

SAYISAL TASARIM İKİ TABANLI SİSTEMLER

Hazırlayan:

Yard. Doç. Dr. Metin ARTIKLAR

İKİLİ TABANLI SİSTEMLER

- Sayısal sistemler günümüzde iletişimden sağlığa, iş dünyasından internete hemen hemen alanda kullanılmaktadır.
- Bu sistemlerin en önemli özelliği sonlu sayıda bir grup veri üzerinde işlem görmeleridir. Örneğin:
 - ✓ 0'dan 9'a kadar sayıları kullanarak sıcaklık gösteren bir termometre ,
 - ✓ Üzerindeki sınırlı sayıda sayı ve işlem tuşlarını kullanarak aritmetiksel işlem yapabilen bir hesap makinesi
 - ✓ Klavye , fare veya diğer çevre aygıtlarından gelen bilgileri ikili düzene çevirerek işlem gören ve sonuçları ekran yada yazıcı gibi çevre aygıtlarına gönderebilen bilgisayarlar.

İKİLİ TABANLI SİSTEMLER

- İlk bilgisayarlar daha çok aritmetiksel işlemler yapmak için tasarlanmışlardı. Rakam manasına gelen dijit kelimesi ilk defa bu bilgisayarları tanımlamak için kullanılmıştır.
- Sayısal (dijital) sistemler içerisinde veriler genellikle voltaj veya akım değerleri ile tanımlanırlar. Günümüzde, bilgisayarlarda dahil olmak üzere kullandığımız dijital sistemlerin hemen hepsi temelde iki sinyal değeri üzerinde işlem görür. Bunlarda 0 ve 1 verilerini devre içerisinde temsil eden voltaj sinyalleridir.

İKİLİ TABANLI SİSTEMLER

- Onluk düzendeki sayıları oldukları şekliyle bilgisayarda temsil etmek istese idik her bir rakama karşılık gelen bir voltaj aralığı tanımlamamız gerekirdi
- Örneğin: 0 ile 5 V arasını 10 eşit parçaya ayırırsak, her bir voltaj aralığı 1 rakamı temsil etmek için kullanılabilir.

İKİLİ TABANDAKİ SAYILAR

- Onluk tabandaki bir sayıyı şu şekilde gösterebiliriz:

$$7392 = 7 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 2 \times 10^0$$

- Aynı şekilde onluk düzendeki kesirli bir sayı şu şekilde gösterebiliriz:

$$26,75 = 2 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

r-Tabanlı Sayılar

- Genel olarak konuşursak, r tabanlı bir sayının rakamları 0'dan (r-1)'e kadar olur ve bu sayı acık şekli ile (yani onluk tabandaki karşılığını verecek) şöyle yazılır:

$$\mathbf{a_2a_1a_0.a_{-1}a_{-2} =}$$

$$\mathbf{a_2xr^2 + a_1xr^1 + a_0xr^0 + a_{-1}xr^{-1} + a_{-2}xr^{-2}}$$

r-Tabanlı Sayılar

- r-tabanlı sayıların gösteriminde şu kural uygulanır:
- Taban 10'veya 10'dan daha küçük ise sayının rakamları 0'dan $(r-1)$ 'e kadar olan rakamlar içerisinde seçilir.
- r tabanı 10'dan büyük ise sırası ile A,B,C,D,E,F,.....harfleri 9'dan büyük olan rakamları temsil etmek için kullanılır.

r-Tabanlı Sayılar

- Örneğin: 4'lü tabanda verilen aşağıdaki sayının açık şeklini yazınız.
- $(312.10)_4 = 3 \times 4^2 + 1 \times 4^1 + 2 \times 4^0 + 1 \times 4^{-1} + 0 \times 4^{-2}$
- $(312.10)_4 = (54.25)_{10}$
- Farklı tabandaki sayıları birbirinden ayırmak için genellikle sayılar parantez içerisine alınarak tabanları sağ altta yazılır.

r-Tabanlı Sayılar

- r tabanlı sayılarda toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin kuralları onluk tabandaki sayılarda olduğu gibidir.

Toplanan	101101	Çıkarılan	101101
Eklenen	+100111	Çıkan	- 100111
	-----		-----
	1010100		000110

Not: Tüm rakamlar 0 ile r-1 arasında olur

SAYILARDA TABAN DÖNÜŞTÜRME

- r-tabanlı bir sayının onluk düzendeki karşılığını bulmak için sayının açık şeklini yazarak toplamını bulmak yeterlidir.

$$\begin{aligned}(1010.011)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + \\ &\quad 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 8 + 2 + 0,25 + 0,125\end{aligned}$$

$$(1010.011)_2 = (10,375)_{10}$$

SAYILARDA TABAN DÖNÜŞTÜRME

$$\begin{aligned}(630.4)_8 &= 6 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 0 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} \\ &= 384 + 24 + 0.5\end{aligned}$$

$$(630.4)_8 = (408,5)_{10}$$

$$\begin{aligned}(1FA.8)_{16} &= 1 \times 16^2 + F \times 16^1 + A \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} \\ &= 256 + (15 \times 16) + 10 \times 1 + 0,5\end{aligned}$$

$$(1FA.8)_{16} = (506.5)_{10}$$

ONLUK TABANDAKİ SAYILARIN r -TABANLI SAYILARA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

- Onluk tabandaki bir sayıyı r -tabanına dönüştürmek için sayıyı sürekli olarak r 'ye böler ve kalanı işaretleriz. Bu işlem bölüm 0'a eşit olana kadar devam ettirilir. r -tabanlı sayı en sondan başlayarak, işaretlenmiş olan kalanlar bir araya getirilerek elde edilir.
- (Resim olarak ekle)

ONLUK TABANDAKİ SAYILARIN r-TABANLI SAYILARA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

$$(41)_{10} \stackrel{?}{=} (\quad)_2$$

Handwritten division steps for converting 41 to binary:

$$\begin{array}{r} 41 \text{ L } 2 \\ - 40 \\ \hline 1 \\ 20 \text{ L } 2 \\ - 20 \\ \hline 0 \\ 10 \text{ L } 2 \\ - 10 \\ \hline 0 \\ 5 \text{ L } 2 \\ - 4 \\ \hline 1 \\ 2 \text{ L } 2 \\ - 2 \\ \hline 0 \\ 1 \text{ L } 2 \\ - 0 \\ \hline 1 \\ 0 \end{array}$$

An arrow points from the final remainder 0 to the first remainder 1.

$$(41)_{10} = (101001)_2$$

ONLUK TABANDAKİ SAYILARIN r-TABANLI SAYILARA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

$$(153)_{10} = (\quad)_8$$

$\begin{array}{r} 153 \\ - 8 \\ \hline 73 \\ - 72 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 8 \\ 19 \overline{) 153} \\ - 16 \\ \hline 3 \end{array}$	$\begin{array}{r} 8 \\ 2 \overline{) 19} \\ - 0 \\ \hline 2 \end{array}$	$\begin{array}{r} 8 \\ 0 \overline{) 2} \\ - 0 \\ \hline 0 \end{array}$
$\textcircled{1}$	$\textcircled{3}$	$\textcircled{2}$	

←

$$(153)_{10} = (231)_8$$

ONLUK TABANDAKİ SAYILARIN r-TABANLI SAYILARA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

$$(572)_{10} = (\quad)_{16}$$

$$\begin{array}{r} 572 \overline{) 16} \\ \underline{48} \\ 92 \\ \underline{80} \\ 12 \end{array} \quad \begin{array}{r} 35 \overline{) 16} \\ \underline{32} \\ 3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \overline{) 16} \\ \underline{0} \\ 2 \end{array}$$

Arrows point from the circled remainders 12, 3, and 2 to the final result, with the letter 'C' below the first arrow.

$$(572)_{10} = (23C)_{16}$$

10-TABANLI KESİRLİ SAYILARIN r-TABANINA DÖNÜŞÜMÜ

- Onluk tabanda verilen bir kesirli sayının bir r- tabanına dönüşümü sayının sürekli r'ye bölünmesi yerine r ile çarpılması ile yapılır.
- Çarpma işlemi kesir sıfır oluncaya veya istenilen basamak sayısına devam ettirilir.
- r-tabanlı kesirli sayı en baştan başlayarak çarpma işlemlerinde noktanın solunda kalan sayılar birleştirilerek yapılır

10-TABANLI KESİRLİ SAYILARIN r-TABANINA DONÜŞÜMÜ

- $(0.6875)_{10} \text{ ?} = (\quad)_2$
- $0.6875 \times 2 = 1.375$ (Burdan başlanır)
- $0.375 \times 2 = 0.750$
- $0.750 \times 2 = 1.5$
- $0.5 \times 2 = 1.00$
- $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$

10-TABANLI KESİRLİ SAYILARIN r-TABANINA DONÜŞÜMÜ

- $(0.513)_{10} \text{ ?} = (\quad)_8$
- $0.513 \times 8 = 4.104$ (Burdan başlanır)
- $0.104 \times 8 = 0.832$
- $0.832 \times 8 = 6.656$
- $0.656 \times 8 = 5.248$
- $0.248 \times 8 = 1.984 \quad \dots$
- $(0.513)_{10} = (0.40651)_8$

10-TABANLI KESİRLİ SAYILARIN r-TABANINA DONÜŞÜMÜ

- Tam ve kesirli kısımları olan onluk tabandaki bir sayının bir r-tabanına dönüştürümü tam ve kesirli kısımlar ayrı ayrı dönüştürüm işlemine tabi tutularak yapılır

$$(41.6875)_{10} = (101001.1011)_2$$

2-TABANLI SAYILARIN 8 VE 16-TABANLI SAYILARA DONUSUMU

- İkili tabandan 8 ve 16'li tabana dönüşüm rakamlar 3'erli ve 4'erli gruplara ayrılarak kısa bir şekilde yapılabilir. Gruplama noktanın sağından ve solundan başlanarak yapılır.

$$(10110001101011.111100000110)_2 ? = (\quad)_8$$

$$(\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{0}\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{1}\textcolor{red}{0}\textcolor{blue}{0}\textcolor{red}{0}\textcolor{blue}{1}\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{0}\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{0}\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{1}.\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{1}\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{1}\textcolor{red}{0}\textcolor{blue}{0}\textcolor{red}{0}\textcolor{blue}{0}\textcolor{red}{0}\textcolor{blue}{1}\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{0})_2 =$$

$$(2 \ 6 \ 1 \ 5 \ 3 \ . \ 7 \ 4 \ 0 \ 6)_8$$

2-TABANLI SAYILARIN 8 VE 16-TABANLI SAYILARA DONUSUMU

$$(10110001101011.11110000011)_2 ?= (\quad)_{16}$$
$$(\textcolor{red}{00}101\textcolor{blue}{1000}110\textcolor{blue}{1011}.\textcolor{red}{1111}\textcolor{blue}{0000}\textcolor{red}{0110})_2 =$$
$$(\quad 2 \quad C \quad 6 \quad B \quad . \quad F \quad 0 \quad 6 \quad)_{16}$$

- Bilgisayarla iletişim yapılırken ikili yerine 8'li yada 16'lı sistemi kullanmak çok daha uygundur. (veya bilgisayar içerisindeki kaydedicilerin içeriklerini gösterirken)

8 VE 16-TABANLI SAYILARIN 2-TABANLI SAYILARA DONUSUMU

8 ve 16-tabanlı sayıların 2 tabanlı sayılara dönüşümü yukarıdaki işlemin tersi yapılarak gerçekleştirilir

$$(673.124)_8 = (110\ 111\ 011.001\ 010\ 100)_2$$

$$(306.D)_{16} = (0011\ 0000\ 0110 . 1101)_2$$

SAYILARIN TÜMLEYENİ

- Sayıların tümleyeni bilgisayarda, çıkarma işlemini toplama işlemi olarak gerçekleştirmek veya negatif sayıların gösterimi için kullanılır

$$\begin{array}{r} 10 \\ - 9 \\ \hline 1 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 10 \\ + -9 \\ \hline 1 \end{array}$$

SAYILARIN TÜMLEYENİ

- r -tabanlı herhangi bir sayının iki çeşit tümleyeninden bahsedilir.
 1. $(r-1)$ 'e tümleyen
 2. r 'ye tümleyen

$(r-1)$ 'E TUMLEYEN

- Herhangi bir sayının $(r-1)$ 'e tümleyeni sayının her bir rakamının $(r-1)$ 'den çıkarılması ile elde edilir
- $(546)_{10}$ $(r-1)$ 'e tümleyen $(453)_{10}$
- $(10110)_2$ $(r-1)$ 'e tümleyen $(01001)_2$
- $(475)_8$ $(r-1)$ 'e tümleyen $(302)_8$

r 'YE TUMLEYEN

- Herhangi bir sayının r'ye tümleyeni sayının $(r-1)$ 'e tümleyenine 1 eklenerek elde edilir
- $(546)_{10}$ r'ye tümleyen $453 + 1 = (453)_{10}$
- $(475)_8$ r'ye tümleyen $302 + 1 = (303)_8$
- $(10110)_2$ r'ye tümleyen

$$\begin{array}{r} (01001)_2 \\ (00001)_2 \\ +----- \\ (01010)_2 \end{array}$$

TÜMLEYEN KULLANARAK ÇIKARMA İŞLEMİ

- Çıkarma işlemleri sayıların r 'ye tümleyeni kullanılarak toplama işlemi olarak gerçekleştirilebilir.
- Bunu sonucu olarak bilgisayarlarda toplama çıkarma işlemleri için iki ayrı devrenin olmasına gerek kalmaz.
- Tümleyen kullanarak çıkarma işlemi şu şekilde gerçekleştirilir.

TÜMLEYEN KULLANARAK ÇIKARMA İŞLEMİ

- M ve N sayılarının işaretli (pozitif) iki sayı olduğunu düşünelim. $M-N$ işlemini bir çıkarma işlemi olarak yapmak yerine bir toplama işlemi olarak şu şekilde gerçekleştirebiliriz.
 1. N'nin r'ye tümleyeni alınır ve M'ye eklenir.
 2. Eğer $M \geq N$ ise işlem sonucunda oluşan elde atılarak $M-N$ işleminin sonucu bulunmuş olunur.
 3. Eğer $M < N$ ise elde edilen sonuç $M-N$ 'nin r'ye tümleyenidir ve işlemin sonucu'da negatiftir. Dolayısıyla elde edilen sonucun r'ye tümleyeni alınır ve başına negatif işareti eklenir.

TÜMLEYEN KULLANARAK ÇIKARMA İŞLEMİ

$(72532)_{10}$

M

$(03250)_{10}$

- N

- _____

- _____

Önce N'nin r'ye tümleyeni alalım ve toplama işlemini gerçekleştirelim. $(03250)_{10}$ r'ye tümleyen $(96750)_{10}$

72532

96750

+-----

169282

- $M \geq N$ olduğundan elde atılır ve 69282 M-N işleminin sonucunu vermiş olur.

TÜMLEYEN KULLANARAK ÇIKARMA İŞLEMİ

$(03250)_{10}$

M

$(72532)_{10}$

- N

- _____

- _____

Önce N'nin r'ye tümleyeni alalım ve toplama işlemini gerçekleştirelim. $(72532)_{10}$ r'ye tümleyen $(27468)_{10}$

03250

27468

+-----

30718

- $M < N$ olduğundan 30718'in r'ye tümleyeni alınır ve başına – işareti eklenerek işlemin sonucu bulunur:
-69282

İşaretili İkili Sayılar

- Onluk tabanda sayıları negatif olarak göstermek için başlarına – işareti eklenir.
- Bilgisayarda ise tüm aritmetiksel ve mantıksal işlemler ikilik tabandaki sayılarla gerçekleştirilir ve sayıların başlarına – işareti ekleme durumu yoktur. Bunun yerine ikili bir sayının en soldaki biti işaret biti olarak kullanılır.

İşaretli İkili Sayılar

- Bilgisayarda ikili tabandaki bir negatif sayıyı üç farklı şekilde gösterebiliriz:
 - 1) İşaretli büyüklük yöntemi
 - 2) 1'e tümleyen yöntemi
 - 3) 2'ye tümleyen yöntemi

İşaretili Büyüklük Yöntemi

- Bu yöntemde ikili sayının en soldaki biti onluk tabandaki – işaretime benzer şekilde kullanılır.
- Eğer bu bit 0 ise geriye kalan bitlerle temsil edilen sayı pozitif, 1 ise negatif olur.

Örnek: ± 9 sayılarını 8-bit olarak şu şekilde gösterebiliriz

+9 00001001

-9 10001001

1'e Tümleyen Yöntemi

- Bu yöntemde negatif sayılar pozitiflerinin 1'e tümleyenleri ile gösterilir.

+9 00001001

-9 11110110

2'ye tümleyen yöntemi

- Bu yöntemde negatif sayılar pozitiflerin 2'ye tümleyeni ile gösterilir. En soldaki bite işaret biti denir.

+9 00001001

-9 11110111

- Günümüzde bilgisayarların hemen hemen tümünde işaretli ikili sayılar 2'ye tümleyen yöntemi ile gösterilir.

İşaretili 2-Tabanlı Sayılarda Aritmetik Toplama İşlemi

- Toplama işlemi için 3 farklı durumdan söz edebiliriz. Her iki sayının pozitif olması sayılardan birinin negatif olması ve sayıların ikisinin de negatif olması.
- Negatif sayıların 2'ye tümleyen olarak gösterilmesi durumunda, yukarıdaki tüm durumlar için toplama işleminin yapılması ve işaret bitinden sonra elde olması durumunda bunun göz ardı edilmesi ile sonuç elde edilmiş olur.

İşaretsiz 2-Tabanlı Sayılarda Aritmetik Toplama İşlemi

6	0 0 0 0 0 1 1 0	-6	1 1 1 1 1 0 1 0
+ 13	+ 0 0 0 0 1 1 0 1	+ 13	+ 0 0 0 0 1 1 0 1
19	0 0 0 1 0 0 1 1	7	1 0 0 0 0 0 1 1 1

6	0 0 0 0 0 1 1 0	-6	1 1 1 1 1 0 1 0
+ -13	+ 1 1 1 1 0 0 1 1	+ -13	+ 1 1 1 1 0 0 1 1
-7	1 1 1 1 1 0 0 1	-19	1 1 1 1 0 1 1 0 1

İşaretili 2-Tabanlı Sayılarda Aritmetik Çıkarma İşleminin Toplama İşlemi Olarak Yapılması

- Çıkarma işleminin toplama işlemi olarak yapılabilmesi için çıkan sayının 2'ye tümleyeni alınır ve çıkarılan sayıya eklenir
- Örnekler bir önceki slaytta.

İKİLİ KODLAR

- Bilgisayarlarla olan iletişimimizde harfler ve sayılar gibi çokça kullandığımız karakterler vardır
- Bunların bir bit ile gösterimi mümkün değildir
- Bu açıdan alfanümerik karakterler denilen bu karakterlerin kodlanması birden fazla bit ile yapılır

İKİLİ KODLAR

- Bu amaçla geliştirilmiş ve ASCII (American Standard Code for Information Interchange) adı verilen bir kodlama sisteminde 7 bit kullanılarak 128 tane karakter kodlanmıştır
- Günümüzde bu kodlama tüm dünyada standart hale gelmiştir.

American Standard Code for Information Interchange

$b_3b_2b_1b_0$	$b_6b_5b_4$							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

BCD KODU

- Sadece 0'dan 9'a kadar olan rakamların temsil edildiği bir kodlama çeşididir.
- Bu kodlama sistemi sayıların kodlandıkları şekli ile (ikili tabana çevirim olmadan) onluk tabandaki sayılar gibi toplanmalarına olanak sağlar.
- Pratik hayattaki bazı uygulamamda kolaylık sağlar.
- Not: BCD sayılar 2-tabanlı sayılar değil ikili tabanda oluşturulan kodlardır.

BCD ve DİĞER KODLAR

Onluk rakamlar	BCD 8421	2421	3 Fazlası	84-2-1
0	0000	0000	0011	0000
1	0001	0001	0100	0111
2	0010	0010	0101	0110
3	0011	0011	0110	0101
4	0100	0100	0111	0100
5	0101	1011	1000	1011
6	0110	1100	1001	1010
7	0111	1101	1010	1001
8	1000	1110	1011	1000
9	1001	1111	1100	1111
Kullanılmayan bit kombinasyonları	1010	0101	0000	0001
	1011	0110	0001	0010
	1100	0111	0010	0011
	1101	1000	1101	1100
	1110	1001	1110	1101
	1111	1010	1111	1110

BCD KODU

- Örn: $(185)_{10} = (0001\ 1000\ 0101)_{BCD}$
- BCD olarak yazılan onluk tabanlı sayılar bazı kurallara uyularak ikili tabana çevrilmeden birbirleri ile toplanabilir.
- Toplama işleminde uygulanan kural şudur: herhangi iki BCD rakam toplandığında toplam 9'dan $(1001)_{BCD}$ büyük ise toplama 6 $(0110)_{BCD}$ eklenir ve elde oluşması durumunda bu bir sonraki toplama aktarılır

BCD KODU

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 5 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0100 \\ + 0101 \\ \hline 1001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 8 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0100 \\ + 1000 \\ \hline 1100 \\ + 0110 \\ \hline 10010 \\ 1 \quad 2 \end{array}$$

BCD KODLAR

$$\begin{array}{r} 9 \\ + 8 \\ \hline 17 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1000 \\ \hline 10001 \\ + 0110 \\ \hline 10111 \\ 1 \quad 7 \end{array}$$

BCD KODLAR

The diagram illustrates the BCD addition of 189 and 568, showing the correction of invalid BCD digits.

Decimal Addition:

$$\begin{array}{r} 189 \\ + 568 \\ \hline 757 \end{array}$$

Initial BCD Representation (Invalid Digits):

189 is represented as 0001 1001 (0111 0100). The digit 7 (0111) is invalid.

568 is represented as 1000 0110 (0110 1000). The digit 5 (0110) is invalid.

Correction Step 1 (Digit 7):

Since the digit 7 is invalid, we add 6 (0110) to it. A carry of 1 is generated from the 4th bit to the 5th bit.

$$\begin{array}{r} 0001 \\ + 0110 \\ \hline 0111 \end{array}$$

Correction Step 2 (Digit 5):

Since the digit 5 is invalid, we add 6 (0110) to it. A carry of 1 is generated from the 4th bit to the 5th bit.

$$\begin{array}{r} 1000 \\ + 0110 \\ \hline 1110 \end{array}$$

Final BCD Representation (Valid Digits):

After correction, the BCD representation of 757 is 0111 0101 (757). The digit 5 (0101) is now valid.

GRI KODU

Gri Kodu	Onluk Karşılığı
0000	0
0001	1
0011	2
0010	3
0110	4
0111	5
0101	6
0100	7
1100	8
1101	9
1111	10
1110	11
1010	12
1011	13
1001	14
1000	15

Hata Bulma Kodları: Tek Eşlik Biti Yöntemi

- Bu bitler ikili tabanda kodlanmış ve bir iletişim kanalı yoluyla bir yerden başka bir yere aktarılan veriler içerisinde iletişim esnasında oluşabilecek olası hataları bulmak için kullanılır
- Tek eşlik biti yönteminde veri paketi içerisindeki 1'lerin sayısının tek olması için pakete fazladan bir adet 0 veya 1 eklenir

Hata Bulma Kodları: Çift Eşlik Biti Yöntemi

- Çift eşlik biti yönteminde veri paketi içerisindeki 1'lerin sayısının çift olması için pakete fazladan bir adet 0 veya 1 eklenir

Tek ve Çift Eşlik Biti Yöntemi

	Tekli Eşlik	Çiftli Eşlik
ASCII A = 100 0001	1100 0001	0100 0001
ASCII T = 101 0100	0101 0100	1101 0100

Kaydediciler (Bilgi Saklama Hücreleri)

- İkili tabandaki bilgilerin gruplar halinde hafıza ünitelerinde saklandıkları fiziksel birimlere denir.
- Genellikle bir kaydedici 8, 16, 32 veya 64 bit uzunluğunda olur
- Birden fazla kaydedicinin bir araya getirilmesi ile RAM ve hard diskler oluşturulur

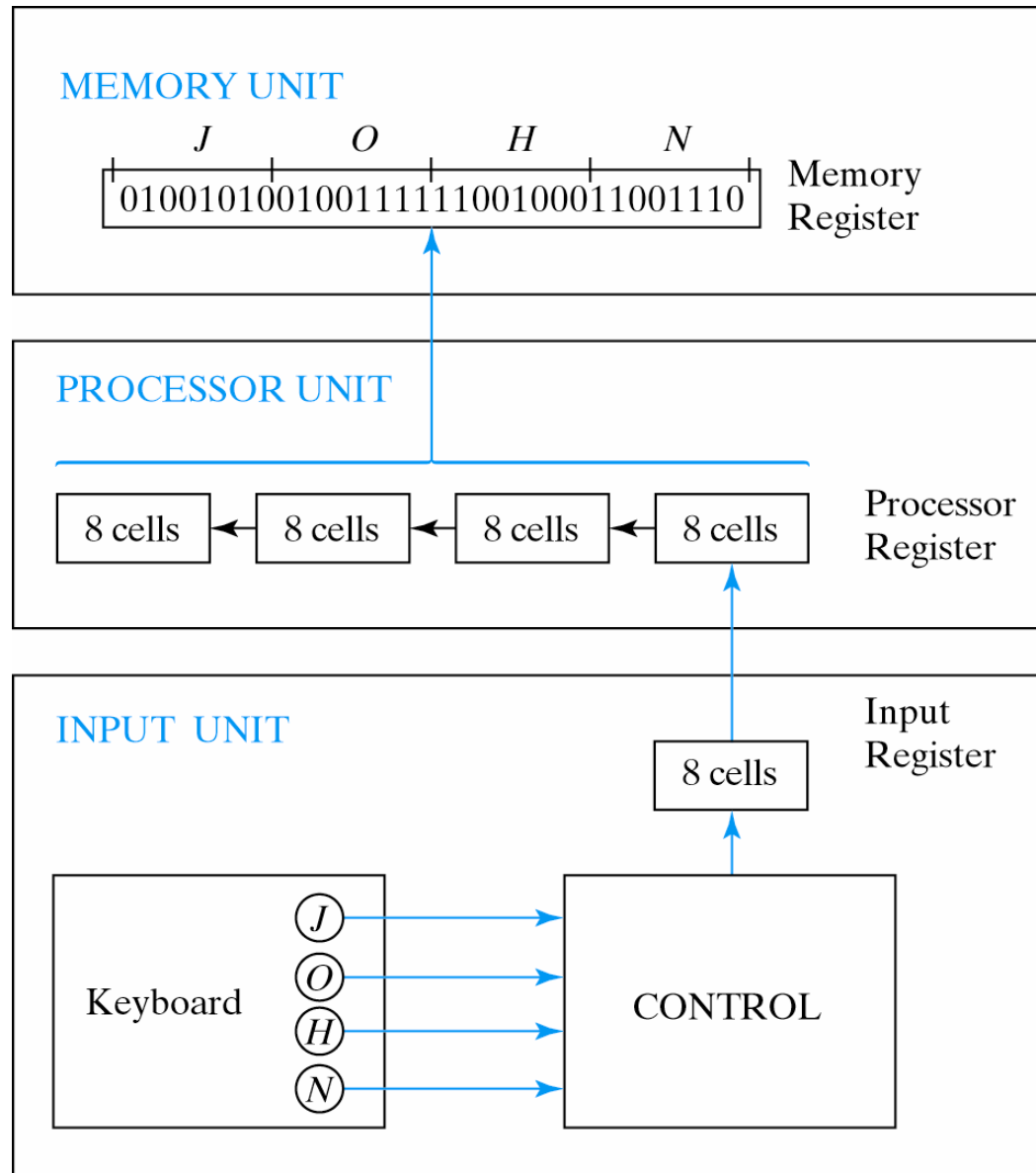


Fig. 1-1 Transfer of information with registers

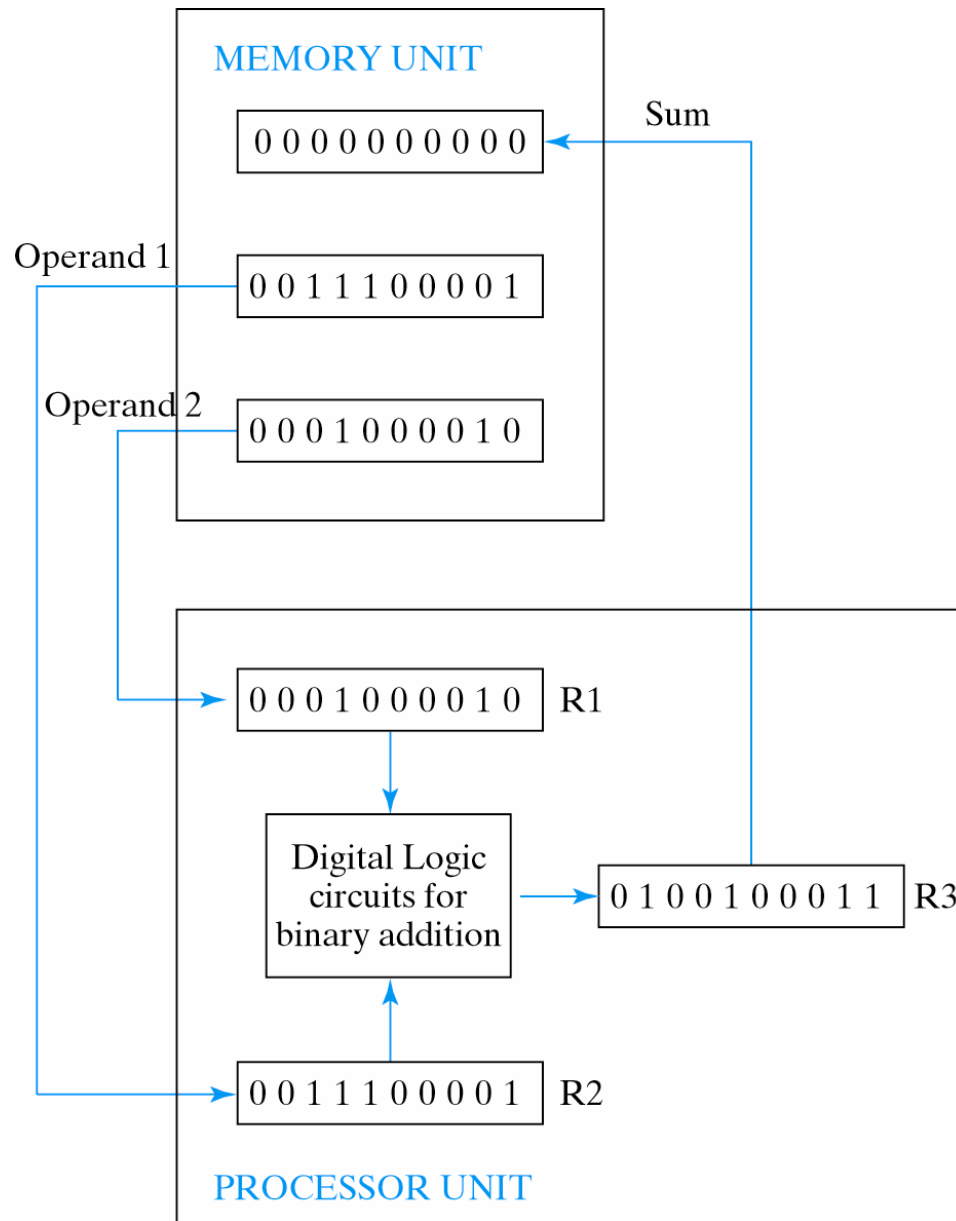


Fig. 1-2 Example of binary information processing

İkili Mantık (Lojik)

- İkili lojik 0 ve 1 sayıları üzerinde tanımlanmış cebirsel işlemlere verilen isimdir.
- Bu lojikte işleme alınan sayılarında, işlemlerin sonucunun da 0 veya 1 sayılarından birisi olması gerekir
- Bu işlemlerin yapılabilmesi için gerekli olan teorik temeller ikinci kısımda Boolean cebiri adı altında tanıtılacaktır

İkili Mantık (Lojik)

- Günümüzde elektronik sistemlerin hemen hemen tamamı ikili lojik üzerine bina edilmiştir.
- Böyle sistemler içerisinde iki voltaj seviyesi bulunur (genellikle 0 ve 5 volt)
- Bu sistemlerin davranışlarını kağıt üzerinde modelleyebilmek için bu voltaj seviyeleri lojik 0 ve lojik 1 değerleri olarak tanımlanır

İkili Mantık (Lojik)

- Dolayısıyla bu devrelerin davranışları Boolean cebiri kullanılarak modellenenebilir (bir başka tabirle Boolean cebiri dijital devrelerin davranışlarını matematiksel olarak gösterebilmek için geliştirilmiştir)

Boolean Cebirinin Kısa Tanımı

- Boolean cebiri ikili sayılar üzerinde tanımlanan bildiğimiz toplama, çıkarma v.s. gibi aritmetiksel operatörlerden farklı kurallara sahip operatörlerin kullanıldığı mantıksal işlemler bütünüdür.
- Bu operatörlerden bazıları ve bunlar üzerinde tanımlanan işlemlerin kuralları şöyledir:

VE, VEYA, TÜMLEYEN OPERATÖRLERİ

VE

x	y	$x \cdot y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

VEYA

x	y	$x + y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

TÜMLEYEN

x	x'
0	1
1	0

İkili Mantık (Lojik)

- Bu mantıksal işlemler önceleri anahtarlama devrelerinin davranışlarını modellemek için kullanıldı.
- Daha sonraları sayısal elektroniğin gelişmesi ile birlikte bu tür devrelerin pratik hayatta gerçekleştirilmesini kolaylaştırdıklarından mantık kapıları adıyla entegre devreler içerisinde üretildiler

İkili Mantık (Lojik)

- Kağıt üzerinde kapıların girişleri ancak 0 veya 1 olabilmesine karşılık pratik hayatta bunlara karşılık gelen voltaj seviyeleri genellikle aşağıda verildiği gibidir.

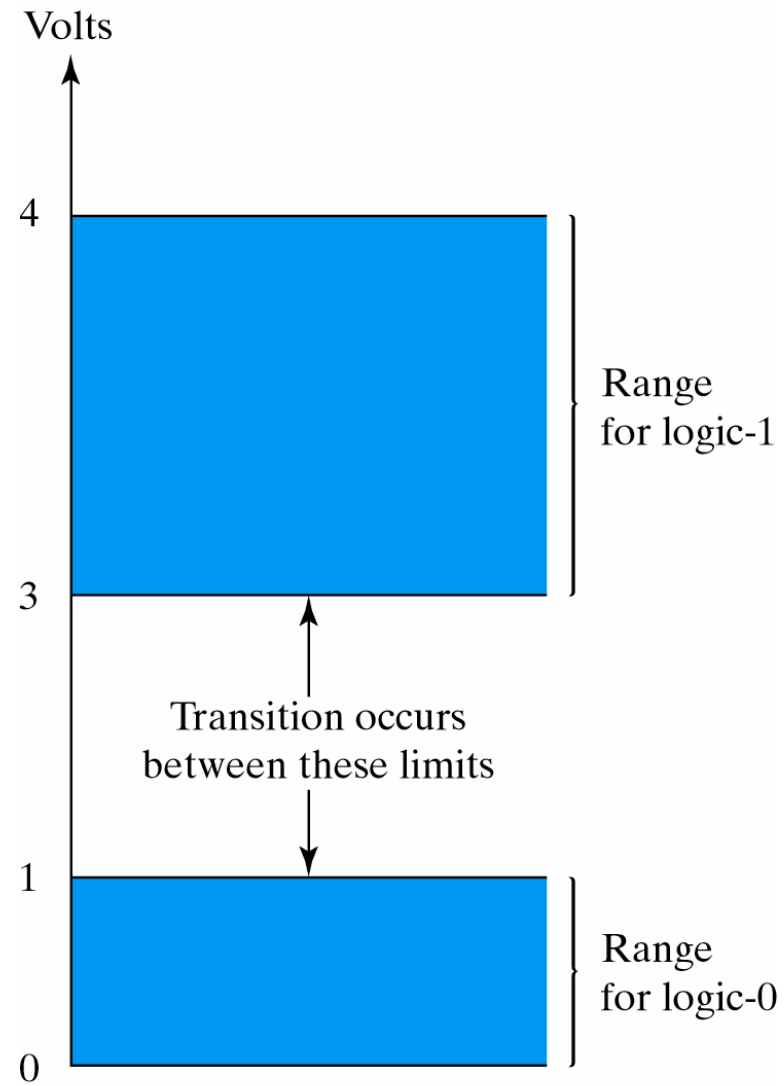
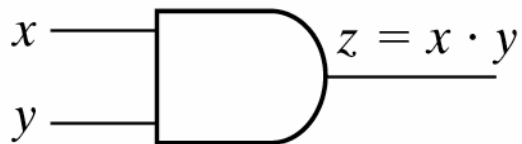
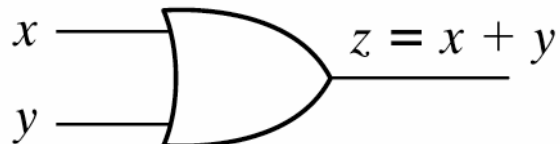


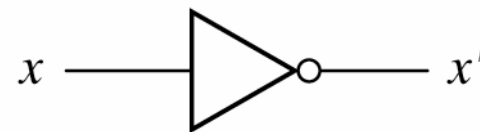
Fig. 1-3 Example of binary signals



(a) Two-input AND gate



(b) Two-input OR gate



(c) NOT gate or inverter

Fig. 1-4 Symbols for digital logic circuits

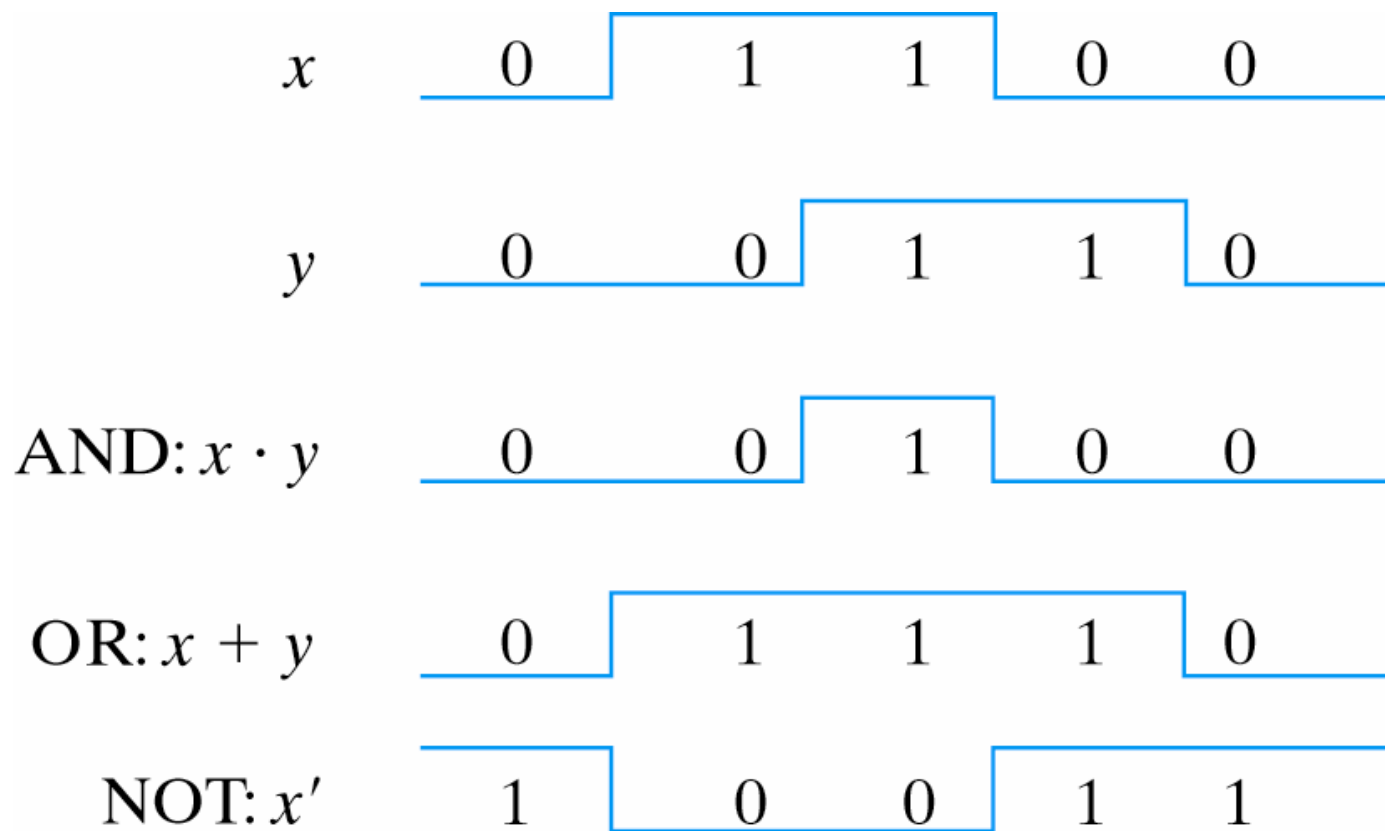
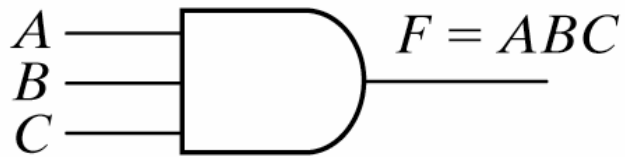
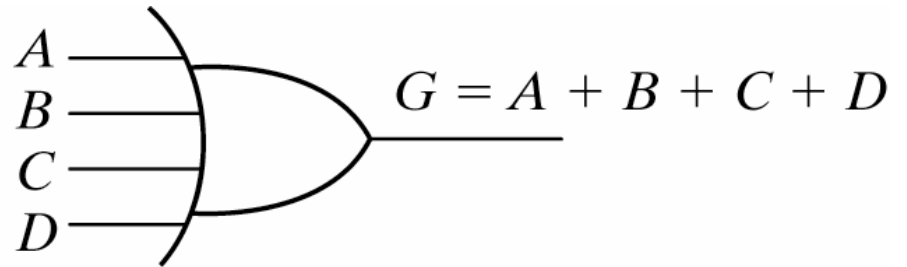


Fig. 1-5 Input-output signals for gates



(a) Three-input AND gate



(b) Four-input OR gate

Fig. 1-6 Gates with multiple inputs