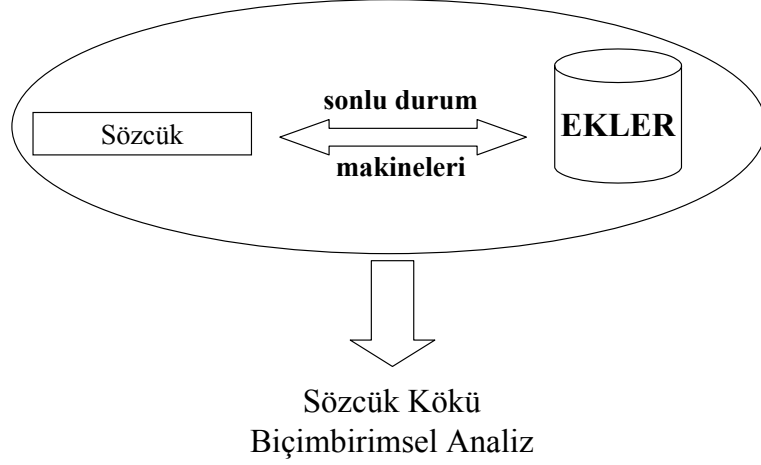
1. Türkçe bir sözcüğün köküne ve eklerine ayrışması ile, sözcüğün anlamı açıkça ortaya çıkar.
2. Eklerin yalın halleri bellidir. Bu haller ses uyumuna göre değişim gösterebilir.
3. Eklerin diziliş biçimleri bellidir.

Yukarıdaki üç temel özelliğe bakarak, bir sözcüğün kök ve eklerine ayrıştırılması kurallaştırılabilir. Başka bir deyişle, sözlük kullanmadan bir sözcüğün kökü ve ekleri bulunabilir. Bu yöntemde ekler, sözcükten, sonlu durum makineleri yardımıyla, sondan başlanıp başa doğru gidilerek teker teker çıkarılır. Sözcükten, eklerin çıkarılması ile geriye kalan bölüm olası kök olarak kabul edilir. Bu özellik aşağıda *arabalarım* sözcüğü üzerinde açıklanmıştır.

arabalarım *arabalar-ım* (1.tekil kişi iyelik eki bulundu ve sözcükten çıkarıldı)

arabalar *araba-lar* (çoğul eki bulundu ve sözcükten çıkarıldı)

araba *araba* (köke ulaşıldı)



Şekil 3.1
Sistem

İlk olarak, 2.3 EKLER alt bölümünde tanıtılmış olan tüm ekler beş küme altında toplanır:

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

Bu kümeler farklı tablolar halinde veri tabanına yerleştirilirler. Eklerin sayısı yaklaşık 100 dür. Veri tabanında hızlı arama yapabilmek için, eklerin ses uyumuna göre alacakları farklı yapılar türetilmiştir. Oluşturulan kümelerin herbiri için bir ana modül tarafından yönetilen farklı modüller geliştirilmiştir. Bu modüller, her kümeyle özgü oluşturulmuş sonlu durum makinelerinden ve modüller arası geçişlerin kontrolüne ait fonksiyonlardan oluşur. Sistemin çalışma prensibi Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Bu bölümde, beş farklı ek kümesi için geliştirilmiş sonlu durum makineleri ve bunların birleştirilmesini sağlayan ana makine tanıtılacaktır. Kümelere özgü sonlu durum makinelerinin oluşturulması şu evrelerden geçerek gerçekleştirilir:

1. Soldan sağa sonlu durum makinesinin oluşturulması
2. Eklerin numaralandırılması ve veritabanına eklenmesi
3. Soldan sağa sonlu durum makinesinde geçişlerin ters yönde gösterimi

4. Boş geçişlerin elenmesi ve yeni durumların oluşturulması
5. Sağdan sola sonlu durum makinelerinin oluşturulması.

3.2 Yapım ekleri

Yapılan araştırmalarda, Türkçe’de köke eklenen yapım eklerinin sıralanışı ile ilgili kuralların henüz kesinlik kazanmadığı görülmüştür. Yapım eklerindeki bu tanımsızlık, bu ek kümesi için bir sonlu durum makinesi tasarlanmasını imkansız kılar. Bu nedenle sadece bu kümeye ait bir özellik olarak, eklerin numaralandırılması ve veritabanına eklenmesi yeterli görülmüştür. Tablo 3.1’de tez kapsamında kullanılan yapım ekleri görülmektedir.

Tablo 3.1
Yapım Ekleri

Ek No	Ek	Açıklama	Örnek
1	-lHk	isimden isim türeten	yol-luk
2	-CH	isimden isim türeten	yol-cu
3	-CHk	isimden isim türeten	kabar-cık
4	-lAş	isimden fiil türeten	veda-laş-mak
5	-lA	isimden isim türeten	uğur-la-mak
6	-lAn	isimden isim türeten	uğur-lan-mak
7	-CA	isimden sıfat türeten	insan-ca
8	-lH	isimden sıfat türeten	araba-lı
9	-sHz	isimden sıfat türeten	araba-sız

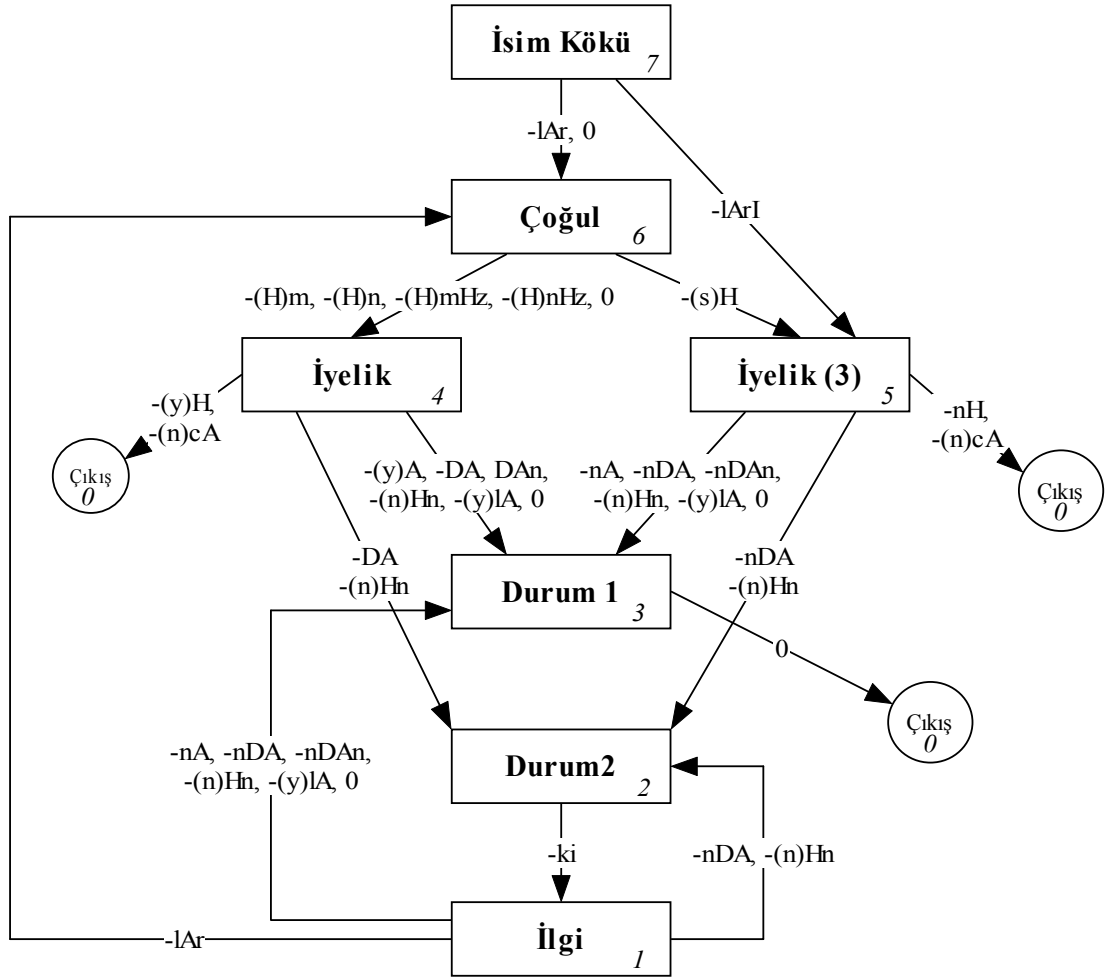
3.3 İsim çekim ekleri

Alt bölüm 2.3.1’de tanıtılan çekim ekleri isim soylu ve eylem soylu sözcüklere eklenen ekler olmak üzere ikiye kümeye ayrılabilirler. Gerçeklenen sistemde bu iki ayrı küme için de farklı modüller geliştirilmiştir. Bu alt bölümde isim soylu sözcüklere eklenen çekim ekleri için oluşturulan modül tanıtılacaktır. İsim çekim ekleri kümesi olarak adlandırılan bu küme durum, iyelik, çoğul, tamlama ve birliktelik eklerinden oluşmaktadır.

3.3.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması

Şekil 3.2’de isim çekim ekleri kümesi için oluşturulmuş soldan sağa sonlu durum makinesi görülmektedir. Bu Sonlu Durum Makinesinin (SDM) soldan sağa olarak adlandırılmasının nedeni, eklerin sıralanışlarının incelenme yönüdür. Bu makine, bir

İsim köküne getirilebilecek çekim eklerini ve bunların sıralanışındaki kuralları belirler [2].



Şekil 3.2
İsim Çekim E.K. Soldan Sağa SDM

Bu SDM’de dikdörtgenler bir sözcüğün makine içerisinde bulunduğu durumları belirtirler. Daire içerisinde bulunan çıkışlar ise makinenin sonlanma durumlarını belirtirler. Makinenin bir tek başlangıç durumu “İsim Kökü” ve birden fazla sonlanma durumu vardır. Durumlar arası geçişler oklar ile belirtilmiştir. Oklar üzerinde yazılı ekler, makine içerisinde bir durumdan öteki duruma geçiş için sözcükte bulunması gereken ekleri belirtir. Örneğin “İsim Kökü” durumundan “İyelik (3)” durumuna geçilmesi için “-lArH” ekinin kök sonuna getirilmiş olması gerekir.

oyuncaklar *oyuncak - ları*

İsim Kökü $\xrightarrow{-lArH}$ İyelik (3)

Aynı şekilde “İsim Kökü” durumundan “Çoğul” durumuna geçilmesi için şu ekler bulunmalıdır: “-lAr, 0”. Bu gösterimde, oklar üzerinde yazılı eklerin yanında bulunan ‘0’ bir ek değildir. Durumlar arası boş geçişleri gösterir. Böylece başlangıç durumu olan “İsim Kökü” durumundan “-(H)m, -(H)n, -(H)mHz, -(H)nHz” ekleri ile geçiş yapılabilir. Bu eklerden önce kökün sonuna “-lAr” çoğul eki getirilmesi zorunlu değildir.

simitler *simit - ler*

İsim Kökü $\xrightarrow{-lAr}$ Çoğul

simitiniz *simit - iniz*

İsim Kökü $\xrightarrow{0}$ Çoğul $\xrightarrow{-(H)nHz}$ İyelik

Bu sonlu durum makinesi ile yapılan analizde, isim soylu köke eklenen ekler ekleniş sıralarına göre incelenir ve “çıkış” durumuna ulaşılması ile sonlanır.

sandıktakilerden sözcüğünün isim çekim ekleri soldan sağa SDMSi ile incelenmesi sırasında üzerinden geçilen durumlar aşağıda gösterilmiştir.

sandık - ta - ki - ler - den

İsim Kökü $\xrightarrow{0}$ Çoğul $\xrightarrow{0}$ İyelik-DA $\xrightarrow{}$ Durum 2-ki $\xrightarrow{}$ İlgi

$\xrightarrow{-lAr}$ Çoğul $\xrightarrow{0}$ İyelik-DAn $\xrightarrow{}$ Durum 1 $\xrightarrow{0}$ Çıkış

Şekil 3.2 incelendiğinde, her dikkötgene bir sayı verildiği görülmektedir. Sağdan sola sonlu durum makinesinin oluşum evrelerinde kullanılmak üzere, bu makinede durumlar numaralandırılmıştır. Oluşturulacak sistemde sözcükler sondan başa doğru, eklerin ekleniş sıralarının aksi yönde incelenecekleri için, bu makinedeki sonlanma durumları, yeni oluşturulacak makinenin başlangıç durumu olacaktır. Bu sebeple “çıkış” durumları, numaralandırılma aşamasında 0 numarayı almışlardır. Birden çok çıkış durumu olması nedeni ile, 0 numarası birden çok yerde görülmektedir. Öte yandan, diğer bütün durumların kendilerine özgü bir numaraları vardır.

“İlgi” durumu $\rightarrow 1$

“Çoğul” durumu $\rightarrow 6$ vb...

3.3.2 Eklerin Numaralandırılması

Soldan sağa SDM oluşturulduktan sonra, sıra bu makinede kullanılan eklerin numaralandırılması ve veri tabanına yerleştirilmesi aşamasına gelir. Tablo 3.2’de isim çekim ekleri kümesinde kullanılan ekler, örnekler ve açıklamalar ile gösterilmektedir.

Tablo 3.2
İsim Çekim Ekleri

Ek No	Ek	Açıklama	Örnek
1	-lAr	çoğul	anne-ler
2	-(H)m	1. tekil kişi iyelik	anne-m
3	-(H)mHz	1. çoğul kişi iyelik	anne-miz
4	-(H)n	2. tekil kişi iyelik	anne-n
5	-(H)nHz	2. çoğul kişi iyelik	anne-niz
6	-(s)H	3. tekil kişi iyelik	anne-si
7	-lArI	1. çoğul kişi iyelik	anne-leri
8	-(y)H	-i hali	anne-yi
9	-nH	-i hali (3.t.k. iyelikten sonra)	anne-si-ni
10	-(n)Hn	tamlama	anne-nin
11	-(y)A	-e hali	anne-ye
12	-nA	-e hali (3.t.k. iyelikten sonra)	anne-si-ne
13	-DA	-de hali	anne-de
14	-nDA	-de hali (3.t.k. iyelikten sonra)	anne-si-nde
15	-DAn	-den hali	anne-den
16	-nDAn	-den hali (3.t.k. iyelikten sonra)	anne-sin-den
17	-(y)lA	birliktelik	anne-yle
18	-ki	ilgi	annem-de-ki
19	-(n)cA	görelilik	annem-ce

Eklerin numaralandırılması aşaması tamamlandıktan sonra, oluşturulan sistemde, ekler numaraları ile çağrılırlar.

-*(n)Hn* Eki → İsim Çekim Ekleri tablosunun 10 numaralı eki

-*lArI* Eki → İsim Çekim Ekleri tablosunun 7 numaralı eki

3.3.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi

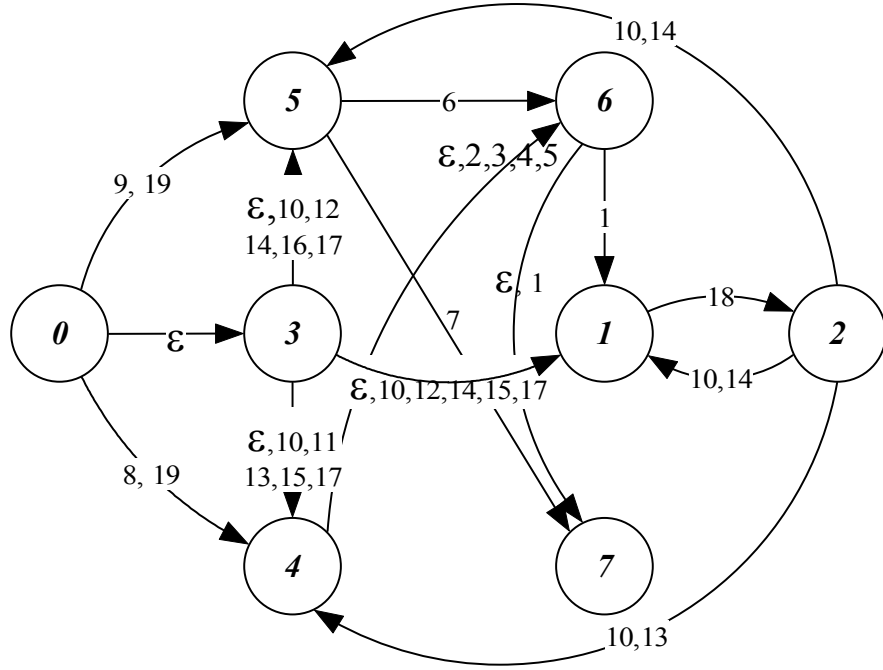
Alt bölüm 3.3.1’de oluşturulan soldan sağa SDM, ekleri sözcük sonundan başına doğru incelemek üzere ters çevrilir. Şekil 3.3’de daireler içerisindeki sayılar, Alt bölüm 3.3.1’de durumlara verilen numaralardır. Makinenin ters gösteriminde, ‘0’ olarak numaralandırılmış çıkış durumları birleştirilip, başlangıç durumu olarak kabul edilirler. Sonlanma durumu ise soldan sağa SDM’nin başlangıç durumu “İsim Kökü” (1 numaralı durum) dür. Durumlar arası geçişlerin yönleri değiştirilir ve oklar

üzerine yazılan ekler, bu aşamadan sonra veri tabanındaki numaraları ile çağrılırlar. Şekil 3.2’de “çoğul” durumundan “İyelik” durumuna geçiş,

Çoğul $\xrightarrow{-(H)m, -(H)n, -(H)mHz, -(H)nHz, 0}$ İyelik

yukarıdaki gibi belirtilirken, bu gösterimde şu şekilde gösterilir:

6 $\xleftarrow{\varepsilon, 2, 3, 4, 5}$ 4

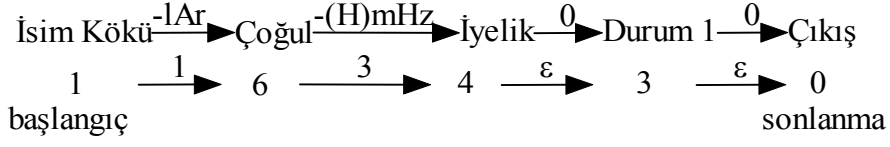


Şekil 3.3
İsim Çekim E.K. Ters Gösterim

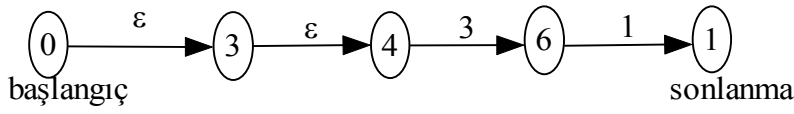
ε karakteri, durumlar arası boş geçişi göstermektedir. “Çoğul” durumunun numarası 6, “iyelik” durumunun numarası 4’tür. “-(H)m, -(H)n, -(H)mHz, -(H)nHz” eklerinin veri tabanındaki numaraları sırası ile 2, 3, 4 ve 5’tir. Çoğul durumundan iyelik durumuna geçiş yönü ters çevrilmiş, böylece sözcük sonundan başına doğru gidilirken “iyelik” durumundan “çoğul” durumuna geçiş olarak değiştirilmiştir.

arabalarımız sözcüğünün Şekil 3.2’deki makineye göre analizi aşağıda gösterilmiştir.

araba - lar - ımız
kök ekno:1 ekno:3



Yukarıdaki örnekte durumlara ve eklere karşılık düşen numaralar belirtilmiştir. Aynı sözcüğün Şekil 3.3'deki ters yönde gösterime göre incelenmesi ise aşağıdaki gibi olacaktır.



3.3.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar

Geçişlerin ters yönde gösterimi ile, sağdan sola analiz yapan ancak *belirgin* olmayan bir SDM elde edilmiştir. Bu makinede (Şekil 3.3) aynı giriş bilgisi için birden fazla bir sonraki durum tanımı ve durumlar arası boş geçişler görülmektedir. '0' durumunda iken '19' numaralı ek bulunması üzerine, bir sonraki durum '4' veya '5' olabilir, hangi duruma ilerleneceği belirsizdir. Aynı şekilde '0' durumunda iken '10' numaralı ek bulunması ile önce 'ε' boş geçiş ile '3' durumuna, buradan da '1', '4' veya '5' durumlarına geçilebilir.

Bu istenmeyen olayların elenmesi için, SDM belirgin hale dönüştürülmelidir [14]. Belirgin bir SDM'de boş katar geçişi yoktur, her 'S' durumu ve her 'a' giriş simgesi için yalnızca tek bir sonraki durum tanımlıdır. Bu alt bölümde, isim çekim ekleri kümesi için oluşturulacak belirgin SDM'nin oluşum evreleri anlatılacaktır.

ϵ -geçiş(S) fonksiyonu, bir S durumundan 'ε' boş geçişleri ile ulaşılabilen tüm durumları içeren bir durumlar kümesi oluşturur. S durumunun kendisi de bu kümenin içerisinde yer alır. Bu küme şöyle oluşturulur.

- 'S' durumu ϵ -geçiş(S) kümesine eklenir.
- eğer 'T' durumu ϵ -geçiş(S) kümesinin elemanı ise ve 'T' durumundan 'U' durumuna boş geçiş var ise, 'U' durumu da ϵ -geçiş(S) kümesine eklenir.

- Bir önceki işlem kümeyle yeni bir eleman eklenemez olana kadar tekrarlanır.

Örnek: ε -geçiş(6) = {6, 7} ε -geçiş(4) = {4, 6, 7}

İşlemlere başlamadan önce belirgin olmayan SDM'nin başlangıç durumuna ait ε -geçiş kümesi oluşturulur ve bu küme belirgin SDM'nin başlangıç durumu olarak kabul edilir.

ε -geçiş(0) = {0, 1, 3, 4, 5, 6, 7} = A başlangıç durumu

Kolay çağırı için her üretilen kümeyle yeni bir durum harfi verilmiştir. Başlangıç durumu olan bu küme 'A' harfi ile çağırılacaktır.

Belirgin SDM'nin oluşumu için izlenecek yol aşağıda açıklanmıştır.

Belirgin SDM'de tanımlanan her durum için, geçişler değerlendirilir. Bu olay şöyle sağlanır:

Veri tabanında tanımlı her ek için

- 'S' durumlar kümesi elemanlarından bu ek numarası ile geçiş sağlanan durumlar bir 'T' kümesinde toplanır.
- Oluşturulan 'T' kümesi ε -geçiş(T) fonksiyonuna sokularak, $Y = \varepsilon$ -geçiş(T) kümesi oluşturulur.
- eğer 'Y' belirgin SDM'nin tanımlı durumları arasında değil ise, bu yeni duruma yeni bir harf verileler tanımlı durumlar arasına eklenir.

Böylece 'S'den 'Y'ye bu ek numarası ile bir geçiş oluşturulmuş olur.

Yeni oluşturulan makinenin sonlanma durumu, belirgin olmayan makinenin sonlanma durumunu içeren durumlardır. İşlemler sırasında, durumlar arası herhangi bir geçişe neden olmayan ekler işlemlere katılmamıştır. İşlemler Şekil 3.3'deki SDM kullanılarak yapılmıştır.

$A = \{0, 1, 3, 4, 5, 6, 7\}$ için

“8” : $T=\{4\} \rightarrow \{4, 6, 7\} \rightarrow B$

A kümesi içerisindeki durumlardan ‘8’ numaralı ek ile geçilebilecek durumlar kümesi $\{4\}$ ’dür. Bu küme ε -geçiş fonksiyonuna sokulduğunda $\{4, 6, 7\}$ kümesi oluşur. Yeni durumlarda böyle bir küme olmadığı için kümeye ‘B’ harfi verilerek yeni bir durum oluşur. Bu aşamada yeni makinenin ‘A’ ve ‘B’ olmak üzere iki durumu olur ve bu iki durum arasında ‘8’ numaralı ek ile bir geçiş vardır.

“9” : $T=\{5\} \rightarrow \{5\} \rightarrow C$

‘9’ numaralı ek ile geçilebilecek tek bir durum vardır: $\{5\}$ Bu küme ε -geçiş fonksiyonuna sokulduğunda değişiklik göstermeden çıkar. Bunun sebebi ‘5’ nolu durumundan başka herhangi bir duruma boş geçiş olmayışıdır. Oluşan küme yeni durumlar arasına yoktur, bu sebeple ‘C’ harfi verilerek yeni durumlara eklenir.

“18” : $T=\{2\} \rightarrow \{2\} \rightarrow D$

“10” : $T=\{1, 4, 5\} \rightarrow \{1, 4, 5, 6, 7\} \rightarrow E$

A kümesi içerisindeki durumlardan ‘10’ numaralı ek ile geçilebilecek durumlar $\{1, 4, 5\}$ ’tir. Bu küme ε -geçiş fonksiyonuna sokulduğunda $\{1, 4, 5, 6, 7\}$ kümesi oluşur.

“11” : $T=\{4\} \rightarrow B$

Bu durum tanımlanmıştı. Yeni harf verilmez.

“12” : $T=\{1, 5\} \rightarrow \{1, 5\} \rightarrow F$

“13” : $T=\{4\} \rightarrow B$

“14” : $T=\{1, 5\} \rightarrow F$

“15” : $T=\{1, 4\} \rightarrow \{1, 4, 6, 7\} \rightarrow G$

“16” : $T=\{5\} \rightarrow C$

“17” : $T=\{1, 4, 5\} \rightarrow E$

“2” : $T=\{6\} \rightarrow \{6, 7\} \rightarrow H$

“3” : $T=\{7\} \rightarrow \{7\} \rightarrow K$

“1” : $T=\{1, 7\} \rightarrow \{1, 7\} \rightarrow L$

“19” : $T=\{4, 5\} \rightarrow \{4, 5, 6, 7\} \rightarrow M$

<p>$B = \{4, 6, 7\}$ için</p> <p>“2” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“3” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“4” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“5” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“1” : $T=\{1, 7\} \rightarrow L$</p>
<p>$C = \{5\}$ için</p> <p>“6” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“7” : $T=\{7\} \rightarrow K$</p>
<p>$D = \{2\}$ için</p> <p>“10” : $T=\{1, 4, 5\} \rightarrow E$</p> <p>“13” : $T=\{4\} \rightarrow B$</p> <p>“14” : $T=\{1, 5\} \rightarrow F$</p>
<p>$E = \{1, 4, 5, 6, 7\}$ için</p> <p>“18” : $T=\{2\} \rightarrow D$</p> <p>“2” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“3” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“4” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“5” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“6” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“7” : $T=\{7\} \rightarrow K$</p> <p>“1” : $T=\{1, 7\} \rightarrow L$</p>
<p>$F = \{1, 5\}$ için</p> <p>“18” : $T=\{2\} \rightarrow D$</p> <p>“6” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“7” : $T=\{7\} \rightarrow K$</p>
<p>$G = \{1, 4, 6, 7\}$ için</p> <p>“18” : $T=\{2\} \rightarrow D$</p> <p>“2” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“3” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“4” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“5” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“1” : $T=\{1, 7\} \rightarrow L$</p>
<p>$H = \{6\}$ için</p> <p>“1” : $T=\{1, 7\} \rightarrow L$</p>
<p>$L = \{1, 7\}$ için</p> <p>“18” : $T=\{2\} \rightarrow D$</p>
<p>$M = \{4, 5, 6, 7\}$ için</p> <p>“2” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“3” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“4” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p> <p>“5” : $T=\{6\} \rightarrow H$</p>

“6” : $T=\{6\} \rightarrow H$
“7” : $T=\{7\} \rightarrow K$
“1” : $T=\{1,7\} \rightarrow L$

Yeni Durumlar

$A = \{0, 1, 3, 4, 5, 6, 7\}$

$B = \{4, 6, 7\}$

$C = \{5\}$

$D = \{2\}$

$E = \{1, 4, 5, 6, 7\}$

$F = \{1, 5\}$

$G = \{1, 4, 6, 7\}$

$H = \{6, 7\}$

$K = \{7\}$

$L = \{1, 7\}$

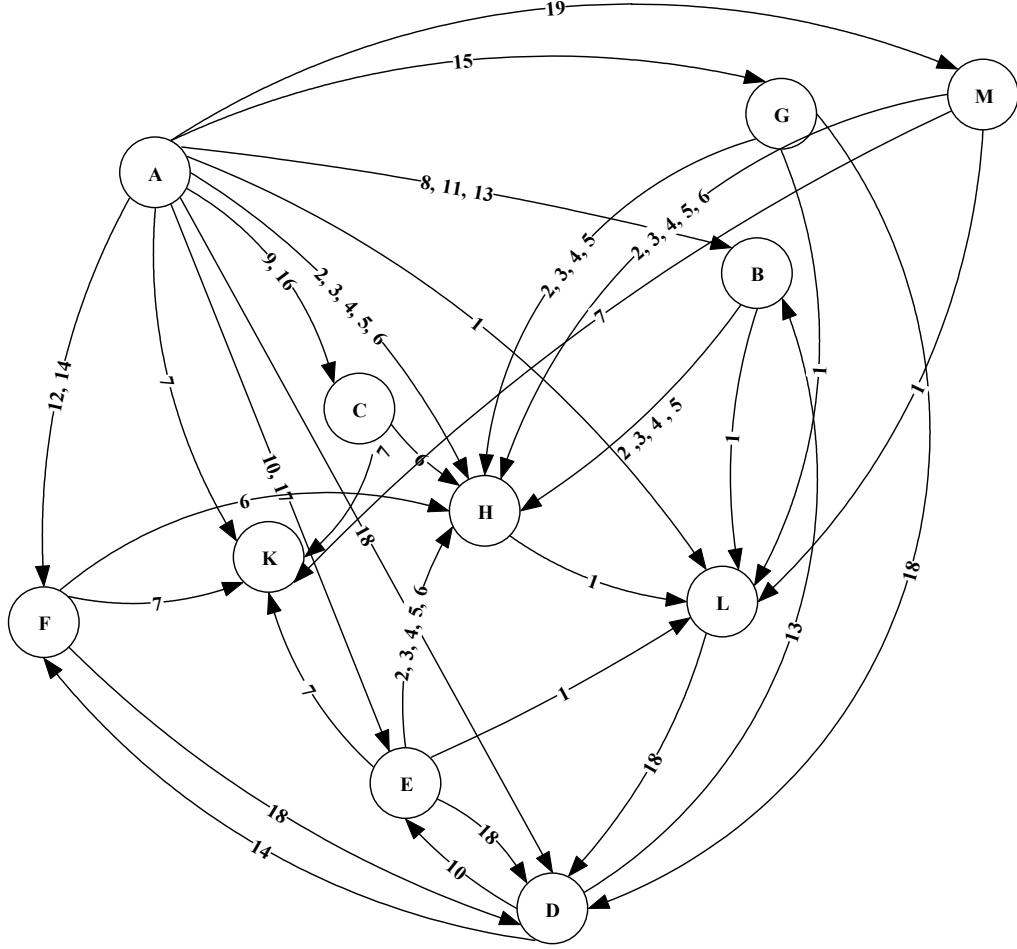
$M = \{4, 5, 6, 7\}$

Başlangıç Durumu A

Sonlanma Durumları ‘7’ içeren kümelerdir: A, B, E, G, H, K, L, M

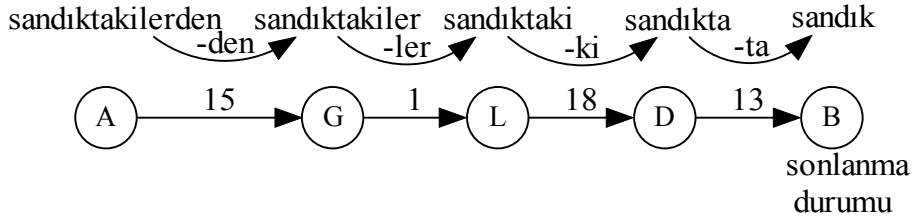
3.3.5 Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi

Alt bölüm 3.3.4’de oluşturulan yeni durumlar ve aralarındaki geçişler kullanılarak çizilmiş isim çekim ekleri kümesi için sağdan sola sonlu durum makinesi Şekil 3.4’deki gibidir. Bu makine isim soylu sözcüklerde, isim köküne ulaşmak için kullanılır. SDM’nin başlangıç durumu ‘A’, sonlanma durumları ‘A, B, E, G, H, K, L, M’ durumlarıdır.

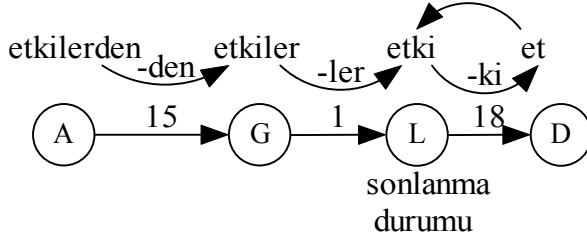


Şekil 3.4
İsim Çekim E.K. Sağdan Sola SDM

Sandıktakilerden sözcüğünün bu makine ile incelenmesi sırasında üzerinden geçilecek durumlar aşağıdaki gibidir. İnceleme sonucu *sandık* isim kökü bulunmuştur.

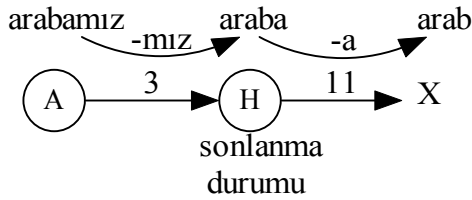


İnceleme sonuçlandığında üzerinde bulunulan son durum bir sonlanma durumu olmalıdır. Aksi takdirde, üzerinden geçilmiş olan en son sonlanma durumu, incelemenin durdurulduğu yer olarak kabul edilir. Buna örnek olarak *etkilerden* sözcüğünün incelenmesi gösterilebilir.

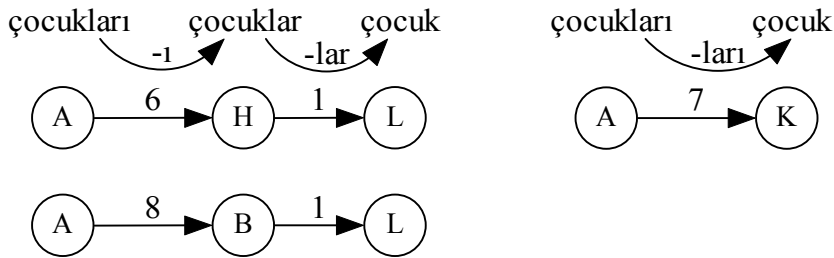


Bu örnekte en son durum olan ‘D’ durumu bir sonlanma durumu değildir. Bu sebeple, kendisinden bir önceki sonlanma durumu olan ‘L’, incelemenin sonlandığı nokta olarak belirlenir. Bulunan isim kökü ‘et’ değil, ‘etki’ dir.

Sözcük üzerinde, sondan başa doğru inceleme yapılması sırasında, veri tabanında öncelikle olası bir ek bulunur. Üzerinde bulunulan durumdan, bu ek numarası ile başka bir duruma geçiş var ise bir sonraki duruma geçilir. Geçiş olmadığı durumda inceleme sonlanır. *Arabamız* sözcüğünün incelenmesi bu olaya bir örnek olarak gösterilebilir. Bu incelemede ulaşılan isim kökü ‘arab’ değil ‘araba’dır.



Bazı sözcükler için birden çok biçimbirimsel analiz söz konusudur. Bu durum sözcük sonunda bulunan olası ekin birden fazla olduğu zamanlarda ortaya çıkar. Aşağıdaki örnekte *çocukları* sözcüğü için isim çekim ekleri kümesi için yaratılmış sonlu durum makinesi kullanılarak, üç farklı biçimbirimsel analiz yapılmıştır. Örnekte sözcük sonunda bulunan ilk ek ‘-ı’ veya ‘-ları’ eki olabilir. ‘-ı’ eki ‘6’ numaralı üçüncü tekil kişi iyelik eki olabileceği gibi, ‘8’ numaralı ismin –i hali eki de olabilir. Bu sebeple aynı sözcük için üç farklı inceleme yapılabilir.

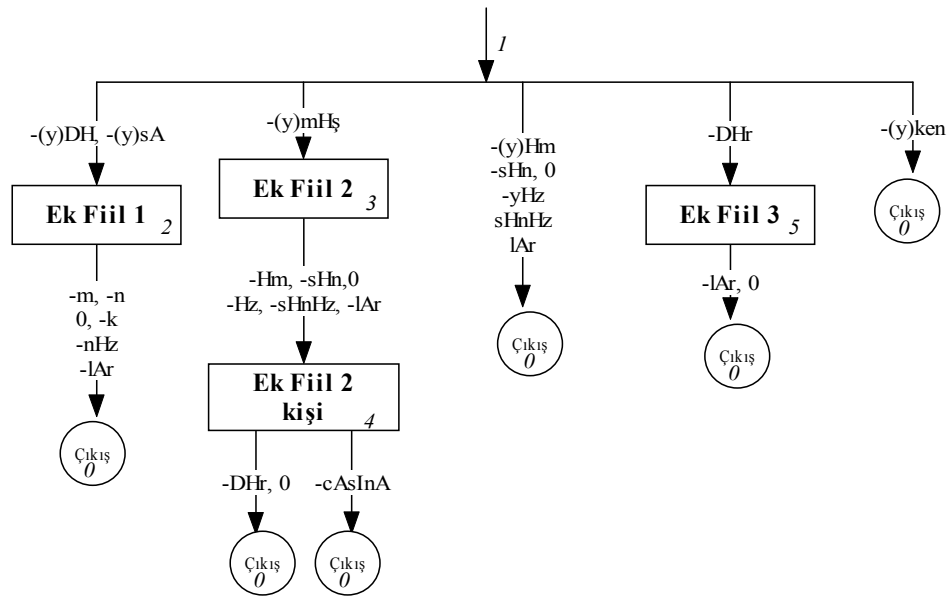


3.4 Ek-eylem ekleri

Bu alt bölümde isim soylu sözcüklere eklenen ek-eylem ekleri için oluşturulan modül tanıtılacaktır. Ek-eylem ekleri, bir isme getirilen zaman ve kişi eklerini içermektedirler.

3.4.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması

Şekil 3.5’de ekeylem ekleri için oluşturulmuş soldan sağa SDM görülmektedir [2]. İsim soylu sözcükler ‘1’ numaralı girişten makineye girerler. ‘0’ numaralı çıkışlardan birine ulaşmaları sonucunda, incelemeleri sonlandırılır.



Şekil 3.5
Ekeylem E.K. Soldan Sağa SDM

Aşağıdaki örneklerde *akıllıymışsın* ve *okuldaysalar* sözcüklerinin bu makine ile incelenmeleri görülmektedir.

akıllı - ymış - sın
İsim Soylu $\xrightarrow{-ymış}$ Ekfiil2-sın $\xrightarrow{-sın}$ Ek fiil2 kişi $\xrightarrow{0}$ Çıkış
Sözcük

okulda - ysa - lar
İsim Soylu \xrightarrow{ysa} Ekfiil1-lar $\xrightarrow{-lar}$ Çıkış
Sözcük

3.4.2 Eklerin Numaralandırılması

Tablo 3.3’de, Şekil 3.5’de kullanılan ve veri tabanına yerleştirilen eklerin listesi görülmektedir.

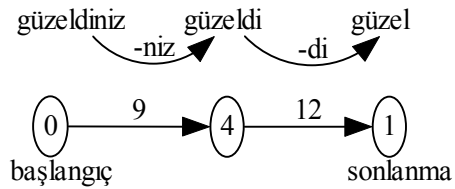
Tablo 3.3
Ek-Fiil Ekleri

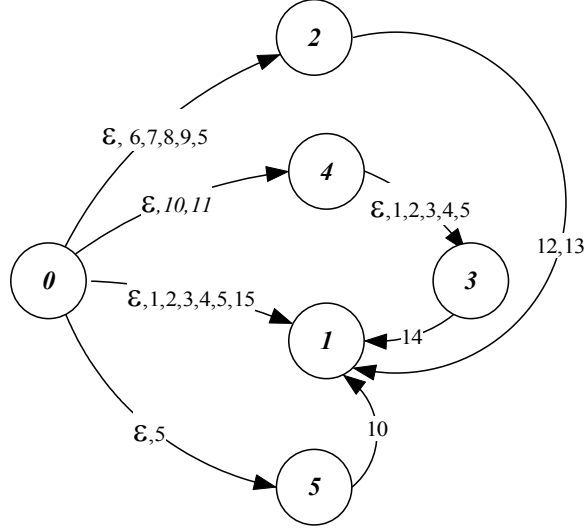
Ek No	Ek	Açıklama	Örnek
1	-(y)Hm	1. tekil kişi	akıllı-yım
2	-sHn	2. tekil kişi	akıllı-sın
3	-(y)Hz	1. çoğul kişi	akıllı-yız
4	-sHnHz	2. çoğul kişi	akıllı-sınız
5	-lAr	3. çoğul kişi	akıllı-lar
6	-m	1. tekil kişi ((y)DH ve (y)sA eklerinden sonra)	akıllı-ydı-m
7	-n	2. tekil kişi ((y)DH ve (y)sA eklerinden sonra)	akıllı-ysa-n
8	-k	1. çoğul kişi ((y)DH ve (y)sA eklerinden sonra)	akıllı-ysa-k
9	-nHz	2. çoğul kişi ((y)DH ve (y)sA eklerinden sonra)	akıllı-ydı-nız
10	-DHr	çevrik kip	akıllı-dır
11	-cAsInA	tarz zarfı	akıllı-ymış-casına
12	-(y)DH	di’li geçmiş zaman	akıllı-ydı
13	-(y)sA	dilek-şart kipi	akıllı-ysa
14	-(y)mHş	miş’li geçmiş zaman	akıllı-ymış
15	-(y)ken	zaman zarfı	akıllı-yken

3.4.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi

Şekil 3.5 soldan sağa SDM’deki geçişlerin ters yönde gösterimi Şekil 3.6’daki gibidir.

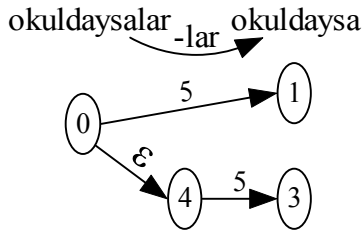
Aşağıda *Güzel*’in sözcüğünün incelenmesi görülmektedir.





Şekil 3.6
Ekeylem E.K. Ters Gösterim

3.4.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar



Yukarıdaki örnekte okuldaysalar sözcüğünün Şekil 3.6'daki makineye göre incelenmesinden bir kesit verilmiştir. '0' durumundan '5' numaralı ek ile geçilebilecek durumlar '1' veya '5' durumları olabilir, hangi duruma geçileceği belirsizdir. Bu belirsizliğin ortadan kaldırılarak, belirli bir SDM oluşturmak için gerekli işlemler aşağıda gösterilmiştir.

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” : $T=\{1\} \rightarrow F$

$E = \{1, 3, 4\}$ için
“1, 2, 3, 4, 5” : $T=\{3\} \rightarrow \{3\} \rightarrow G$
“14” : $T=\{1\} \rightarrow F$

$G = \{3\}$ için
“14” : $T=\{1\} \rightarrow F$

$H = \{3, 4\}$ için
“1, 2, 3, 4, 5” : $T=\{3\} \rightarrow \{3\} \rightarrow G$
“14” : $T=\{1\} \rightarrow F$

Durumlar

$A = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$

$B = \{1, 3\}$

$C = \{1, 2, 3, 5\}$

$D = \{2\}$

$E = \{1, 3, 4\}$

$F = \{1\}$

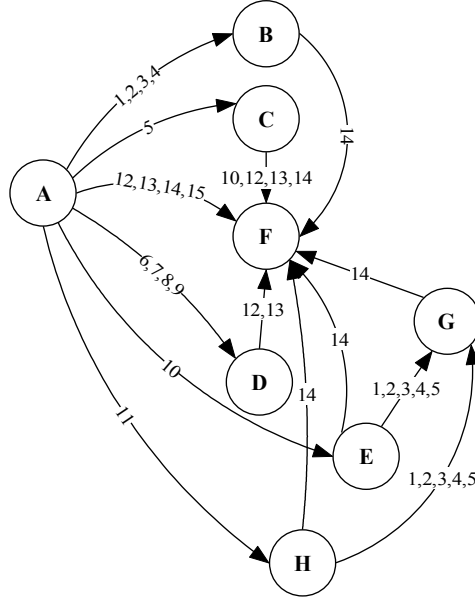
$G = \{3\}$

$H = \{3, 4\}$

Başlangıç Durumu A

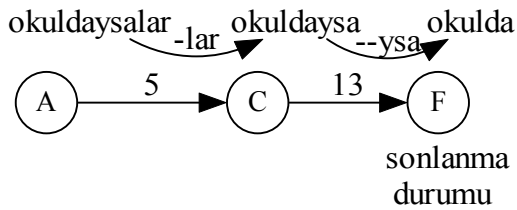
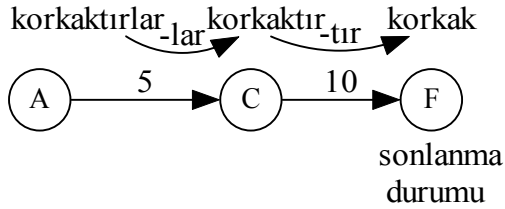
Sonlanma Durumları ‘1’ içeren kümelerdir: A, B, C, E, F

3.4.5 Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi



Şekil 3.7
Ekeylem E.K. Sağdan Sola SDM

Boş geçişlerin elenmesi ile oluşturulan yeni durumlar ve aralarında tanımlanan geçişler ile oluşturulan SDM Şekil 3.7'deki gibidir. Bu makine ile incelenen sözcüklerin sonunda ek-eylem eklerine rastlanması durumunda, bu ekler sözcükten çıkarılarak isim soylu sözcüğe ulaşılır. Elde edilen bu sözcük isim kökü olabileceği gibi, isim çekim ekleri almış isim soylu bir sözcük de olabilir. Aşağıdaki örneklerde incelenen *korkaktırlar* ve *okuldaysalar* sözcüklerinde elde edilen sonuç sırasıyla *korkak* ve *okulda* sözcükleridir. Bunlardan *korkak* bir isim kökü iken, *okulda* 'okul' isim kökünün çekim eki almış halidir.



3.5 Eylem zaman ekleri

Eylem soylu sözcüklere eklenen çekim ekleri, eylem çekim ekleri ve eylem zaman ekleri olmak üzere iki kümeye ayrılabilir. Bu alt bölümde, eylem zaman ekleri kümesi için geliştirilen modül tanıtılacaktır. Üzerinde çalışılan bu kümede ekler, bir eyleme getirilebilecek zaman ve kişi eklerinden oluşmaktadır

3.5.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması

Şekil 3.8’de eylem zaman ekleri kümesi için oluşturulmuş soldan sağa SDM görülmektedir [2]. Bu makinenin ‘olumsuz’ ve ‘fiil kökü’ durumları olmak üzere iki adet başlangıç durumu ve ‘çıkış’ olarak adlandırılan birden çok sonlanma durumu vardır. Aşağıda *görüyorsunuz* ve *yapmasanız* eylemlerinin bu makine ile incelenme evreleri gösterilmiştir.

gör - üyor - muş - sunuz

Fiil kökü-(H)yör → Zaman Tip II-(y)mHş → Bileşik Z.II-sHnHz → Çıkış

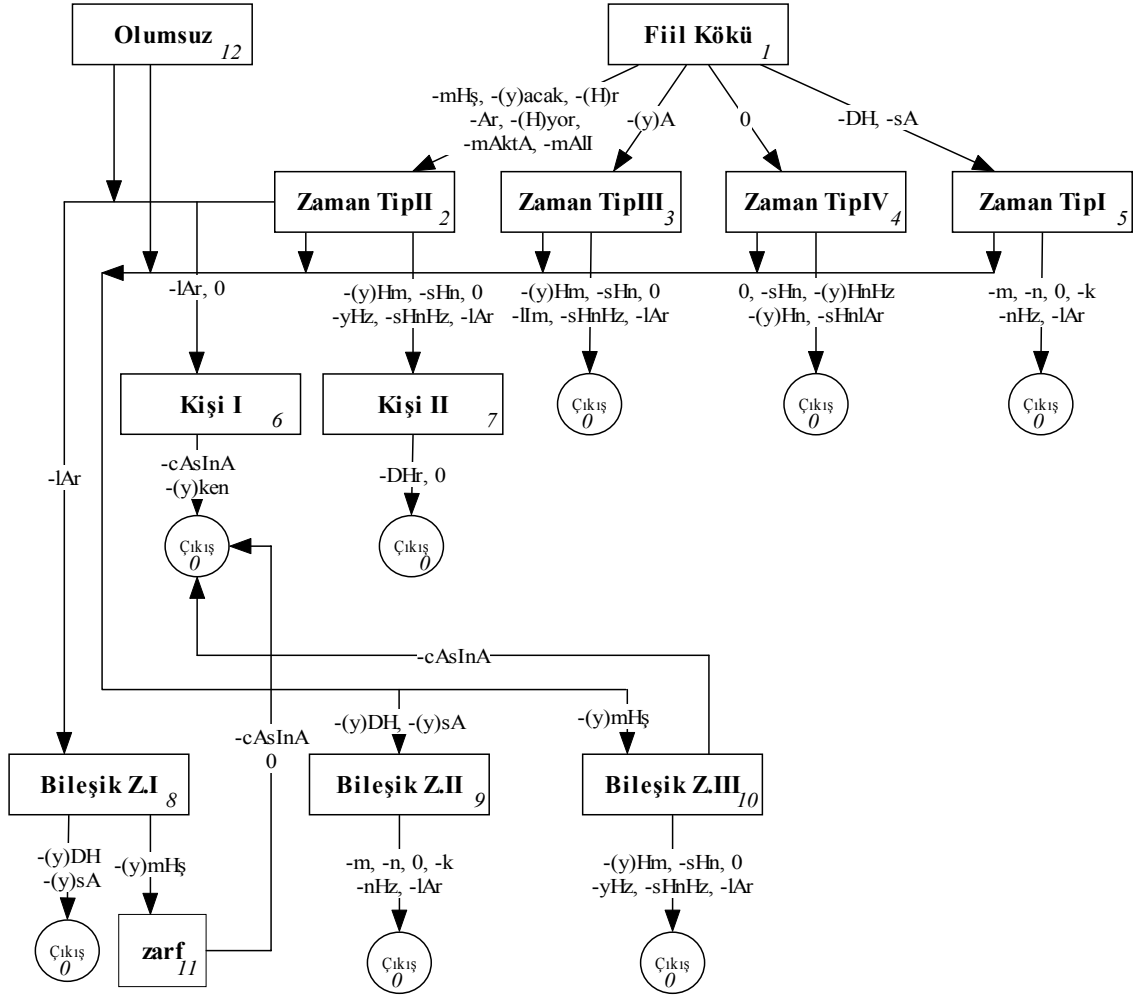
yapma - sa - nız

Fiil kökü-sA → Zaman Tip I -nHz → Çıkış

Makinede ‘12’ numarayı almış olan ‘olumsuz’ durumu olumsuz geniş zaman girişi için kullanılır. Olumlu durumlarda -(H)r veya -Ar ekleri ile oluşturulan geniş zaman, olumsuzluk halinde kendini -z eki ile gösterir. Aşağıdaki örnekte *yapmazlarsa* eylemi incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen ‘yapmaz’ sözcüğüdür. Bu sözcüğün üzerindeki -z geniş zaman olumsuzluk eki ve -mA olumsuzluk ekinin incelenmesi, bu modülün görevi değildir.

yapmaz - lar - sa

olumsuz -lAr → Bileşik Z.I-sA → Çıkış



Şekil 3.8
Eylem Zaman E.K. Soldan Sağa SDM

3.5.2 Eklerin Numaralandırılması

Şekil 3.8'deki SDM'de kullanılan eklerin numaralandırılması, açıklamaları ve örnekleri ile Tablo 3.4'de görülmektedir.

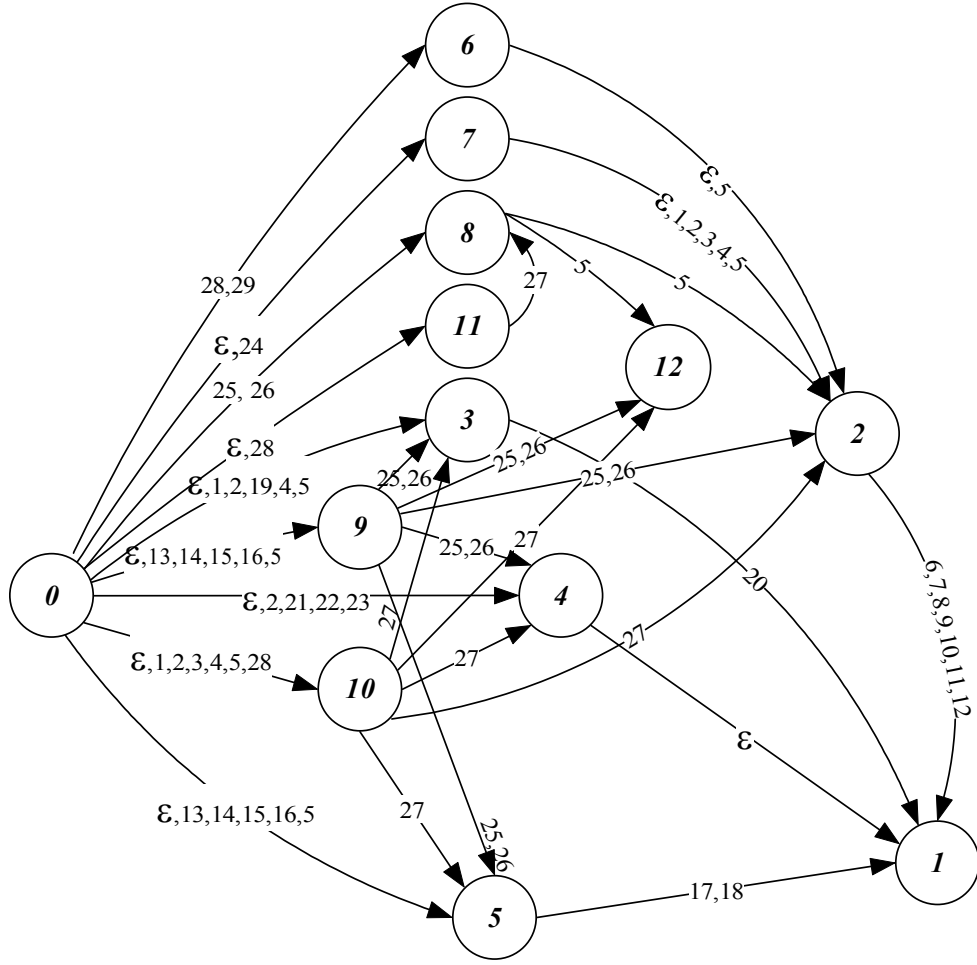
Tablo 3.4
Fiil Çekim Ekleri (1)

Ek No	Ek	Açıklama	Örnek
1	-(y)Hm	1. tekil kişi	gör-üyor-um
2	-sHn	2. tekil kişi	gör-üyor-sun
3	-(y)Hz	1. çoğul kişi	gör-üyor-uz
4	-sHnHz	2. çoğul kişi	gör-üyor-sunuz
5	-lAr	3. çoğul kişi	gör-üyor-lar
6	-mHş	miş'li geçmiş zaman	gör-müş
7	-(y)AcAk	gelecek zaman	gör-ecek
8	-(H)r	geniş zaman	gör-ür
9	-Ar	geniş zaman	iste-r
10	-(H)yor	şimdiki zaman	gör-üyor
11	-mAktA	sürerlilik	gör-mekte
12	-mAlI	gereklilik	gör-meli
13	-m	1. tekil kişi	gör-dü-m
14	-n	2. tekil kişi	gör-dü-n
15	-k	1. çoğul kişi	gör-dü-k
16	-nHz	2. çoğul kişi	gör-dü-nüz
17	-DH	di'li geçmiş zaman	gör-dü
18	-sA	dilek-şart kipi	gör-se
19	-lIm	1. çoğul kişi	gör-e-lim
20	-(y)A	istek kipi	gör-e
21	-(y)HnHz	2. çoğul kişi	gör-ünüz
22	-(y)Hn	2. tekil kişi	gör-ün
23	-sHnlAr	3. çoğul kişi	gör-sünler
24	-DHr	çevrik kip	gör-müş-sün-dür
25	-(y)DH	hikaye bileşik zaman	gör-müş-tü-m
26	-(y)sA	şart bileşik zaman	gör-müş-se-m
27	-(y)mHş	rivayet bileşik zaman	gör-meli-ymiş
28	-cAsInA	tarz zarfı	gör-müş-cesine
29	-(y)ken	zaman zarfı	gör-müş-ken

3.5.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi

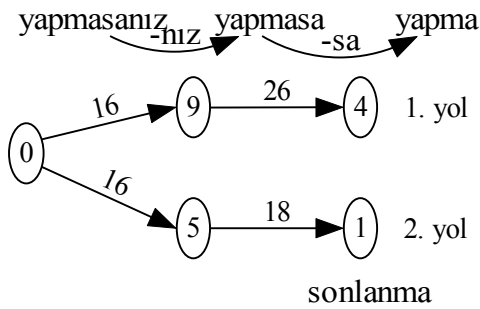
Şekil 3.8'deki soldan sağa SDM'deki geçişlerin yön değiştirmesi ile oluşan, belirgin olmayan sağdan sola SDM Şekil 3.9'daki gibidir. Soldan sağa SDM'de '0' ile

numaralandırılmış çıkışlar, bu makinenin giriş durumunu, '1' ve '12' numaralı başlangıç durumları ise bu makinenin sonlanma durumlarını belirler.



Şekil 3.9
Eylem Zaman E.K. Ters Gösterim

Makine belirgin değildir, bu sebeple aşağıdaki örnekte, *yapmasanız* sözcüğünün incelenmesi yapılırken iki olası yol ortaya çıkmıştır. 1. yol sonlanma durumlarından herhangi birine ulaşamadığı için, doğru olan 2. yoldur.



3.5.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar

Şekil 3.9'daki makineyi belirgin hale getirmek için yapılan işlemler aşağıda gösterilmiştir. Oluşan yeni durumlardan '1' veya '12' içerenler sonlanma durumu olarak kabul edilmişlerdir.

<p>A = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11} için "1" : T={3, 10, 2} → {2, 3, 10} → B "2" : T={3, 4, 10, 2} → {1, 2, 3, 4, 10} → C "3" : T={10, 2} → {2, 10} → D "4" : T={3, 10, 2} → B "5" : T={3, 9, 10, 5, 2} → {2, 3, 5, 9, 10} → F "6, 7, 8, 9, 10, 11, 12" : T={1} → G "13, 14, 15, 16" : T={9, 5} → {5, 9} → H "17, 18" : T={1} → G "19" : T={3} → {3} → I "20" : T={1} → G "21, 22, 23" : T={4} → {1, 4} → J "24" : T={7} → {2, 7} → K "25, 26" : T={8, 3, 4, 5, 2} → {1, 2, 3, 4, 5, 8} → L "28" : T={10, 6, 11} → {2, 6, 10, 11} → M "29" : T={6} → {2, 6} → N</p>
<p>B = {2, 3, 10} için "6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20" : T={1} → G "27" : T={2, 3, 4, 5, 12} → {1, 2, 3, 4, 5, 12} → O</p>
<p>C = {1, 2, 3, 4, 10} için "6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20" : T={1} → G "27" : T={2, 3, 4, 5, 12} → O</p>
<p>D = {2, 10} için "6, 7, 8, 9, 10, 11, 12" : T={1} → G "27" : T={2, 3, 4, 5, 12} → O</p>
<p>F = {2, 3, 5, 9, 10} için "6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20" : T={1} → G "25, 26, 27" : T={2, 3, 4, 5, 12} → O</p>
<p>H = {5, 9} için "17, 18" : T={1} → G "25, 26" : T={2, 3, 4, 5, 12} → O</p>
<p>I = {3} için "20" : T={1} → G</p>
<p>K = {2, 7} için "6, 7, 8, 9, 10, 11, 12" : T={1} → G "1, 2, 3, 4, 5" : T={2} → {2} → P</p>

<p>$L = \{1, 2, 3, 4, 5, 8, 12\}$ için “6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20” : $T=\{1\} \rightarrow G$ “5” : $T=\{2, 12\} \rightarrow \{2, 12\} \rightarrow Q$</p>
<p>$M = \{2, 6, 10, 11\}$ için “6, 7, 8, 9, 10, 11, 12” : $T=\{1\} \rightarrow G$ “5” : $T=\{2\} \rightarrow P$ “27” : $T=\{8, 3, 4, 5, 2\} \rightarrow L$</p>
<p>$N = \{2, 6\}$ için “6, 7, 8, 9, 10, 11, 12” : $T=\{1\} \rightarrow G$ “5” : $T=\{2\} \rightarrow P$</p>
<p>$O = \{1, 2, 3, 4, 5, 12\}$ için “6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20” : $T=\{1\} \rightarrow G$</p>
<p>$P = \{2\}$ için “6, 7, 8, 9, 10, 11, 12” : $T=\{1\} \rightarrow G$</p>
<p>$Q = \{2, 12\}$ için “6, 7, 8, 9, 10, 11, 12” : $T=\{1\} \rightarrow G$</p>
<p>Durumlar</p> <p>$A = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11\}$</p> <p>$B = \{2, 3, 10\}$</p> <p>$C = \{1, 2, 3, 4, 10\}$</p> <p>$D = \{2, 10\}$</p> <p>$F = \{2, 3, 5, 9, 10\}$</p> <p>$G = \{1\}$</p> <p>$H = \{5, 9\}$</p> <p>$I = \{3\}$</p> <p>$J = \{1, 4\}$</p> <p>$K = \{2, 7\}$</p> <p>$L = \{1, 2, 3, 4, 5, 8, 12\}$</p> <p>$M = \{2, 6, 10, 11\}$</p> <p>$N = \{2, 6\}$</p>

$O = \{1, 2, 3, 4, 5, 12\}$

$P = \{2\}$

$Q = \{2, 12\}$ G ile J aynı

Başlangıç Durumu A

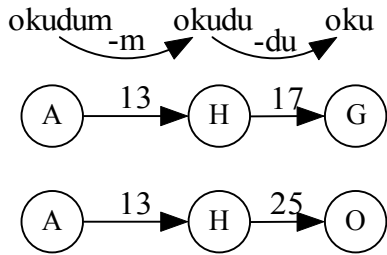
Sonlanma Durumları $\{1\}$ veya $\{12\}$ içeren kümelerdir: A, C, G, L, O, Q

$\{12\}$ içeren L, O ve Q durumları sadece olumsuz eylemler için sonlanma durumlarıdır.

Oluşturulan belirgin SDM'de durum sayısının en aza indirgenmesi önemlidir. İndirgeme işleminin yapılabilmesi, başka bir deyişle varolan iki aynı durumun tek durum olarak kabul edilebilmesi için ilk olarak her iki durumun da aynı önemli durumları (ϵ boş çıkışlar içermeyen durumlar) içermesi, ikinci olarak da her ikisinin birden sonlanma durumunu içermesi veya içermemesi gerekir. Bu makinede "1, 2, 3, 5, 8, 9, 10 ve 11" numaralı durumlar önemli durumlardır. ϵ boş çıkışı içermeyenler. '1' ve '12' durumları sonlanma durumlarıdır. Oluşan yeni durumlar içerisinde $G = \{1\}$ ile $J = \{1, 4\}$ durumlarına bakıldığında her ikisinin de '1' sonlanma durumunu içerdiğini, J'nin G'den farklı olarak sahip olduğu '4' numaralı durumun ise önemli bir durum olmadığı görülür. Bu nedenle bu iki durum indirgenebilir. G ve J durumları G durumuna indirgenmiş ve J durumuna yapılan geçişler G durumuna geçiş olarak kabul edilmiştir.

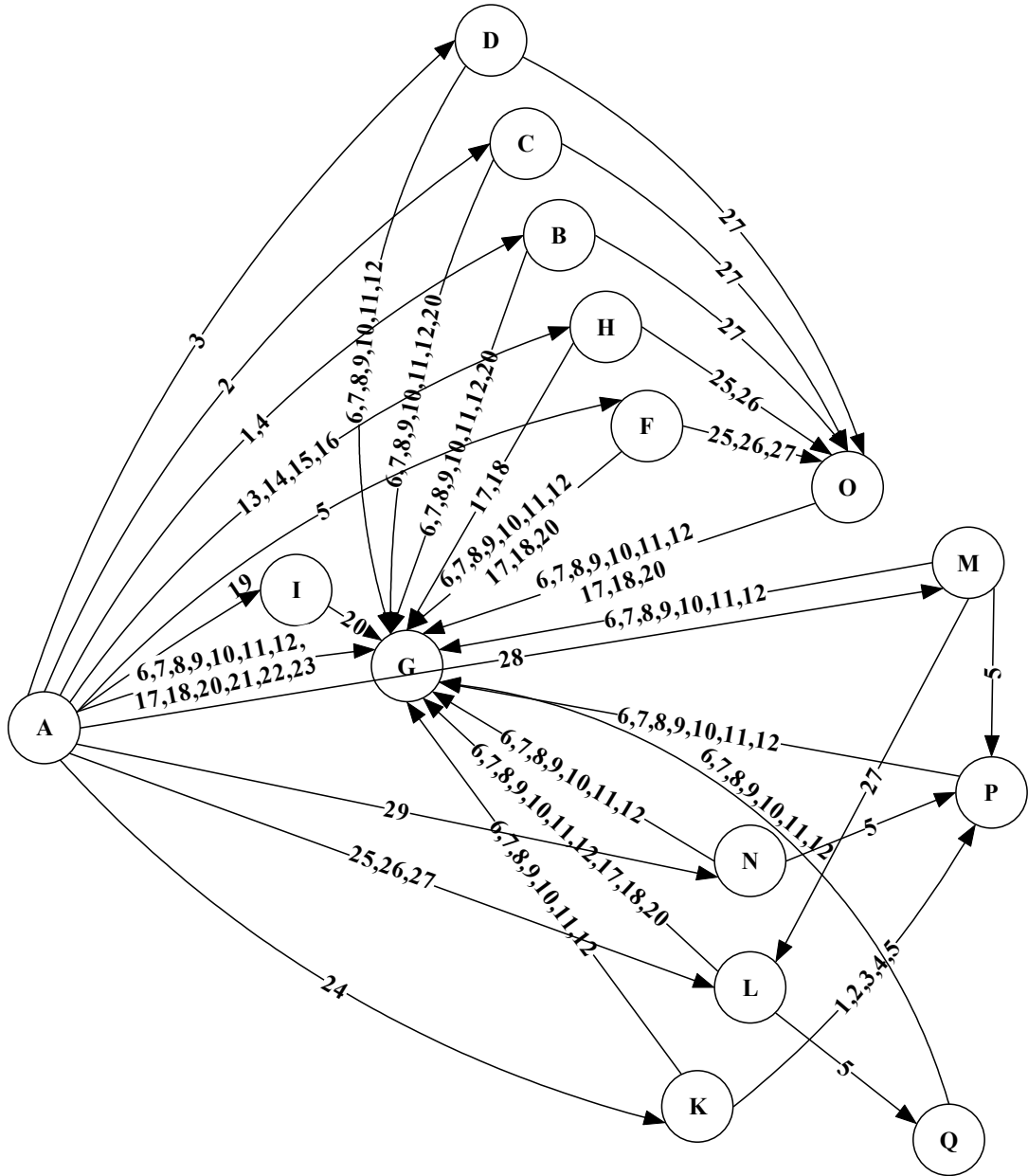
3.5.5 Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi

Eylem zaman ekleri kümesi için oluşturulmuş sağdan sola SDM Şekil 3.10'da görülmektedir. Aşağıda *okudum*, *yapmasınız*, *yapmazlarsa* ve *gezermişsiz* eylemleri için inceleme aşamaları görülmektedir.

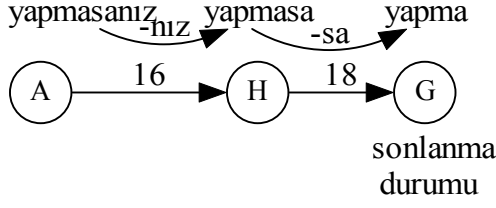


Bir eyleme bileşik zaman ekinin getirilebilmesi için kendisinden önce gelen bir normal zaman ekinin bulunması şarttır. Yukarıdaki örnekte -du eki veritabında

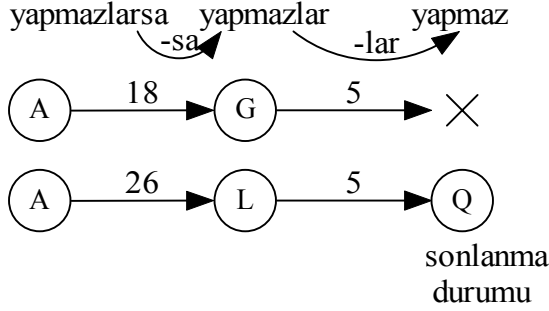
arandığında iki farklı sonuç elde edilir: –di’li geçmiş zaman eki veya hikaye bileşik zaman eki. Bu sonuçların her ikisi de sonlanma durumuna geçiş sağlar. Ancak, ‘O’ durumu olumsuz eylemler için bir sonlanma durumu olduğundan, ilk inceleme doğru olarak kabul edilmesi gerektir. Modül eylemin olumsuz olup olmadığı kontrolünü yapamaz. Bu görev bir sonraki modül olan Eylem Çekim Ekleri Kümesi’ne aittir. İki farklı inceleme sonucu üretilir. Diğer modüller tarafından yapılan incelemelerde eylemin olumsuz olduğu belirlenemez ise ‘O’ çıkışlı inceleme kaydı silinir.



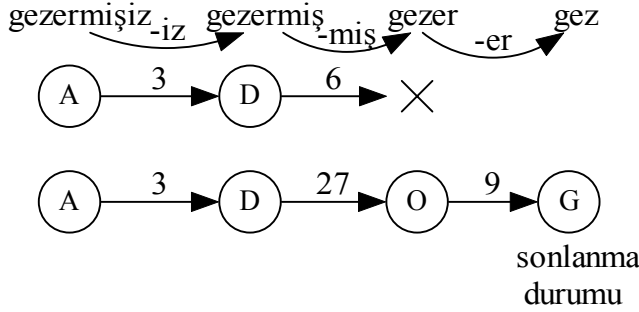
Şekil 3.10
Eylem Zaman E.K. Sağdan Sola SDM



Yukarıdaki örnekte olumsuz bir eylem için inceleme görülmektedir. Kullanılan –sA eki hem dilek-şart eki hem de şart bileşik zaman eki olabilir. Bu yüzden veri tabanında arama yapıldığında birden fazla sonuç geriye döner: ‘18’ ve ‘26’.



Yukarıdaki örnekte birinci incelemede analiz ‘G’ durumuna kadar ilerleyebilir, ‘5’ numaralı ek ile bu durumdaki başka herhangi bir duruma geçiş yoktur. Elde edilen sözcük *yapmazlar*’dır. İkinci inceleme de ise ‘Q’ sonlanma durumuna kadar ulaşılmıştır, elde edilen sözcük *yapmaz*’dır.



Yukarıdaki örnekte, birinci inceleme ‘D’ durumuna kadar ilerleyebilir, bu durum bir sonlanma durumu olmadığından kendisinden önceki ilk sonlanma durumu, son durum olarak kabul edilir. Sözcük birinci incelemeden herhangi bir değişikliğe uğramadan çıkar. İkinci inceleme de ise ‘G’ sonlanma durumuna ulaşılır, elde edilen sözcük *gez* eylem köküdür.

3.6 Eylem çekim ekleri

Kişi ve zaman ekleridışında, eylemlere eklenen çekim ekleri, eylem çekim ekleri kümesi altında toplanmıştır. Bu küme, karmaşık fiil eklerini, tasvir fiil eklerinin ve çatı eklerini içerir. Bu alt bölümde eylem çekim ekleri kümesi için oluşturulmuş modül tanıtılacaktır.

3.6.1 Soldan Sağa Sonlu Durum Makinesinin Oluşturulması

Eylem çekim ekleri modülü, modüllerin en karmaşık olanıdır. Sonlanma durumları sadece ‘0’ numaralı çıkış durumları değildir, bu durumların dışında, kendisinden farklı modüllere geçişi sağlayan sonlanma durumlar vardır. Şekil 3.11’deki eylem çekim ekleri kümesi için oluşturulmuş soldan sağa SDM’de [2] ‘16’ numaralı “Eylem Kökü” durumu makinenin giriş durumudur. Sonlanma durumları ise ‘0’ numaralı çıkış, ‘1’ numaralı ‘Karmaşık Fiil II’, 4 numaralı ‘İsim Kökü’, ‘5’ numaralı “Mastar”, ‘6’ numaralı “Ekfiil M.Çıkış” ve ‘7’ numaralı “Olumsuz Çıkış” durumlarıdır. Bunların herbiri farklı modüllere geçişi sağlar. Modüller arası geçiş alt bölüm 3.7’de anlatılacaktır. Bu alt bölümde, sadece eylem çekim ekleri modülünden, diğer modüllere geçişler ile ilgili tanıtım ve örneklendirme yapılacaktır. Farklı çıkışları tanıtmak üzere aşağıda *görüŖmezler*, *gönderilebilir*, *okuyucular*, *okumak*, *okumaktadır* ve *okuyamazmıŖım* sözcükleri üzerinde incelemeler yapılmıştır.

gör - üŖ - me - zler

Eylem Kökü $\xrightarrow{-(H)\text{Ŗ}}$ İŖteŖ $\xrightarrow{0}$ Edilgen/DönüŖlü II $\xrightarrow{0}$ Edilgen/DönüŖlü III
 $\xrightarrow{-mA}$ Olumsuzluk I $\xrightarrow{-zAr}$ Çıkış

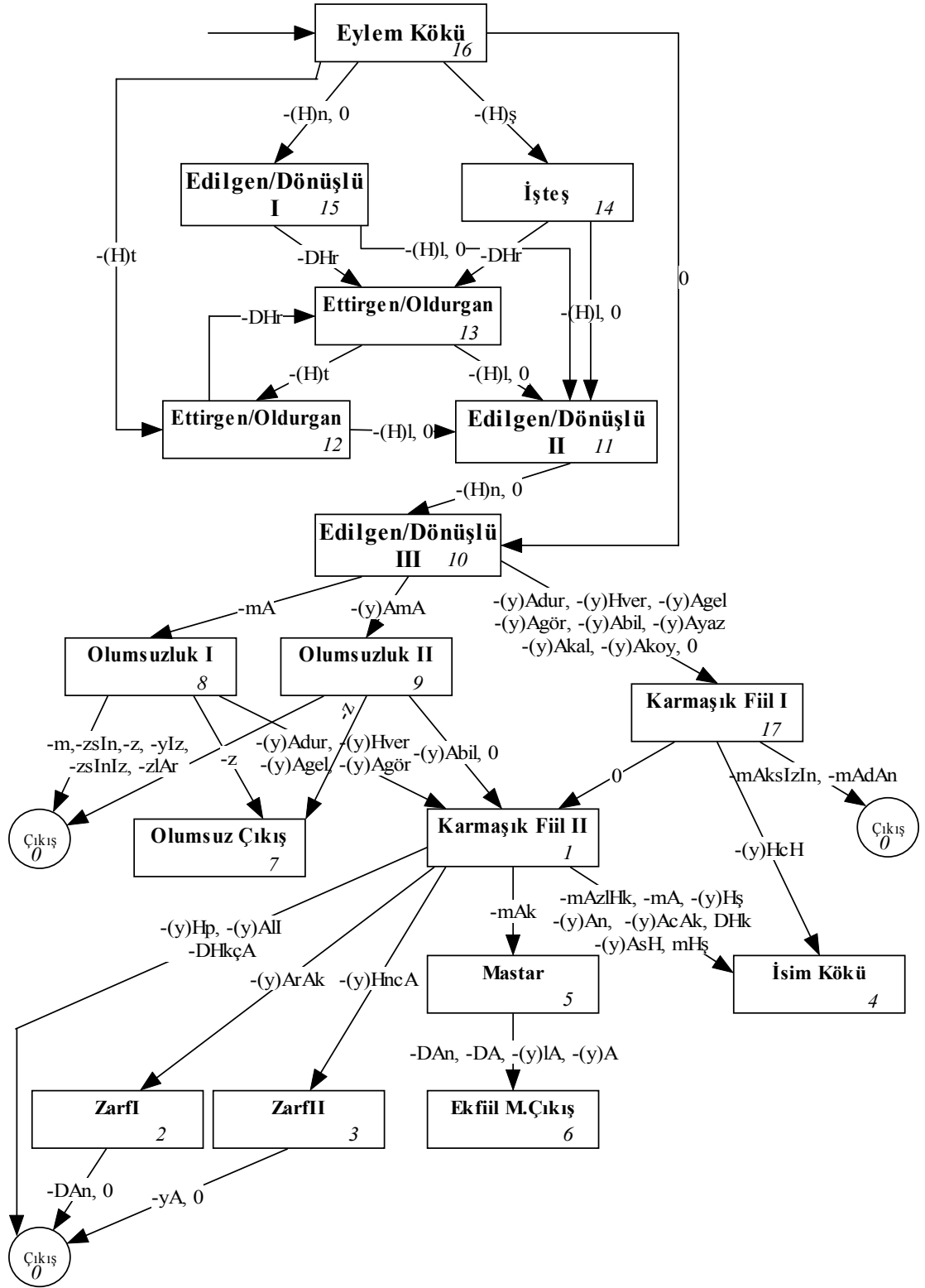
“Çıkış” normal sonlanma durumudur, inceleme bu modülde başlar ve sona erir.

gönder - il - e bil - ir

Eylem Kökü $\xrightarrow{0}$ Edilgen/DönüŖlü I $\xrightarrow{-(H)l}$ Edilgen/DönüŖlü II
 $\xrightarrow{0}$ Edilgen/DönüŖlü III $\xrightarrow{-(y)Abil}$ Karmaşık Fiil I $\xrightarrow{0}$ Karmaşık Fiil II

“Karmaşık Fiil II” durumu, bu modülden eylem zaman ekleri modülüne geçişi sağlayan kapıdır. Bu duruma gelen bir inceleme, Şekil 3.8’de eylem zaman ekleri için soldan sağa SDM’deki “Fiil Kökü” durumundan, eylem zaman ekleri makinesine girer. Yukarıdaki örnekte “-ir” eki, eylem çekim eklerinde incelenecek

bir ek değildir. “Karmaşık Fiil II” sonlanma durumuna ulaşan inceleme, buradan eylem zaman ekleri modülüne geçer ve devam eder.



Şekil 3.11
Eylem Çekim E.K. Soldan Sağa SDM

oku - yucu - lar

Eylem Kökü $\xrightarrow{0}$ Edilgen/Dönüşlü III $\xrightarrow{0}$ Karmaşık Fiil I $\xrightarrow{-(y)HcH}$ İsim Kökü

“İsim Kökü” sonlanma durumu bu modülden isim çekim ekleri modülüne geçişi sağlar. İnceleme bu aşamadan sonra isim çekim ekleri modülünden devam eder.

oku - mak

Eylem Kökü $\xrightarrow{0}$ Edilgen/Dönüşlü III $\xrightarrow{0}$ Karmaşık Fiil I $\xrightarrow{0}$ Karmaşık Fiil II

$\xrightarrow{-mAk}$ Mastar

“Mastar” normal sonlanma durumudur, inceleme bu modülde başlar ve sona erer.

oku - mak - tan - dır

Eylem Kökü $\xrightarrow{0}$ Edilgen/Dönüşlü III $\xrightarrow{0}$ Karmaşık Fiil I $\xrightarrow{0}$ Karmaşık Fiil II

$\xrightarrow{-mAk}$ Mastar $\xrightarrow{-dAn}$ Ekfiil M.Çıkış

“Ekfiil M.Çıkış” sonlanma durumu bu modülden ekeylem ekleri modülüne geçişi sağlar. Bu duruma gelmiş inceleme ekeylem ekleri modülünden devam eder. “-dır” eki ekeylem ekleri modülünde incelenir.

oku - yama - z - mış - ım

Eylem Kökü $\xrightarrow{0}$ Edilgen/Dönüşlü III $\xrightarrow{-(y)AmA}$ Olumsuzluk II $\xrightarrow{-Z}$ Olumsuz Çıkış

“Olumsuz Çıkış” durumu bu modülden, eylem zaman ekleri modülüne geçişi sağlar. Bu duruma gelmiş inceleme, eylem zaman ekleri modülünün Şekil 3.8 soldan sağa SDM’sindeki “Olumsuzluk” girişinden girerek devam eder. Örnekteki “-mış” ve “-ım” ekleri eylem zaman ekleri modülü tarafından incelenecektir.

Yukarıda örnekler ile açıklanan, eylem çekim ekleri modülünden diğer modüllere geçişler şöyledir:

“Olumsuzluk Çıkış” durumu → Eylem zaman ekleri modülü

“Karmaşık Fiil I” durumu → Eylem zaman ekleri modülü

“İsim Kökü” durumu → İsim çekim ekleri modülü

“Ekfiil M.Çıkış” durumu → Ekeylem ekleri modülü

3.6.2 Eklerin Numaralandırılması

Şekil 3.11’de kullanılan, eylem çekim ekleri, Tablo 3.5’de açıklamaları ve örnekleri ile gösterilmiştir.

Tablo 3.5
Fiil Çekim Ekleri (2)

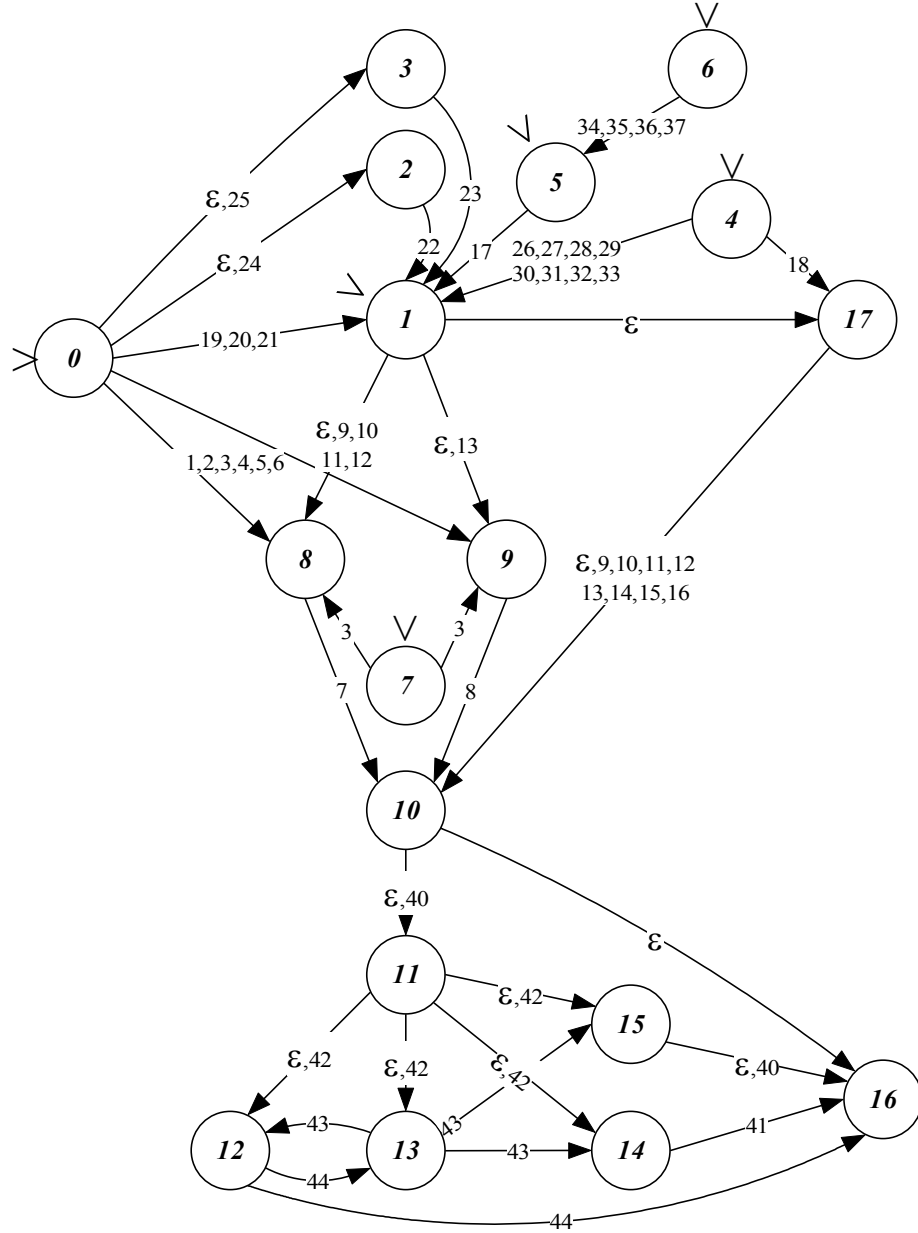
Ek No	Ek	Açıklama	Örnek
1	-m	1. tekil kişi	yap-ma-m
2	-zsIn	2. tekil kişi	yap-ma-zsın
3	-z	3. tekil kişi	yap-ma-z
4	-yIz	1. çoğul kişi	yap-ma-yız
5	-zsInIz	2. çoğul kişi	yap-ma-zsınız
6	-zIAr	3. çoğul kişi	yap-ma-zlar
7	-mA	olumsuzluk	yap-ma
8	-(y)AmA	olumsuzluk	yap-ama
9	-(y)Adur	sürerlik bileşik eylem kipi	yap-adur
10	-(y)Hver	tezlik bileşik eylem kipi	yap-ıver
11	-(y)Agel	sürerlik bileşik eylem kipi	ol-agel-di
12	-(y)Agör	sürerlik bileşik eylem kipi	iste-yegör-sün
13	-(y)Abil	yeterlik bileşik eylem kipi	yap-abil
14	-(y)Ayaz	yaklaşma bileşik eylem kipi	düş-eyaz-dı-m
15	-(y)AkAl	sürerlik bileşik eylem kipi	don-akal
16	-(y)Akoy	sürerlik bileşik eylem kipi	alı-koy-sun
17	-mAk	mastar	yap-mak
18	-(y)HcH	görev eki	yap-ıcı
19	-(y)Hp	zarf eki	yap-ıp
20	-(y)AlI	zarf eki	yap-alı
21	-DHkçA	zarf eki	yap-tıkça
22	-(y)ArAk	zarf eki	yap-arak
23	-(y)HncA	zarf eki	yap-ınca
24	-DAn	zarf eki	yap-arak-tan
25	-yA	zarf eki	yap-ınca-ya
26	-(y)An	sıfat fiil	oku-yan
27	-(y)AcAk	fiilden isim yapma eki	oku-yacak
28	-(y)AsI	sıfat fiil	oku-yası
29	-DHk	sıfat fiil	oku-duk
30	-mHş	sıfat fiil	oku-muş
31	-mAzIık	fiilden isim yapma eki	oku-ma-mazlık
32	-mA	mastar eki	oku-ma
33	-(y)Hş	fiilden isim yapma eki	oku-yuş
34	-DAn	-den hali	oku-mak-tan
35	-DA	-de hali	oku-mak-ta
36	-(y)IA	birliktelik	oku-ma-yla
37	-(y)A	-e hali	oku-ma-ya
38	-mAksIzIn	zarf eki	oku-maksızın
39	-mAdAn	zarf eki	oku-madan

40	-(H)n	edilgen dönüşlü	oku-n-mak
41	-(H)ş	işteş	gör-üş-mek
42	-(H)l	edilgen dönüşlü	gör-ül-mek
43	-DHr	oldurgan	oku-t-tur-mak
44	-(H)t	ettirgen	oku-t-mak

3.6.3 Geçişlerin Ters Yönde Gösterimi

Şekil 3.11’de gösterilen soldan sağa SDM’deki sonlanma durumları, Şekil 3.12’deki geçişlerin ters yönde gösteriminde, başlangıç durumları haline gelmişlerdir. Bu gösterimde, altı tane başlangıç durumu vardır. Bunlar “0, 1, 4, 5, 6 ve 7” numaralı durumlardır. Şekil 3.11’de başlangıç durumu olarak kabul edilen ‘16’ numaralı durum ise, bu gösterimde sonlanma durumudur. Bu gösterimde sağdan sola inceleme yapılması istendiğinde, başlangıç durumunun hangisi olacağını, bu modülden önce çalışmış olan modül belirler.

Eğer eylem çekim ekleri modülü, inceleme yapmaya başlayan ilk modül ise, giriş ‘0’ veya ‘5’ numaralı durumdan yapılır. Son çalışan modül isim çekim ekleri modülü ise giriş ‘4’ numaralı durumdan, ekeylem ekleri modülü ise ‘6’ numaralı durumdan yapılır. Son modül eylem zaman ekleri modülü ve bulunan son durum eylem zaman ekleri modülünün L, O veya Q durumlarından biri ise giriş ‘7’ numaralı durumdan, diğer sonlanma durumlarından biri ise ‘1’ numaralı durumdan olur.



Şekil 3.12
Eylem Çekim E.K. Ters Gösterim

3.6.4 Boş Geçişlerin Elenmesi, Yeni Durumlar

<p>A = {0, 2, 3} için “1, 2, 3, 4, 5, 6” : T={8, 9} → {8, 9} → B “19, 20, 21, 22, 23” : T={1} → {1, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17} → C “24” : T={2} → {2} → D “25” : T={3} → {3} → E “38, 39” : T={17} → {17, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16} → F</p>
<p>B = {8, 9} için “7” : T={10} → {10, 11, 12, 13, 14, 15, 16} → G “8” : T={10} → G</p>
<p>C = {1, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17} için “9, 10, 11, 12” : T={8, 10} → {8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16} → H “13” : T={9, 10} → {9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16} → I “7, 8” : T={10} → G “14, 15, 16” : T={10} → G “40” : T={11, 16} → {11, 12, 13, 14, 15, 16} → J “42” : T={12, 13, 14, 15} → {12, 13, 14, 15, 16} → K “44” : T={13} → {13, 16} → L “43” : T={12, 14, 15} → {12, 14, 15, 16} → M “41” : T={16} → {16} → N</p>
<p>D = {2} için “22” : T={1} → C</p>
<p>E = {3} için “23” : T={1} → C</p>
<p>F = {10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17} için “40” : T={11, 16} → J “42” : T={12, 13, 14, 15} → K “44” : T={13} → L “43” : T={12, 14, 15} → M “41” : T={16} → N “9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16” : T={10} → G</p>
<p>H = {8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16} için “7” : T={10} → G “40” : T={11, 16} → J “42” : T={12, 13, 14, 15} → K “44” : T={13} → L “43” : T={12, 14, 15} → M “41” : T={16} → N</p>
<p>I = {8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16} için “8” : T={10} → G “40” : T={11, 16} → J “42” : T={12, 13, 14, 15} → K</p>

<p>“44” : $T=\{13\} \rightarrow L$ “43” : $T=\{12, 14, 15\} \rightarrow M$ “41” : $T=\{16\} \rightarrow N$</p>
<p>$J = \{11, 12, 13, 14, 15, 16\}$ için “40” : $T=\{16\} \rightarrow N$ “42” : $T=\{12, 13, 14, 15\} \rightarrow K$ “44” : $T=\{13\} \rightarrow L$ “43” : $T=\{12, 14, 15\} \rightarrow M$ “41” : $T=\{16\} \rightarrow N$</p>
<p>$K = \{12, 13, 14, 15, 16\}$ için “44” : $T=\{13\} \rightarrow L$ “43” : $T=\{12, 14, 15\} \rightarrow M$ “40, 41” : $T=\{16\} \rightarrow N$</p>
<p>$L = \{13, 16\}$ için “43” : $T=\{12, 14, 15\} \rightarrow M$</p>
<p>$M = \{12, 14, 15, 16\}$ için “44” : $T=\{13\} \rightarrow L$ “40, 41” : $T=\{16\} \rightarrow N$</p>
<p>$O = \{7\}$ için “3” : $T=\{8, 9\} \rightarrow \{8, 9\} \rightarrow B$</p>
<p>$P = \{4\}$ “26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33” : $T=\{1\} \rightarrow C$ “18” : $T=\{17\} \rightarrow F$</p>
<p>$Q = \{6\}$ “34, 35, 36, 37” : $T=\{5\} \rightarrow R$</p>
<p>$R = \{5\}$ “17” : $T=\{1\} \rightarrow C$</p>
<p>Durumlar</p> <p>$A = \{0, 2, 3\}$</p> <p>$B = \{8, 9\}$</p> <p>$C = \{1, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17\}$</p> <p>$D = \{2\}$</p> <p>$E = \{3\}$</p> <p>$F = \{10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17\}$</p> <p>$G = \{10, 11, 12, 13, 14, 15, 16\}$</p> <p>$H = \{8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16\}$</p> <p>$I = \{9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16\}$</p>

J = {11, 12, 13, 14, 15, 16}

K = {12, 13, 14, 15, 16}

L = {13, 16}

M = {12, 14, 15, 16}

N = {16}

O = {7}

P = {4}

Q = {6}

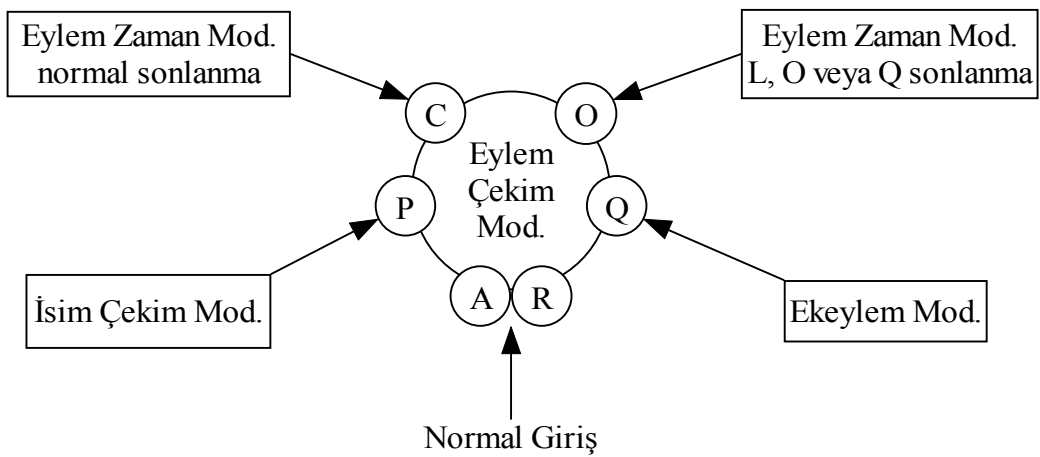
R = {5}

Başlangıç Durumları {0, 1, 4, 5, 6, 7} sayılarından birini içeren durumlardır:

A, C, O, P, Q, R

Sonlanma Durumları {16} içeren kümelerdir: C, F, G, H, I, J, K, L, M, N

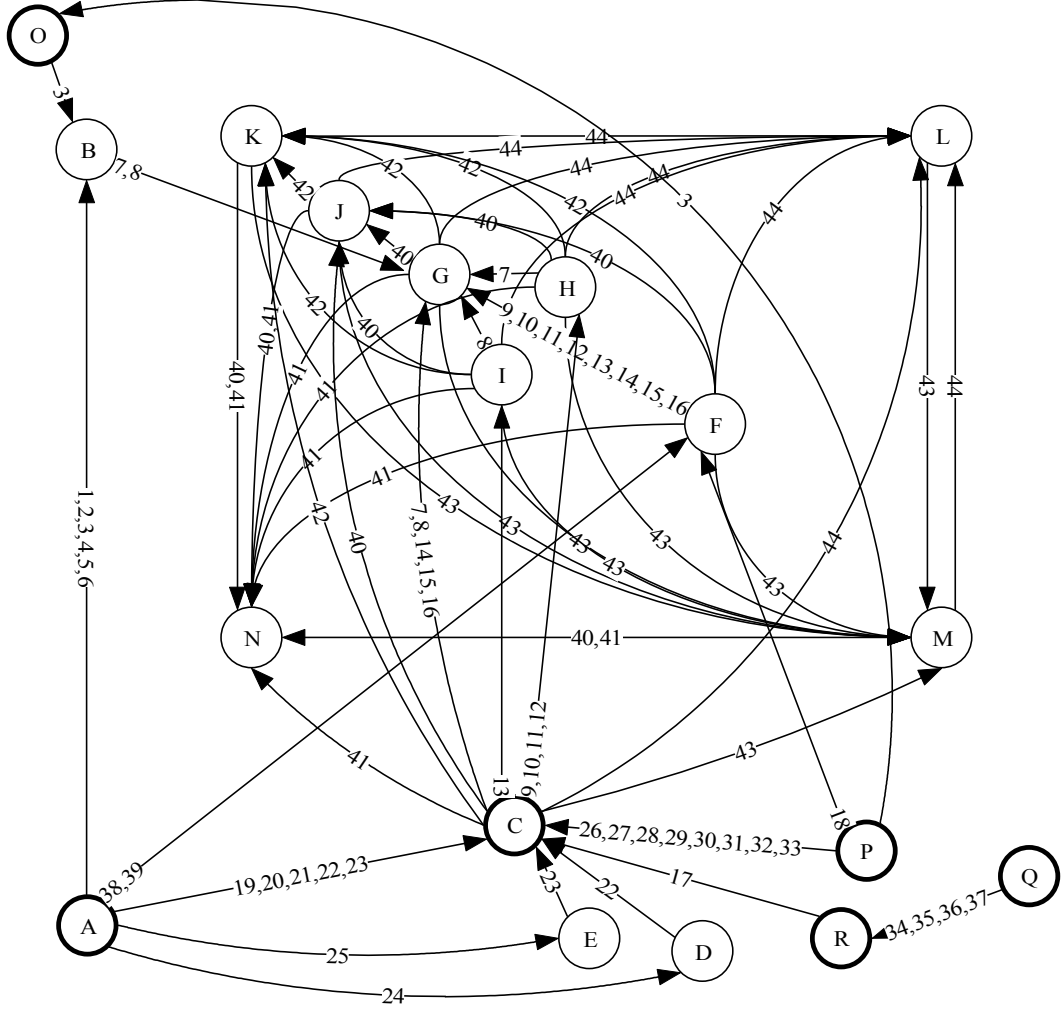
Başlangıç durumlarından '1' içerenler eylem zaman ekleri modülünden normal sonlanma ile, '7' içerenler eylem zaman ekleri modülünden olumsuz sonlanma ile, '4' içerenler isim çekim ekleri modülünden, '6' içerenler ekeylem ekleri modülünden gelen incelemeler için başlangıç kabul edilirler. Şekil 3.13'de eylem çekim ekleri modülüne giriş kapıları ve bunların ne tür girişler için gerçekleştiği belirtilmektedir.



Şekil 3.13
Eylem Çekim E.K. Giriş Kapıları

3.6.5 Sağdan Sola Sonlu Durum Makinesi

Eylem çekim ekleri için oluşturulmuş sağdan sola SDM Şekil 3.14'de gösterilmektedir.

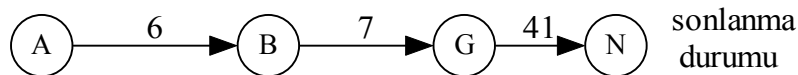


Şekil 3.14
Eylem Çekim E.K. Sağdan Sola SDM

Şekilde koyu renkli daireler, makinede bulunan farklı başlangıç durumlarını göstermektedir. Bu olası başlangıç durumlarının kullanım yerleri, aşağıda örnekler ile açıklanmıştır.

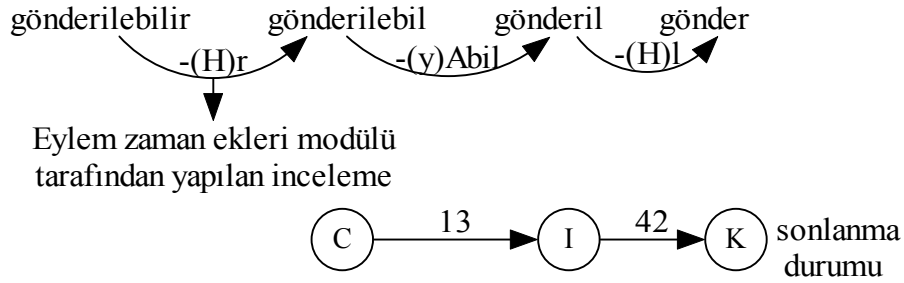
görüşmezler

görüşmezler $\xrightarrow{-zAr}$ görüşme $\xrightarrow{--mA}$ görüş $\xrightarrow{-(H)s}$ gör



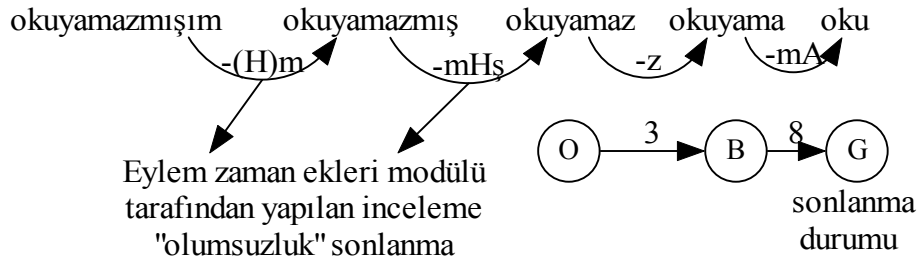
Yukarıdaki örnekte eylem çekim ekleri modülünden önce inceleme yapan başka bir modül yok. Bu nedenle giriş 'A' durumundandır.

gönderilebilir



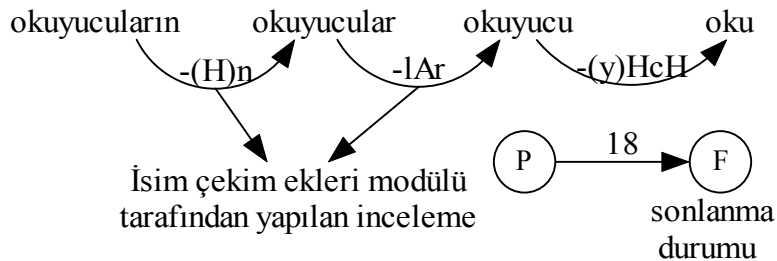
Yukarıdaki örnekte, inceleme yapan bir önceki modül eylem zaman ekleri modülü olduğundan, başlangıç olarak 'C' durumu kabul edilir. Bu modüldeki inceleme *gönderebil* sözcüğünden başlar.

okuyamazmışım

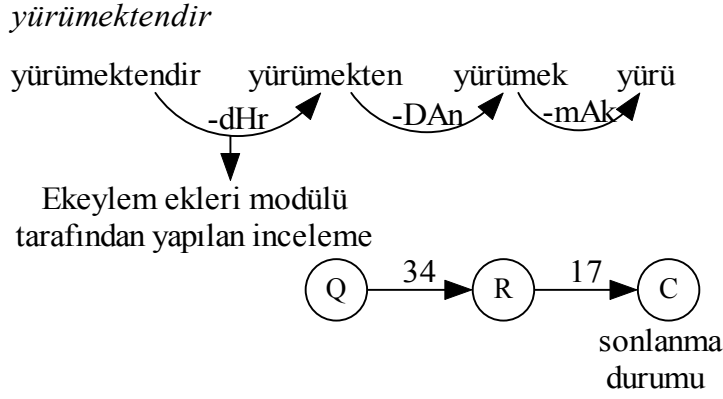


Yukarıdaki örnekte, inceleme yapan bir önceki modül, eylem zaman ekleri modülü ve sonlanma durumu olumsuzluk olduğundan, başlangıç durumu olarak 'O' kabul edilir. Bu modüldeki inceleme *okuyamaz* sözcüğünden başlar.

okuyucuların



Yukarıdaki örnekte, bir önceki modül isim çekim ekleri modülü olduğundan başlangıç durumu olarak 'P' durumu kabul edilir. Bu modüldeki inceleme *okuyucu* sözcüğünden başlar.



Yukarıdaki örnekte, eylem çekim ekleri modülünden bir önce inceleme yapan modül ekeylem ekleri modülüdür. Bu nedenle 'Q' durumu başlangıç durumu olarak kabul edilir. İnceleme, *yürümekten* sözcüğünden başlar.

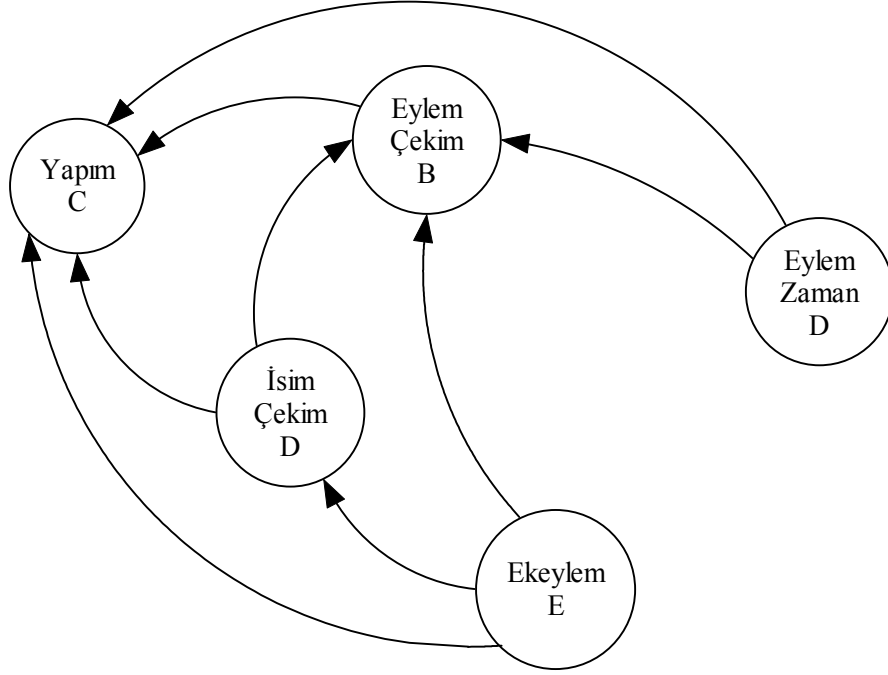
3.7 Modüllerin Birleştirilmesi

Türkçe bir sözcük, isimden eyleme yada eylemden isime dönüşebilir. Dönüşüm sırasında farklı kümelerden ekler alır. Bu nedenle, bir sözcük incelenmesi sırasında birden çok modülden geçebilir. Bir sözcük üzerinde yapılan biçimbirimsel analizde, modüllerin ortak çalışmasını sağlamak üzere bir ana makine oluşturulur. Bu ana makine, modüller arası geçişleri kurallaştırır.

Modüller arası geçişler Şekil 3.15'de gösterilmiştir. Kolay kullanım için, bu alt bölümde modüller harfler ile çağrılmıştır. Bu harfler, Şekil 3.15'de daireler içerisinde modül isimleri ile birlikte belirtilmişlerdir.

Şekil 3.15'e göre, inceleme sırasında oluşabilecek durumlar şunlardır:

- İnceleme tek bir modülde başlayıp sonlanıyor ise, beş farklı olasılık ortaya çıkar. Bunlar A, B, C, D ve E modülleri olabilir.
- İnceleme iki modülde gerçekleşebiliyor ise, oluşabilecek ikili kobinasyonlar şunlardır: A_C, B_C, D_C, E_C, A_B, D_B, E_B, E_D
- İncelemenin üç modüle yayılması durumunda ise, ardarda gelebilecek modüller şöyledir: A_B_C, D_B_C, E_B_C, E_D_C
- İncelemenin dört modüle çıkması, tek bir sıralanış ile olabilir: E_D_B_C



Şekil 3.15
Modüller Arası Geçişler

İnceleme sırasında, çağırılan her modül ilk olarak sözcüğün bozulmamış (herhangi bir eki çıkarılmamış) hali üzerinde inceleme yapar ve bu incelemeleri kaydeder. Böylece, tekli olasılıkların tümü denenmiş olur. Yukarıdaki olasılıklara bakılarak, modüllerin hangi sıra ile çağırılacaklarına karar verilir. 'E' ekeylem modülü ve 'A' eylem zaman modülü herhangi bir modülden sonra gelmedikleri için, ilk olarak çağırılırlar. Bunlardan sonra 'D' isim çekim ekleri modülü çağırılır. Bunun nedeni, 'D'den önce sadece 'E'nin gelebiliyor olması ve 'E'nin çalışma olasılığının denenmiş olmasıdır. 'B' eylem çekim ekleri modülü, 'A', 'D' ve 'E'den sonra gelebilir. 'B' modülünden önce çalışan modül 'A' veya 'E' modülü olduğunda, bu modüllerden önce çalışabilecek bir modül olmaması nedeniyle, herhangi bir kontrol yapılmasına gerek yoktur. Ancak, 'B'den önce gelen modül 'D' olduğu zaman, 'D' modülünün kendisinden önce çalışmış olan 'E' modülü üzerinde değişiklik yapma olasılığı kontrol edilmelidir.

E_D_B üçlü kombinasyonunda 'D' modülü, 'E'den sonra gelerek, 'E'nin sonuçları üzerinde değişiklik yapmış olabilir. E_B ikili kombinasyonunda denenebilmesi için 'B' modülü çalıştığında, 'D' nin yapmış olabileceği değişiklikleri kontrol etmeli,

eğer 'D'den önce 'E' modülü çalışmışsa, 'E'nin sonuçlarını da bulup, üzerinde işlem yapmalıdır.

Aynı problem 'C' modülünde de ortaya çıkmaktadır. 'C' modülü 'A', 'B', 'D', ve 'E' modüllerinden sonra gelebilir. Çalıştığı zaman 'A', 'D' ve 'E'nin sonuçları üzerinde değişiklik yapıp yapılmadığını kontrol etmelidir.

Bu koşullar gözönüne alınarak oluşturulan sistemde, modüllerin çağırılış sıraları şöyledir:

- A eylem zaman ekleri modülü
- B eylem çekim ekleri modülü
- C yapım ekleri modülü
- D isim çekim ekleri modülü
- E ekeylem ekleri modülü

Yapılan kontroller aşağıda *vedalaştım* ve *okumaktadır* sözcükleri üzerinde gösterilmiştir.

Vedalaştım sözcüğünde 'A' eylem zaman modülü çalıştığında şu sonucu üretecektir:

vedalaş – tı – m → vedalaş

'A' modülünden sonra 'B' eylem çekim modülü çalıştığında yapılacak inceleme sonucu şöyle olacaktır:

vedala – ş → vedala

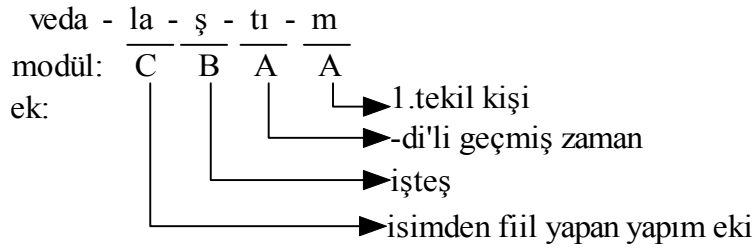
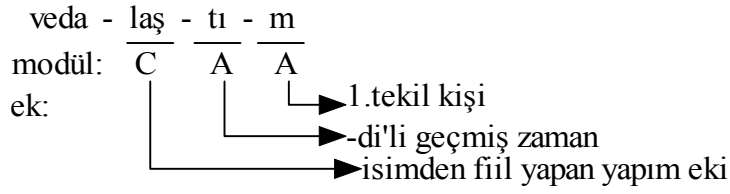
Sıra 'C' yapım ekleri modülüne geldiğinde, inceleme 'B'nin üzerine yapıp

veda – la → veda

olabileceği gibi, B'nin yaptığı değişiklikler yok edilip, 'C'nin sonuçları üzerinde de çalışılmalıdır. Bu durumda inceleme şöyle olur:

veda – laş → veda

İnceleme sonuçları:



Okumaktadır sözcüğü için 'E' eylem ekleri modülü çalıştığında çıkan sonuç aşağıdaki gibidir:

okumaktan – dır → okumaktan

Çıkan sonuç 'D' isim çekim ekleri ile incelendiğinde ise

okumak – tan → okumak

sonucu elde edilir. Bu aşamadan sonra sıra eylem çekim ekleri modülünün çalışmasına geldiğinde, isim çekim eklerinden gelenler için kullanılan başlangıç durumu seçilir. İnceleme sonucunda çıkarılacak herhangi bir ek bulunamaz:

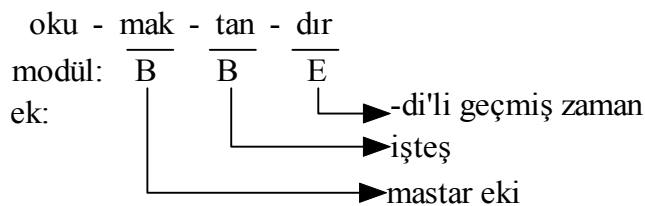
okumak → okumak

Eylem çekim ekleri modülü kendisinden önce gelen modülün 'D' olduğunu belirleyerek, kontrollerini yapar ve 'E'nin sonuçları üzerinde çalışır.

oku – mak – tan → oku

Ekleri çıkararak "oku" fiil köküne ulaşır.

İnceleme sonuçları:



okumak - tan - dır
modül: D E
ek: └─┬─▶ -di'li geçmiş zaman
 └─▶ -den hali

4.BÖLÜM

YAZILIMIN AÇIKLANMASI

Bu bölümde, sözlüksüz köke ulaşma yöntemi için geliştirilmiş yazılımda kullanılan veri yapısı ve modüller tanıtılacaktır.

4.1 Veri Yapıları

Türkçenin yapısı gereği, bir sözcüğün birden çok biçimbirimsel analizinin olması mümkündür. Aynı sözcük birden çok anlam ifade edebilir. Buna örnek olarak şu cümleler gösterilebilir.

Ben iyi bir arkadaşım.

Benim en iyi arkadaşım Ayşe'dir.

Yukarıdaki iki cümlede “arkadaşım” sözcüğünün anlamları farklıdır ve iki farklı biçimbirimsel analiz yapılabilir. İlk cümlede “arkadaş” sözcük kökü “-ım” 1. tekil kişi ekfiil eki almıştır. İkinci cümlede ise “arkadaş” sözcük kökü “-ım” 1.tekil kişi iyelik eki almıştır.

Türkçenin bu özelliğini gerçekleyebilmek için, geliştirilen yazılımda dinamik bir veri yapısı oluşturulmuştur. Bu bölümde, uygulanan veri yapısı (Şekil 4.1) tanımlanacak ve örnekler ile açıklanacaktır.

Veri Yapısı

```
typedef struct {
    int orijinal;
    TList* ptr;
} xlist;
typedef xlist* Pxlist;
```

```

typedef struct {
    int dbno;      ektablosu numarası
    int ekno;      ek numarası
    int start;     ekin sözcük içindeki başlangıç yeri
    AnsiString aciklama;
} ylist;

typedef ylist* Pylist;

(TList Borland C++'da tanımlı bir liste yapısıdır.)

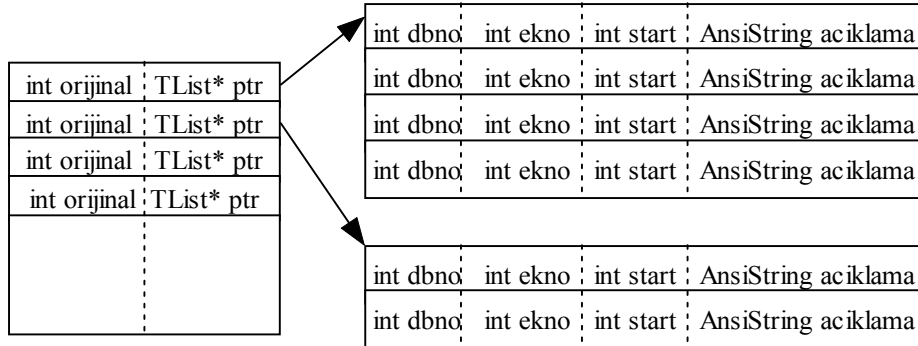
TList *MyXList;   (Ana listeye işaretçi)

TList *MyYList;

Pxlist MyXStruct;

Pylist MyYStruct;

```



Şekil 4.1
Veri Yapısı

Örnek: çocukları

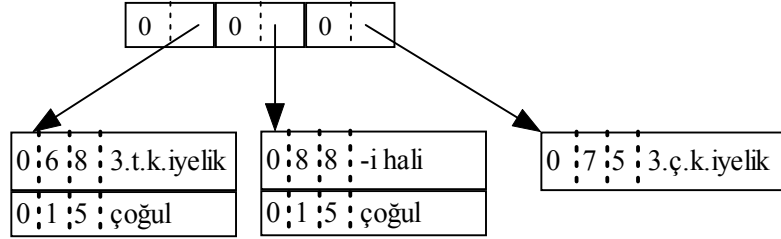
çocuk-lar-ı	çocuk-lar-ı	çocuk-ları
çoğul + i hali	çoğul + 3.tekil kişi iyelik	3.çoğul kişi iyelik

Bu örnekteki “çocukları” sözcüğü için oluşturulan veri yapısı Şekil 4.2’de görülmektedir. Sözcük için üç adet olası çözümleme mevcuttur. Bu sebeple MyXList işaretçisinin gösterdiği listenin üç elemanı oluşmuştur. Her eleman farklı çözümlerlerin tutulduğu listelere bir işaretçi taşır.

0	1	2	3	4	5	6	7	8
ç	o	c	u	k	l	a	r	ı

Başlangıç harfi 0 numaralı harf, son harf 8 numaralı harf

MyXList



Şekil 4.2
Örnek Veri Yapısı

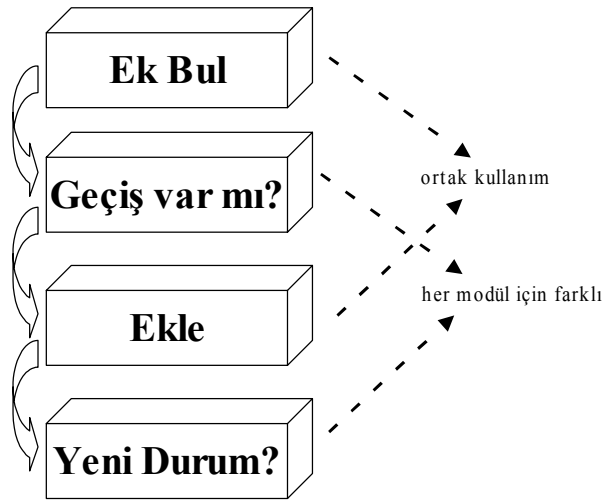
0:6:8:3.t.k.iyelik
0:1:5:çoğul

MyXList'in ilk elemanın gösterdiği bu çözümlemede, sağdan sola doğru ilerlenerek sözcükte bulunan ekler birbiri ardına listeye eklenmiştir. Bu listenin ilk elemanı “0-6-8-3.t.k.iyelik” dbno alanında 0 değerini taşımaktadır. Bu değer ekin isim modülünde bulunduğunu göstermektedir. Aynı elemanın ekno alanı 6 değerini taşımaktadır, bu değer 3. tekil kişi iyelik eki olan “-i” ekinin, veri tabanında, isim çekim ekleri tablosundaki numarasını belirtmektedir. Start alanındaki 8 değeri ise ekin başlangıcının “çocukları” sözcüğünün sekizinci harfi olduğunu belirtmektedir. Açıklama alanı ise, çözümlerlerin ekranda gösterimi sırasında kullanılacak ek açıklamasını içermektedir. Bu kayıta tutulan ek, sözcükten çıkarıldığında geriye “çocuklar” sözcüğü kalır. Listenin ikinci elemanının “0-1-5-çoğul” içerdiği değerler sırası ile, ekin isim çekim ekleri tablosunda bulunduğunu, bu tablodaki numarasının 1 olduğunu, sözcük içerisindeki başlangıcının 5 numaralı harf olduğunu ve açıklamasının “çoğul” olduğunu belirtir. Bu ek de “çocuklar” sözcüğünden çıkarıldığında geriye “çocuk” sözcüğü kalır. Listede başka kayıt bulunmadığından “çocuk” sözcüğü olası kök olarak kabul edilir.

4.2 Modüllerin Açıklanması

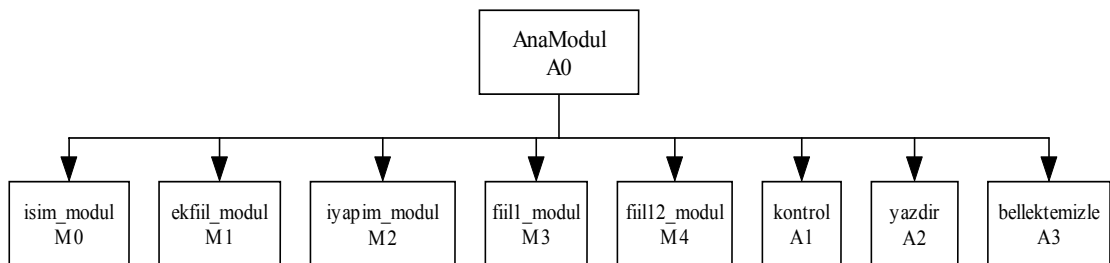
Gerçeklenen yazılımda Yapım ekleri, İsim çekim ekleri, Ek-eylem ekleri, Eylem zaman ekleri ve Eylem çekim ekleri kümelerinin her biri için birer modül

oluşturulmuştur. Bu modüller bir ana modülün denetimi altında, yaptıkları çözümlmeleri ortak bir veri yapısına kaydederler. Tanımlanan her modül çalışma süresi içerisinde Şekil 4.3’de görülen işlemleri gerçekleştirmelidir. Bu işlemlerle ilgili fonksiyonların bazıları ana modül içerisinde ortak kullanıma yönelik, bazıları ise farklı kümelere özgü olmak üzere farklı modüllerde tanımlanmışlardır. Ekbulma işlemi ve dinamik veri yapısına yeni bir analiz ekleme işlemi, bütün modüllerin ortak kullanımına açık olarak ana modülde gerçekleştirilmişlerdir. Bunların dışında kalan, kümeye özgü durumlar arası geçişlerin tanımlandığı işlemler ve oluşan yeni durumların bulunması ile ilgili işlemler ise her küme için ayrı ayrı gerçekleştirilmişlerdir.



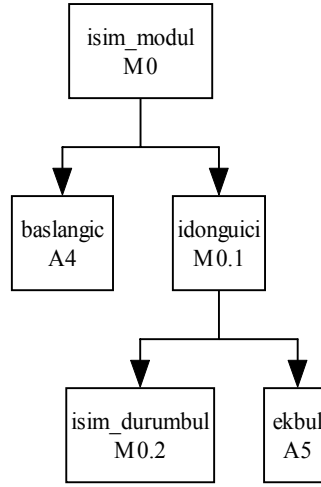
Şekil 4.3
Gerçeklenen İşlemler

Bu alt bölümde, yazılım içerisinde oluşturulan modüller tanıtılacaktır.



Şekil 4.4
AnaModül

Modül No	A0 (Şekil 4.4)
Modül Adı	AnaModul
İşlevsel Tanımı	Biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void AnaModul()
Çağırıldığı Modüller	ekfiil_modul, fiil1_modul, isim_modul, fiil2_modul, iyapim_modul, kontrol, yazdir, bellektemizle
Veri yapıları	TList
Açıklama	Biçimbirimsel Analiz için gerekli modülleri seçime bağlı olarak çalıştırır ve kullanıcıya gösterim için gerekli fonksiyonları çağırır.



Şekil 4.5
İsim Modülü

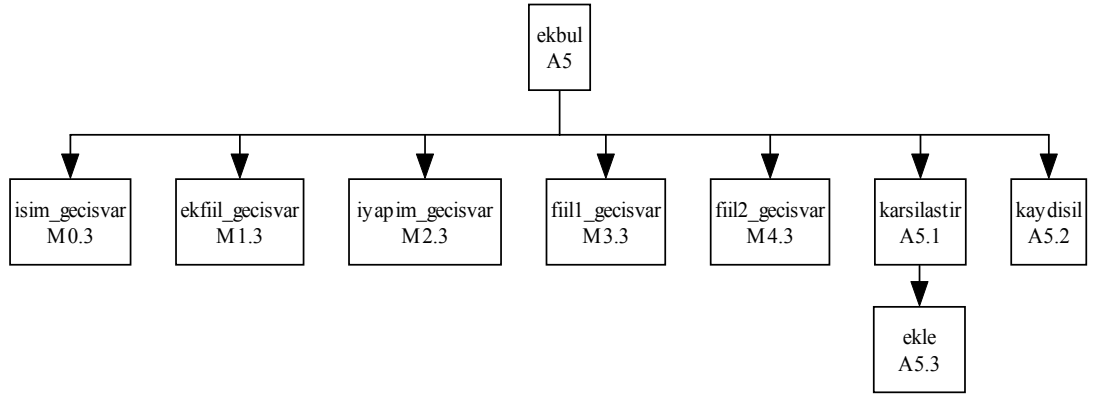
Modül No	M0 (Şekil 4.5)
Modül Adı	isim_modul
İşlevsel Tanımı	İsim çekim ekleri biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void isim_modul()
Çağırıldığı Modüller	baslangic, idonguici
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Biçimbirimsel analiz sırasında, isim çekim eklerinin bulunması için gerekli fonksiyonları çağırır.

Modül No	A4
Modül Adı	baslangic
İşlevsel Tanımı	Boş kayıt ekleme
Modül Arayüzü	void baslangic()
Çağırıldığı Modüller	baslangic, idonguici
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Analizi yapılan sözcüğün herhangi bir modül tarafından değişikliğe uğramamış halinin incelenebilmesi için, her küme için bir kez çağırılır. Listeye boş bir kayıt ekler, böylece liste

	üzerinde işlem yapacak modül sözcüğün orijinal halini inceleyebilir.
--	--

Modül No	M0.1
Modül Adı	idonguici
İşlevsel Tanımı	İsim çekim ekleri biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void idonguici(int k,char c)
Çağırıldığı Modüller	isim_durumbul, ekbul
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Analiz listesinde kayıtlı incelemeleri kullanarak, sözcük içerisinde bir önceki analizin durdurulduğu yerden itibaren, isim çekim eki bulmaya çalışır. Fonksiyon içerisine gönderilen 'int k' parametresi, analiz listesinde hangi kayıttan başlanarak inceleme yapılacağını belirtir. 'char c' parametresi ise modüller arası geçiş kontrollerinde kullanılır.

Modül No	M0.2
Modül Adı	isim_durumbul
İşlevsel Tanımı	İsim çekim ekleri yeni durum bulunması
Modül Arayüzü	void isim_durumbul(int myekno)
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Sözcük içerisinde bulunan ve veri yapısına eklenen ek ile birlikte oluşan yeni durumu bulur.



Şekil 4.6
Ek Bul

Modül No	A5 (şekil 4.6)
Modül Adı	ekbul
İşlevsel Tanımı	Olası eklerin bulunması
Modül Arayüzü	void ekbul(AnsiString tablo)
Çağırıldığı Modüller	isim_gecisvar, ekfiil_gecisvar, iyapim_gecisvar, fiil1_gecisvar, karsilasitir, kaydisil
Veri yapıları	-
Açıklama	Kendisinde parametre olarak verilmiş tablo ismi ile

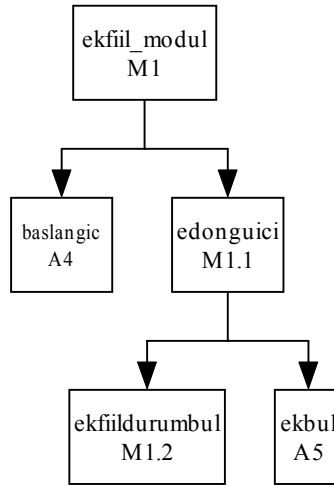
	veritabanındaki ilişkili ek tablosu üzerinde sorgulama yaparak, olası ekleri çeker. Çağrıldığı modüle ilişkin, ...modüladı..._geçisvar fonksiyonunu olası ekin numarasını parametre göndererek çağırır ve olumlu cevap alırsa ekin birebir aynılığını karsilastir fonksiyonu ile kontrol edip, veri yapısına ekleme yapma üzere ekle fonksiyonunu çağırır.
--	--

Modül No	M0.3
Modül Adı	isim_gecisvar
İşlevsel Tanımı	Durumlar arası geçiş kontrolü
Modül Arayüzü	bool isim_gecisvar(int myekno)
Çağrıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Bulunan ek ile güncel durumdan herhangi bir duruma geçiş olup olmadığını kontrol eder. Geçiş var ise 'true' yok ise 'false' değeri döndürür.

Modül No	A5.1
Modül Adı	karsilastir
İşlevsel Tanımı	Ekin doğruluğunun bulunması
Modül Arayüzü	void karsilastir(int dbno,int myekno,AnsiString ek,AnsiString aciklama)
Çağrıldığı Modüller	ekle
Veri yapıları	-
Açıklama	Olası ekin harflerini sözcükte bulunduğu yerdeki harfler ile karşılaştırır, sonuç birebir aynı ise, ekle fonksiyonunu çağırır.

Modül No	A5.3
Modül Adı	ekle
İşlevsel Tanımı	Bulunan ekin analiz listesine eklenmesi
Modül Arayüzü	void ekle(int dbno,int ekno,int baslangic,AnsiString aciklama)
Çağrıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	-

Modül No	A5.2
Modül Adı	KaydiSil
İşlevsel Tanımı	Güncel çözümlemenin çözümleme listesinden silinmesi
Modül Arayüzü	void KaydiSil()
Çağrıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Modüller arası geçiş kontrollerinde kabul edilmeyen kayıtların listeden silinmesi için kullanılır.



Şekil 4.7
Ekfiil Modülü

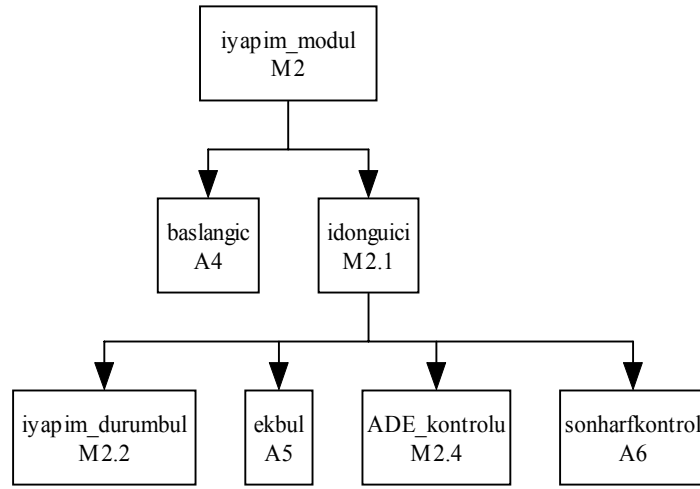
Modül No	M1 (Şekil 4.7)
Modül Adı	ekfiil_modul
İşlevsel Tanımı	Ekeylem ekleri biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void ekfiil_modul()
Çağırıldığı Modüller	baslangic, edonguici
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Biçimbirimsel analiz sırasında, ekeylem eklerinin bulunması için gerekli fonksiyonları çağırır.

Modül No	M1.1
Modül Adı	edonguici
İşlevsel Tanımı	Ekeylem ekleri biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void edonguici(int k,char c)
Çağırıldığı Modüller	ekfiildurumbul, ekbul
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Analiz listesinde kayıtlı incelemeleri kullanarak, sözcük içerisinde bir önceki analizin durdurulduğu yerden itibaren, ekeylem eki bulmaya çalışır. Fonksiyon içerisine gönderilen 'int k' parametresi, analiz listesinde hangi kayıttan başlanarak inceleme yapılacağını belirtir. 'char c' parametresi ise modüller arası geçiş kontrollerinde kullanılır.

Modül No	M1.2
Modül Adı	ekfiildurumbul
İşlevsel Tanımı	Ekeylem ekleri yeni durum bulunması
Modül Arayüzü	void ekfiildurumbul (int myekno)
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-

Açıklama	Sözcük içerisinde bulunan ve veri yapısına eklenen ek ile birlikte oluşan yeni durumu bulur.
-----------------	--

Modül No	M1.3
Modül Adı	ekfiil_gecisvar
İşlevsel Tanımı	Durumlar arası geçiş kontrolü
Modül Arayüzü	bool ekfiil_gecisvar(int myekno)
Çağırdığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Bulunan ek ile güncel durumdan herhangi bir duruma geçiş olup olmadığını kontrol eder. Geçiş var ise 'true' yok ise 'false' değeri döndürür.



Şekil 4.8
İsim Yapım Modülü

Modül No	M2 (Şekil 4.8)
Modül Adı	iyapim_modul
İşlevsel Tanımı	İsime eklenen yapım ekleri için biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void iyapim_modul()
Çağırdığı Modüller	baslangic, idonguici
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Biçimbirimsel analiz sırasında, isime eklenen yapım eklerinin bulunması için gerekli fonksiyonları çağırır.

Modül No	M2.1
Modül Adı	idonguici
İşlevsel Tanımı	İsime eklenen yapım ekleri
Modül Arayüzü	void idonguici (int k,KontrolKumeleri c)
Çağırdığı Modüller	iyapim_durumbul, ekbul, ADE_kontrolu, sonharfkontrol
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Analiz listesinde kayıtlı incelemeleri kullanarak, sözcük

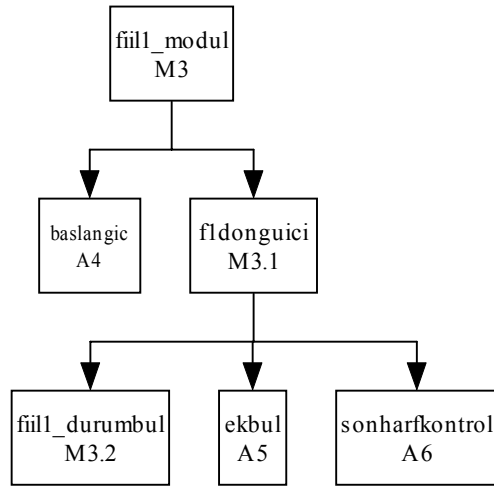
	içerisinde bir önceki analizin durdurulduğu yerden itibaren, yapım eki bulmaya çalışır. Fonksiyon içerisine gönderilen 'int k' parametresi, analiz listesinde hangi kayıttan başlanarak inceleme yapılacağını belirtir. 'KontrolKumeleri c' parametresi ise modüller arası geçiş kontrollerinde kullanılır.
--	---

Modül No	M2.2
Modül Adı	iyapim_durumbul
İşlevsel Tanımı	Yapım ekleri yeni durum bulunması
Modül Arayüzü	void iyapim_durumbul(int myekno)
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Sözcük içerisinde bulunan ve veri yapısına eklenen ek ile birlikte oluşan yeni durumu bulur. Yapım ekleri birbiri ardına herhangi bir kural gözetmeksizin gelebileceği için her zaman 'a' durumunu döndürür.

Modül No	M2.3
Modül Adı	iyapim_gecisvar
İşlevsel Tanımı	Durumlar arası geçiş kontrolü
Modül Arayüzü	bool iyapim_gecisvar(int myekno)
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Bulunan ek ile güncel durumdan herhangi bir duruma geçiş olup olmadığını kontrol eder. Geçiş var ise 'true' yok ise 'false' değeri döndürür.

Modül No	M2.4
Modül Adı	ADE_kontrolu
İşlevsel Tanımı	Modüller arası geçiş kontrolü
Modül Arayüzü	void ADE_kontrolu()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Modüllerin birleştirilmesi sırasında, üzerinde değişiklik yapılan kayıtların, değişime uğramadan önceki hallerinin, yapım ekleri modülü tarafından incelenmesini sağlar.

Modül No	A6
Modül Adı	sonharfkontrol
İşlevsel Tanımı	Sonda 'ğ' harfi kontrolü
Modül Arayüzü	void sonharfkontrol()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Biçimbirimsel inceleme esnasında, ekler çıkarıldıkça ortaya çıkan yeni sözcüğün son harfi 'ğ' ise 'k' harfine dönüştürülür.

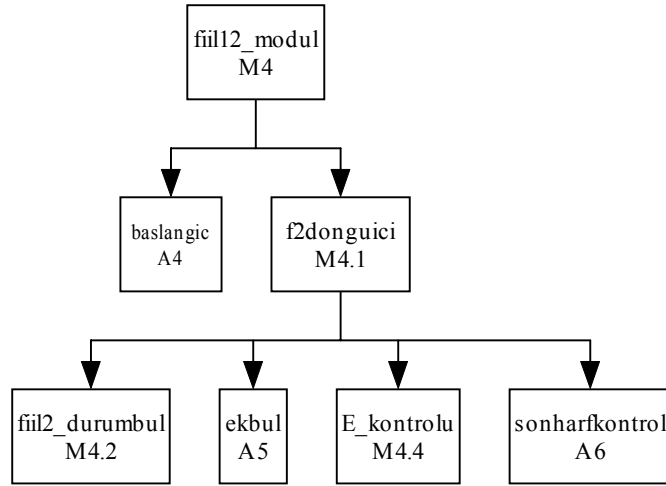


Şekil 4.9
Fiil1 Modülü

Modül No	M3 (Şekil 4.9)
Modül Adı	fiil1_modul
İşlevsel Tanımı	Eylem çekim ekleri için biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void fiil1_modul()
Çağırıldığı Modüller	baslangic, fldonguici
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Biçimbirimsel analiz sırasında, Eylem soylu sözcüklerde zaman ve kişi eklerinin bulunması için gerekli fonksiyonları çağırır.

Modül No	M3.1
Modül Adı	fldonguici
İşlevsel Tanımı	Eylem çekim ekleri için biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void fldonguici(int k,char c)
Çağırıldığı Modüller	fiil1_durumbul, ekbul, sonharfkontrol
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Analiz listesinde kayıtlı incelemeleri kullanarak, sözcük içerisinde bir önceki analizin durdurulduğu yerden itibaren, yapım eki bulmaya çalışır.
Modül No	M3.2
Modül Adı	fiil1_durumbul
İşlevsel Tanımı	Eylemlerde zaman ve kişi ekleri yeni durum bulunması
Modül Arayüzü	void fiil1_durumbul(int myekno)
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Sözcük içerisinde bulunan ve veri yapısına eklenen ek ile birlikte oluşan yeni durumu bulur.

Modül No	M3.3
Modül Adı	fiil1_gecisvar
İşlevsel Tanımı	Durumlar arası geçiş kontrolü
Modül Arayüzü	bool fiil1_gecisvar(int myekno)
Çağırdığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Bulunan ek ile güncel durumdan herhangi bir duruma geçiş olup olmadığını kontrol eder. Geçiş var ise 'true' yok ise 'false' değeri döndürür.



Şekil 4.10
Fiil2 Modülü

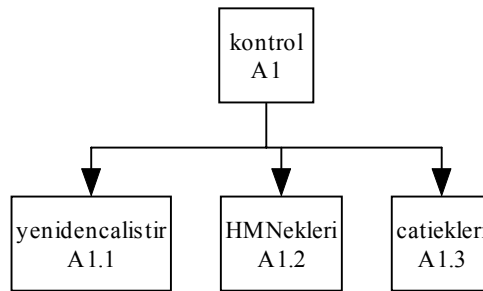
Modül No	M4 (Şekil 4.10)
Modül Adı	fiil2_modul
İşlevsel Tanımı	Eylem çekim ekleri için biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void fiil2_modul()
Çağırdığı Modüller	baslangic, f2donguici
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Biçimbirimsel analiz sırasında, Eylem soylu sözcüklerde zaman ve kişi eklerinin bulunması için gerekli fonksiyonları çağırır.

Modül No	M4.1
Modül Adı	f2donguici
İşlevsel Tanımı	Eylem çekim ekleri için biçimbirimsel analiz
Modül Arayüzü	void f2donguici(int k,KontrolKumeleri c)
Çağırdığı Modüller	fiil2_durumbul, ekbul, E_kontrolu, sonharfkontrol
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Analiz listesinde kayıtlı incelemeleri kullanarak, sözcük içerisinde bir önceki analizin durdurulduğu yerden itibaren, yapım eki bulmaya çalışır.

Modül No	M4.2
Modül Adı	fiil2_durumbul
İşlevsel Tanımı	Eylem çekim ekleri yeni durum bulunması
Modül Arayüzü	void fiil2_durumbul(int myekno)
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Sözcük içerisinde bulunan ve veri yapısına eklenen ek ile birlikte oluşan yeni durumu bulur.

Modül No	M4.3
Modül Adı	fiil2_gecisvar
İşlevsel Tanımı	Durumlar arası geçiş kontrolü
Modül Arayüzü	bool fiil2_gecisvar(int myekno)
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	-
Açıklama	Bulunan ek ile güncel durumdan herhangi bir duruma geçiş olup olmadığını kontrol eder. Geçiş var ise 'true' yok ise 'false' değeri döndürür.

Modül No	M4.4
Modül Adı	E kontrolu
İşlevsel Tanımı	Modüller arası geçiş kontrolü
Modül Arayüzü	void E_kontrolu()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Modüllerin birleştirilmesi sırasında, üzerinde değişiklik yapılan kayıtların, değişime uğramadan önceki hallerinin, eylem çekim ekleri modülü tarafından incelenmesini sağlar.



Şekil 4.11
Kontrol

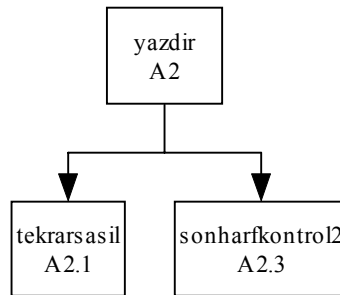
Modül No	A1 (Şekil 4.11)
Modül Adı	kontrol
İşlevsel Tanımı	İnceleme sonuçlarının kontrolü
Modül Arayüzü	void kontrol(bool HMN, bool cati, bool tekrar)
Çağırıldığı	yenidencalistir, HMNekleri, catiekleri

Modüller	
Veri yapıları	-
Açıklama	Kendisine gönderilen parametrelere göre, inceleme sonuçlarının kontrolü için gerekli fonksiyonları çağırır.

Modül No	A1.1
Modül Adı	yenidencalistir
İşlevsel Tanımı	'-Hyor' eki değişiklikleri
Modül Arayüzü	void yenidencalistir()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	'-Hyor' şimdiki zaman ekinin önündeki sesli harfi yutmuş olma olasılığını kontrol edip, eksik harfi ekleyerek, modülleri yeniden çalıştırır.

Modül No	A1.2
Modül Adı	HMNekleri
İşlevsel Tanımı	"ı, i, u, ü, m, n" son harf kontrolü
Modül Arayüzü	void HMNekleri()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Son harfi "ı, i, u, ü, m, n" harflerinden biri olan köklerin, son harfinin inceleme sonucu ek olarak çıkarılması olasılığını kontrol eder.

Modül No	A1.3
Modül Adı	catiekleri
İşlevsel Tanımı	Çatı eklerinin kontrolü
Modül Arayüzü	void catiekleri()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	İnceleme sırasında bulunan çatı eklerinin, kökün son harfi olma olasılığını inceler.



Şekil 4.12
Yazdır

Modül No	A2 (Şekil 4.12)
Modül Adı	yazdir
İşlevsel Tanımı	Yapılan incelemenin ekrana yazdırılması
Modül Arayüzü	void yazdir()
Çağırıldığı Modüller	tekarasil, sonharfkontrol2
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Biçimbirimsel inceleme sonuçlarını sıralayarak ekrana yazar.

Modül No	A2.1
Modül Adı	tekrarsasil
İşlevsel Tanımı	Tekrarlanan kayıtların silinmesi
Modül Arayüzü	void tekrarsasil()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Biçimbirimsel inceleme sonuçlarında tekrarlanan kayıt bulunursa oluşturulmuş veri yapısından silinir.

Modül No	A2.3
Modül Adı	sonharfkontrol2
İşlevsel Tanımı	Son harf kontrolü
Modül Arayüzü	int sonharfkontrol2()
Çağırıldığı Modüller	-
Veri yapıları	TList, xlist, ylist
Açıklama	Türkçe bir sözcük “b,c,d,g” harfleri ile sonlanamaz. Yapılan analiz sonucu bulunan kök bu harfler ile bitiyorsa, “p,ç,t,k” harflerine dönüştürülür. ‘ğ’ kökün son harfi olabilir yada yumuşamış bir ‘k’ harfi olabilir. Kök üstünde gerekli değişiklikler yapılarak. ‘ğ’ harfi bulunup değiştirildi ise fonksiyon geriye 1 döndürür.

5.BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Giriş bölümünde, Türkçe'nin kural tabanlı bir dil olması nedeniyle sözlük kullanmadan, sözcük köküne ulaşılabileceği savı öne sürülmüştür. Bu tezde, geliştirilen sistem ayrıntılı olarak anlatıp, örneklendirilerek 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 yerleştirilmişlerdir. 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 yazılım (Ek-B), bir çok metin üzerinde denenmiş ve %98 başarı elde edilmiştir. Oluşan kural dışı durumlar, giderilmeye çalışılmıştır. Ek-A'da denenilen bazı örnekler için program çıktıları gösterilmiştir.

Geliştirilen yapıya yeni bir ek eklenmek istendiğinde, veri tabanındaki ilgili kümeye bu ekin 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 incelemesi yapılmak üzere verilen her metinde, yeni kökler öğrenecek ve kendi kök sözlüğünü oluşturacaktır.

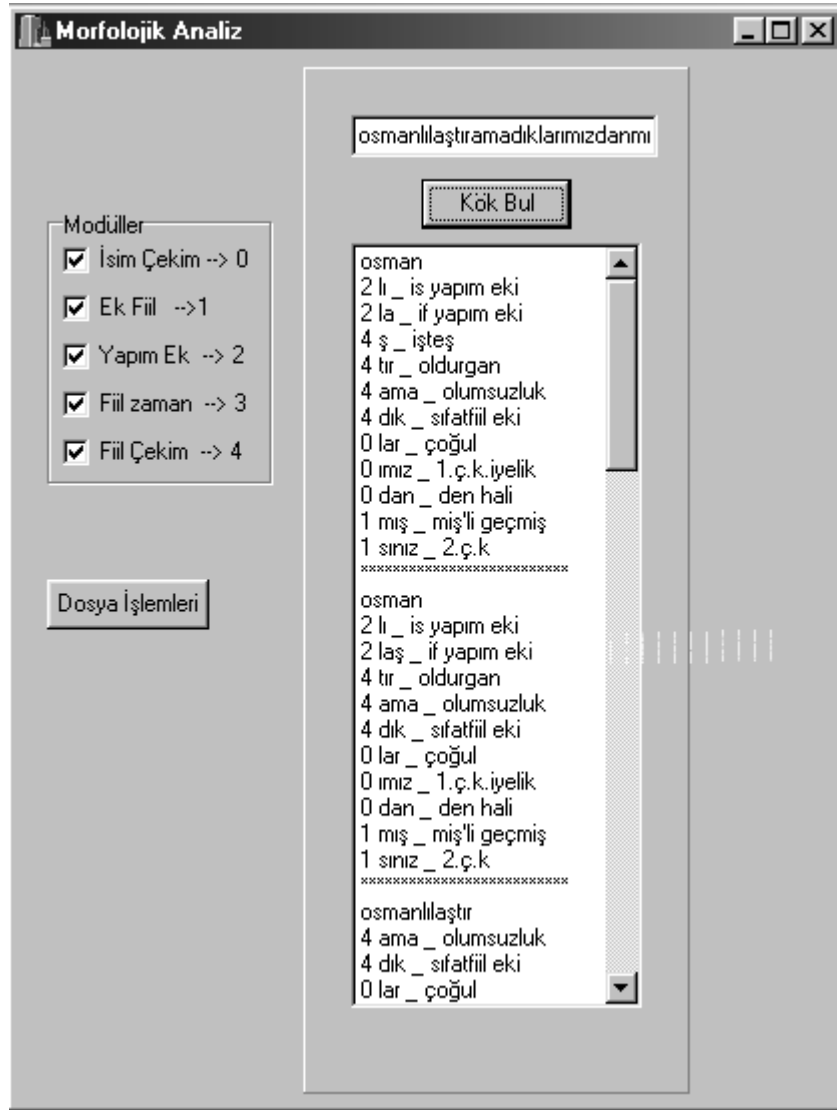
KAYNAKLAR

- [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] **Oflazer, K. and Bozsahin, C.**, 1994. Turkish Natural Language Processing Initiative: An Overview , Proceedings of the Third Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks, Ankara, June.
- [5] **Güngördü, Z. and Oflazer, K.**, 1995. Parsing Turkish using the Lexical-Functional Grammar Formalism, Machine Translation Vol. 10, Number 4.
- [6] **Güngördü, Z. and Oflazer, K.**, 1994. Parsing Turkish using the Lexical-Functional Grammar Formalism, Proceedings of COLING'94, The 15th Conference on Computational Linguistics, Kyoto, Japan August.
- [7] **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.
- [8] **Solak, A. and Oflazer, K.**, 1993. Design and Implementation of a Spelling Checker for Turkish, Literary and Linguistic Computing, Oxford University Press, Vol. 8, Number 3.
- [9] **Erenler, Y.**, 1999. Designing and Building an Adjective Lexicon for Turkish Based on a Million Word Corpus, *PhD Thesis*, Illinois Institute of Technology, Chicago
- [10] **Köksal, A.**, 1975. Automatic Morphological Analysis of Turkish, *PhD Thesis*, Hacettepe University, Ankara.
- [11] **Denny, J.**, 2000. Türk Dili Gramerinin Temel Kuralları, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları 620, Ankara.
- [12] **Banguoğlu, T.**, 2000. Türkçenin Grameri, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları 528, Ankara.
- [13] **Zülfikar, H.**, 1991. Terim Sorunları ve Terim Yapma Yolları, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları 569, Ankara.
- [14] **Hopcroft, J., Motwani, R., Ullman, J.**, 2000. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Addison Wesley Pub., Boston, MA.

EK-A

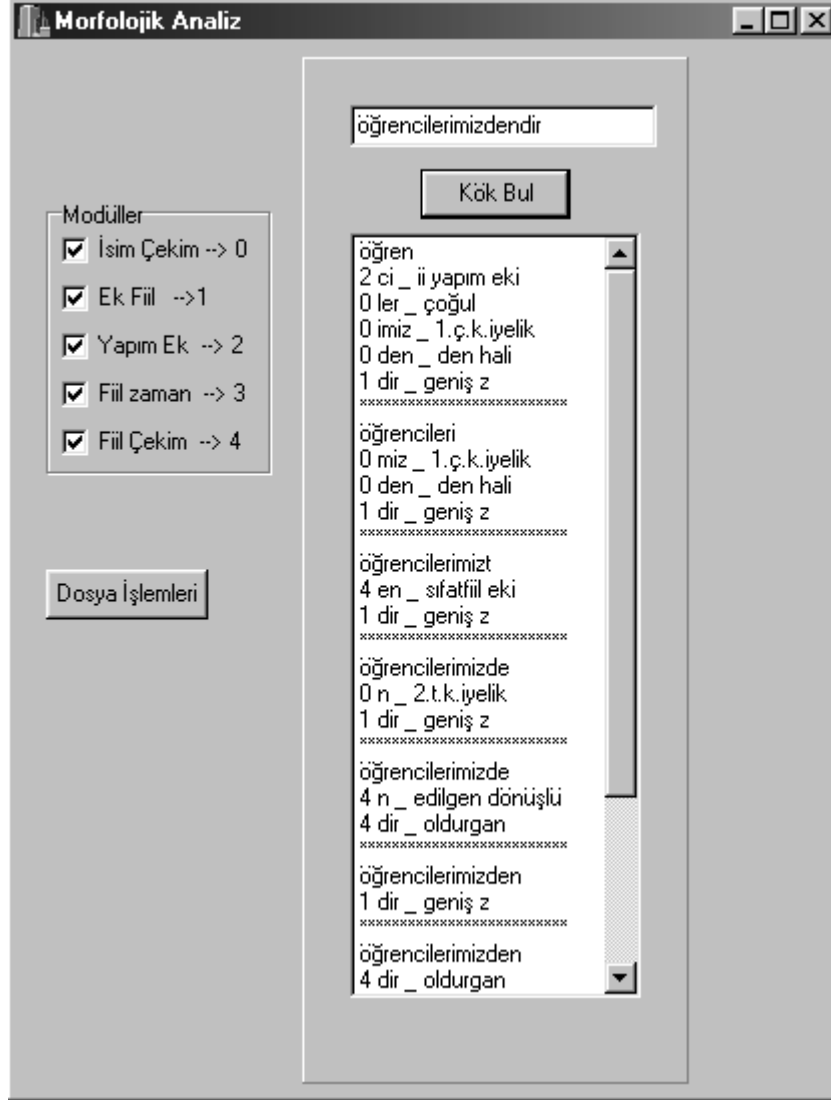
PROGRAM ÇIKTILARI

Şekil A-1’de “osmanlılaştıramadıklarımızdanmışsınız” sözcüğü için gerçekleştirilmiş biçimbirimsel analiz görülmektedir. Bu örnekte, oluşturulan bütün modüller çalıştırılmıştır. Kullanıcı, isteğe göre bu modüllerden bazılarının çalışmasını durdurabilir. Bunun için modül isimlerinin yanındaki kutucuklardaki işaretleri kaldırması yeterlidir.



Şekil A-1
Program Çıktısı 1

Şekil A.2’de “öğrencilerimizdendir” sözcüğünün biçimbirimsel analizi görülmektedir. Bulunan eklerin yanlarındaki numaralar, bu eklerin hangi modül tarafından bulunduğunu belirtir. Bu incelemede “öğren” köküne ulaşılmıştır. Yapım ekleri modülünün yanındaki işaret kaldırılıp çalışması engellendiğinde, bulunacak kök “öğrenci” olacaktır.



Şekil A-2
Program Çıktısı 2

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında İstanbul'da doğan Gülşen CEBİROĞLU, 1995 yılında Özel Saint-Michel Fransız Lisesi'nden ve 2000 yılında Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden ikincilikle mezun olmuştur. Gülşen CEBİROĞLU, 2000 yılından beri Garanti Teknoloji ve İ.T.Ü. ortaklığında, İ:T:Ü Bilgisayar Mühendisliği bölümünde fahri assistan olarak çalışmaktadır.