SAYISAL ELEKTRONİK-I LABORATUVARI

ARŞ. GÖR. MEHMET YERLİKAYA

SAYI SİSTEMLERİ

- Sayısal elektroniğin öğrenilmesi için ilk olarak sayı sistemlerini çok iyi bir şekilde bilmesi gerekir.

- Sayı sistemleri; saymak, ölçmek gibi genel anlamda büyüklüklerin ifade edilmesi amacıyla kullanılan sistemler olarak tanımlanmaktadır.

- Temel olarak 4 sayı sistemi mevcuttur.

- Onlu (Decimal)
- İkili (Binary)
- Sekizli (Octal)
- Onaltılı (Hexadecimal)

SAYI SİSTEMLERİ

- Genel olarak çoğu alanda onlu sayı sistemi kullanılmasına karşılık, sayısal elektronik ve dolayısıyla mikroişlemcili/mikrodenetleyicili sistemlerde doğası gereği ikili ve onaltılı sayı sistemleri kullanılmaktadır.

- Büyüklüklerin ifade edilmesinde; belirli bir sayı sistemi tabanına göre rakamlardan oluşan sayılar kullanılmaktadır.

- Aşağıda aynı sayının 2, 8, 10 ve 16 sayı sistemine göre ifade ediliş görülmektedir:

$$(158)_{10} = (10011110)_2 = (9E)_{16} = (236)_8$$

SAYI SİSTEMLERİNDE RAKAMLAR

Sayı Sistemi	Rakamlar
2	0, 1
8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

ONLUK (DECIMAL) SAYI SİSTEMİ

- Günlük yaşantımızda kullandığımız sayı sistemi ondalık (decimal) sayı sistemidir. Ayrıca 10 tabanlı sistem olarak da adlandırılır ve bu sistemde on tane sembol (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) kullanılır.

- Decimal sayı sisteminde her sayı bulunduğu basamağa göre değer alır. (Birler, Onlar, Yüzler ..vb)

- Örneğin;

$$234.56 = 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

ONLUK (DECIMAL) SAYI SİSTEMİ

- Burada;

Tam Kısım				Kesir Kısmı	
2	**3**	**4**	**.**	**5**	**6**
↑			↑		↑
En büyük Değerli Basamak (Most Significant Digit, MSD)			Ondalık Nokta (Decimal Point, DP)		En Küçük Değerli Basamak (Least Significant Digit, LSD)

Basamak Değeri ↓ Basamak Ağırlığı ↙

$$234.56_{10} = 2 \times 10^{+2} + 3 \times 10^{+1} + 4 \times 10^{+0} + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

↑ Taban Değeri

İKİLİ (BINARY) SAYI SİSTEMİ

- İkilik (binary) sayı sisteminin tabanı 2’dir. Bu sistemde sadece “0” ve “1” rakamları kullanılmaktadır ve bu rakamlar **bit** (**BI**nary Digi**T**) adı ile tanımlanır.
- Binary sayı sistemi sayısal ve elektronik sistemlerde yaygın olarak kullanılır.
- Günlük yaşantımızda kullandığımız ondalık sayı sisteminden iki yönlü dönüşüm yapılarak kullanılır.
- İkilik sayı sisteminde de onluk sayı sistemindeki gibi her sayı bulunduğu basamağın basamak ağırlığı ile çarpılır.

İKİLİ (BINARY) SAYI SİSTEMİ

- İkili sayılar yazılırken en sağdaki basamağa en düşük değerlikli bit (Least Significant Bit-LSB),en soldaki basamağa en yüksek değerlikli bit (Most Significant Bit-MSB) adı verilir.

1 0 1 1 . 0 1

↑ En büyük Değerli Bit (Most Significant Bit, MSB)

↑ İkili Nokta (Binary Point, BP)

↑ En Küçük Değerli Bit (Least Significant Bit, LSB)

- Onlu sayıları sadece iki rakamdan oluşan ikilik sayılarla tanımlayabilmemiz sayısal sistemlerin iki voltaj seviyesini kullanarak farklı büyüklükleri tanımlanmasının anlaşılmasını sağlamaktadır. (5V ve 0V)

İŞARETLİ VE İŞARETSİZ SAYI TİPLERİ

- İşaretsiz sayı tipinde, sayıyı oluşturan bit değerlerinin hepsi büyüklüğü göstermede kullanılır.
- İşaretli sayı tipinde ise En Önemli Bit (MSB) değeri işaret biti (Sign Bit) olarak kabul edilir. Bu bit değerine göre sayının işareti belirlenir (+ ya da -).

MSB							**LSB**
Sign Bit							
0	1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1

BINARY TO DECIMAL ÇEVİRİMİ

- Binary(ikili) sayıları Decimal(Onlu) sayılara dönüştürürken her bir bit basamak ağırlığı ile çarpılıp bu sonuçların toplanması gerekir.

	n.basamak	4.basamak	3.basamak	2.basamak	1.basamak
Üstel değer	2^{n-1}	2^3	2^2	2^1	2^0
Ağırlık	2^{n-1}	8	4	2	1

Örnek:

$$(1010)_2 = (\ ?\ )_{10}$$
$$(1010)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$
$$(1010)_2 = 8 + 0 + 2 + 0$$
$$(1010)_2 = 10$$

BINARY TO DECIMAL ÇEVİRİMİ

- Örnekler;

$$
\begin{aligned}
110101_2 &= 1\times 2^5 + 1\times 2^4 + 0\times 2^3 + 1\times 2^2 + 0\times 2^1 + 1\times 2^0 \\
&= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 \\
&= 53_{10}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
1101.01_2 &= 1\times 2^3 + 1\times 2^2 + 0\times 2^1 + 1\times 2^0 + 0\times 2^{-1} + 1\times 2^{-2} \\
&= 8 + 4 + 0 + 1 + 0 + .25 \\
&= 13.25_{10}
\end{aligned}
$$

BINARY TO DECIMAL ÇEVİRİMİ

- Örnekler;

a- $(101)_2 = (\quad)_{10}$

b- $(1101)_2 = (\quad)_{10}$

c- $(10011)_2 = (\quad)_{10}$

d- $(111)_2 = (\quad)_{10}$

e- $(0110)_2 = (\quad)_{10}$

f- $(11101)_2 = (\quad)_{10}$

2. HAFTA

SAYI SİSTEMLERİ

Sayı Sistemi	Rakamlar
2	0, 1
8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

ONLUK (DECIMAL) SAYI SİSTEMİ

- Burada;

Tam Kısım — Kesir Kısmı

2 3 4 . 5 6

En büyük Değerli Basamak (Most Significant Digit, MSD)

Ondalık Nokta (Decimal Point, DP)

En Küçük Değerli Basamak (Least Significant Digit, LSD)

Basamak Değeri

Basamak Ağırlığı

$$234.56_{10} = 2 \times 10^{+2} + 3 \times 10^{+1} + 4 \times 10^{+0} + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

Taban Değeri

İKİLİ (BINARY) SAYI SİSTEMİ

- İkili sayılar yazılırken en sağdaki basamağa en düşük değerlikli bit (Least Significant Bit-LSB),en soldaki basamağa en yüksek değerlikli bit (Most Significant Bit-MSB) adı verilir.

1 0 1 1 . 0 1

En büyük Değerli Bit (Most Significant Bit, MSB)

İkili Nokta (Binary Point, BP)

En Küçük Değerli Bit (Least Significant Bit, LSB)

- Onlu sayıları sadece iki rakamdan oluşan ikilik sayılarla tanımlayabilmemiz sayısal sistemlerin iki voltaj seviyesini kullanarak farklı büyüklükleri tanımlanmasının anlaşılmasını sağlamaktadır. (5V ve 0V)

BINARY - DECIMAL ÇEVİRİMİ

- Binary(ikili) sayıları Decimal(Onlu) sayılara dönüştürürken her bir bit basamak ağırlığı ile çarpılıp bu sonuçların toplanması gerekir.

	n.basamak	4.basamak	3.basamak	2.basamak	1.basamak
Üstel değer	2^{n-1}	2^3	2^2	2^1	2^0
Ağırlık	2^{n-1}	8	4	2	1

BINARY - DECIMAL ÇEVİRİMİ

- Örnekler;

$$
\begin{aligned}
110101_2 &= 1\times 2^5 + 1\times 2^4 + 0\times 2^3 + 1\times 2^2 + 0\times 2^1 + 1\times 2^0 \\
&= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 \\
&= 53_{10}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
1101.01_2 &= 1\times 2^3 + 1\times 2^2 + 0\times 2^1 + 1\times 2^0 + 0\times 2^{-1} + 1\times 2^{-2} \\
&= 8 + 4 + 0 + 1 + 0 + .25 \\
&= 13.25_{10}
\end{aligned}
$$

DECIMAL - BINARY ÇEVİRİMİ

- Yöntem 1

$$50_{10} = 32 + 18$$
$$= 32 + 16 + 2$$
$$= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1$$
$$50_{10} = 110010_2$$

Yöntem 2

		Bölüm	Kalan	
50/2	=	25	0	LSB
25/2	=	12	1	
12/2	=	6	0	
6/2	=	3	0	
3/2	=	1	1	
1/2	=	0	1	MSB

$$\mathbf{50_{10} = 110010_2}$$

DECIMAL - BINARY ÇEVİRİMİ

Yöntem 1

$$
\begin{aligned}
346_{10} &= 256+90 \\
&= 256+64+26 \\
&= 256+64+16+10 \\
&= 256+64+16+8+2 \\
&= 1\times 2^8+1\times 2^6+1\times 2^4+1\times 2^3+1\times 2^1
\end{aligned}
$$

$$346_{10} = 101011010_2$$

Yöntem 2

	Bölüm	**Kalan**	
346/2	173	0	LSB
173/2	86	1	
86/2	43	0	
43/2	21	1	
21/2	10	1	
10/2	5	0	
5/2	2	1	
2/2	1	0	
1/2	0	1	MSB

$$(346)_{10} = 101011010_2$$

ONDALIKLI SAYILARIN BİNARY ÇEVİRİMİ

- İlk önce tamsayı bölme metodu ile binarye çevrilir.
- Daha sonra ondalıklı sayı çarpma metodu ile binarye çevrilir.
- Örnek;

$$(8{,}875)_{10}=(?)_2$$

i)

$$\begin{array}{r|l} 8 & 2 \\ \underline{8} & 4 \;\big|\; 2 \\ 0 & \underline{4} \;\;\; 2 \;\big|\; 2 \\ & 0 \;\;\; \underline{2} \;\;\; 1 \\ & \;\;\;\;\; 0 \end{array}$$

$(8)_{10}=(1000)_2$

ii)

$$\begin{array}{r} 0{,}875 \\ \times\;2 \\ \hline 1{,}75 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0{,}75 \\ \times\;2 \\ \hline 1{,}5 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0{,}5 \\ \times\;2 \\ \hline 1{,}0 \end{array}$$

$(8{,}875)_{10}=(1000{,}111)_2$

DECIMAL - BINARY ÇEVİRİMİ

- ÖRNEKLER;

$a-(13)_{10} = (\qquad\qquad)_2$

$b-(78)_{10} = (\qquad\qquad)_2$

$c-(239)_{10} = (\qquad\qquad)_2$

$d-(256)_{10} = (\qquad\qquad)_2$

$e-(512)_{10} = (\qquad\qquad)_2$

- ONDALIKLI SAYI ÖRNEKLERİ;

$a-(0{,}125)_{10} = (\ ?\ )_2$

$b-(11{,}1451)_{10} = (\ ?\ )_2$

$c-(125{,}65)_{10} = (\ ?\ )_2$

SEKİZLİ (OCTAL) SAYI SİSTEMİ

- Sekizli (Octal) sayı sistemi, sayısal elektronik sistemlerinde ses ve müzik uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. (Semboller : 0,1,2,3,4,5,6,7)

7 0 3 . 1 5

En büyük Değerli Basamak (Most Significant Digit, MSD)

Sekizli Nokta (Octal Point)

En Küçük Değerli Basamak (Least Significant Digit, LSD)

Basamak Değeri

Basamak Ağırlığı

$$703.15_8 = 7 \times 8^{+2} + 0 \times 8^{+1} + 3 \times 8^{+0} + 1 \times 8^{-1} + 5 \times 8^{-2}$$

Taban Değeri

OCTAL – DECIMAL ÇEVRİMİ

- Octal(Sekizli) sayıları Decimal(Onlu) sayılara çevirmek için her sayı bulunduğu basamağın konum ağırlığı ile çarpılır. Bu çarpım sonuçları toplanarak sonuç elde edilir.

	n.basamak	4.basamak	3.basamak	2.basamak	1.basamak
Üstel değer	8^{n-1}	8^3	8^2	8^1	8^0
Ağırlık	8^{n-1}	512	64	8	8

OCTAL – DECIMAL ÇEVRİMİ

Örnek:

$(47)_8 = (?)_{10}$ dönüşümünü gerçekleştirin?

$(47)_8 = 4x8^1+7x8^0$

$(47)_8 = 4x8+7x1$

$(47)_8 = 32+7$

$(47)_8 = (39)_{10}$

$$372_8 = 3\times(8^2)+7\times(8^1)+2\times(8^0)$$

$$= 3\times 64+7\times 8+2\times 1$$

$$= 250_{10}$$

OCTAL – DECIMAL ÇEVRİMİ

Örnek:

$(153{,}51)_8 = (?)_{10}$ dönüşümünü gerçekleştirin?

$(153{,}51)_8 = 1x8^2+5x8^1+3x8^0+5x8^{-1}+1x8^{-2}$

$(153{,}51)_8 = 1x64+5x8+3x1+5x0{,}125+1x0{,}0156$

$(153{,}51)_8 = 64+40+3+0{,}625+0{,}0156$

$$24.6_8 = 2\times(8^1)+4\times(8^0)+6\times(8^{-1})$$

$$= 20.75_{10}$$

DECIMAL - OCTAL ÇEVRİMİ

- Decimal(Onluk) sistemden Octal(Sekizli) sisteme dönüşüm "Bölme-8 metodu ile yapılır. Çıkan sonuç tersinden yazılır.

$(247)_{10} = (\ ?\ )_8$

Bölünen	**Bölüm**	**Kalan**		
247 |8	30	7	LSB	
30 8				
3 |8	0	3	MSB	$(367)_8$

DECIMAL - OCTAL ÇEVRİMİ

- Ondalıklı dönüşümde önce ondalıklı kısma kadar olan bölüm için normal çevirim yöntemi uygulanır. Ondalıklı kısım ise 8 ile çarpılır.

ÖRNEK; (153,515)10 = (?)8

	BÖLÜM	KALAN	
153/8	19	1	LSB
19/8	2	3	
2/8	0	2	MSB

0,513	0,104	0, 832	0,656	0,248
: 8	: 8	: 8	: 8	: 8
4,104	0,832	6,656	5,248	1,984
4	0	6	5	1

$(0{,}513)_{10} = (0{,}40651)_2$ olarak gösterilebilir.

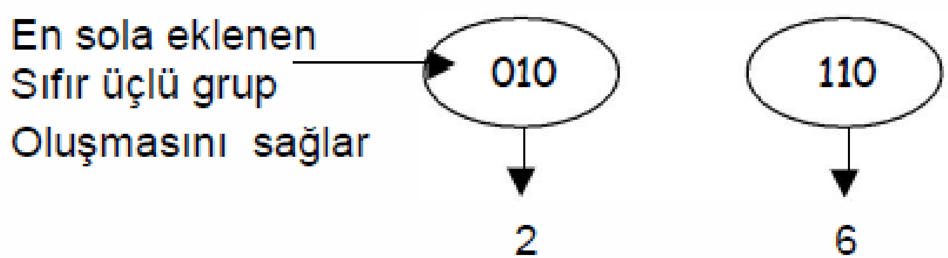
$(153{,}513)_{10} = (231{,}40651)_2$

BINARY – OCTAL ÇEVRİMİ

- Binary (İkilik) sayıları Octal (Sekizli) sayılara dönüştürürken, Binary sayı sağdan başlayarak sola doğru üçerli gruplara ayrılır. Her grubun Octal karşılığı bulunarak çevirme işlemi tamamlanmış olur.

- Üçerli gruplandırmayı sağlamak için en sola gerektiği kadar “0” ilave edilir.

$(10110)_2 = (?)_8$



$(10110)_2 = (26)_8$ dönüşümü sağlanır.

BINARY – OCTAL ÇEVRİMİ

$(010111,101001)_2 = (\ ?\ )_8$

Tam kısmı sağdan sola doğru, ondalıklı kısmı soldan sağa doğru üçerli gruplara ayıralım

010	111	,	101	001
2	7	,	5	1

$(010111,101001)_2 = (\ 27,51\ )_8$

Aşağıdaki Binary(İkilik) Octal Dönüşümlerini gerçekleştirin

a-$(11)_2 = (\qquad)_8$
b-$(11011)_2 = (\qquad)_8$
c-$(101111)_2 = (\qquad)_8$
d-$(111,11)_2 = (\qquad)_8$

OCTAL – BINARY ÇEVRİMİ

- Octal (Sekizli) sayıları Binary(İkilik) sayılara ; her Octal (Sekizli) sayının üç bitlik Binary (İkilik) karşılığı yazılması ile çevirim gerçekleştirilir.

$(237)_8 = (?)_2$

Her Octal Sayıyı üç bitlik Binary karşılıkları ile ifade edelim.

2	3	7
↓	↓	↓
010	011	111

$(237)_8 = (010011111)_2$ şeklinde bulunur.

a-$(16)_8$ =

b-$(110)_8$ =

c-$(1763)_8$ =

ONALTILIK (HEXADECIMAL) SAYI SİSTEMİ

- Onaltılık (Hexadecimal, Hex) sayı sistemi, sayısal elektronik sistemlerinde mikroişlemci temelli uygulamalarda yaygın olarak kullanılır.

- Bu sistemde, ondalık sayı sisteminde kullanılan sembollere ek olarak, dokuzdan büyük değerlere karşılık İngiliz alfabesinin ilk beş harfi ile birlikte on altı tane sembol kullanılır. (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F)

---

1 A 3 . 1 F

1 ↑	. ↑	F ↑
En büyük Değerli Basamak (Most Significant Digit, MSD)	On altılı Nokta (Hexadecimal Point)	En Küçük Değerli Basamak (Least Significant Digit, LSD)

HEXADECIMAL – DECIMAL ÇEVRİMİ

	n.basamak	3.basamak	2.basamak	1.basamak
Üstel değer	16^{n-1}	16^2	16^1	16^0
Ağırlık	16^{n-1}	256	16	1

- Örnek-1

$(1A3)_{16} = (?)_{10}$ dönüşümünü gerçekleştirin?

$(1A3)_{16} = 1x16^2+Ax16^1+3x16^0$

A=10 ise

$(1A3)_{16} = 1x256+10x16+3x1$

$(1A3)_{16} = 256+160+3$

$(1A3)_{16} = (419)_{10}$

- Örnek-2

$(A,3)_{16} = (?)_{10}$ dönüşümünü gerçekleştirin?

$(A,3)_{16} = Ax16^0+3x16^{-1}$

$(A,3)_{16} = 10x1+3x0,0625$

$(A,3)_{16} = 10+0,1875$

$(A,3)_{16} = (10,1875)_{10}$

DECIMAL – HEXADECIMAL ÇEVRİMİ

- Örnek-1

$(1357)_{10} = (?)_{16}$

Bölünen	Bölüm	Kalan	
1357 | 16	84	13(D)	LSB
84 | 16	5	4	
5 | 16	0	5	MSB

$(54D)_{16}$

$(1357)_{10} = (54D)_{16}$

- Örnek-2

$(25,125)_{10} = (\ ?\ )_{16}$

İlk önce tam kısımlar daha sonra ondalıklı kısımları çevirelim.

Bölünen	Bölüm	Kalan	
25 | 16	1	9	LSB
1 | 16	0	1	MSB

$(19)_{16}$

$$\begin{array}{r} 0,125 \\ \times \quad \underline{16} \\ 2,00 \end{array}$$

$(0,125)_{10} = (0,2)_{16}$

$(25,125)_{10} = (19,2)_{16}$ olarak yazılır.

BINARY – HEXADECIMAL ÇEVRİMİ

- Örnek-1

$(100111000011)_2 = (\ ?\ )_{16}$

İlkönce Binary sayı sağdan sola doğru dörderli gruplara ayrılır:

1001	1100	0011
↓	↓	↓
9	C	3

Bu dörderli grupların Hexadecimal karşılıkları yazılarak işlem

tamamlanır. $(100111000011)_2 = (\ 9C3\ )_{16}$

- Örnek-2

$(10110111{,}101001)_2 = (\ ?\ )_{16}$

Tam kısmı sağdan sola doğru, ondalıklı kısmı soldan sağa doğru dörderli gruplara ayıralım

1011	0111	,	1010	0100
↓	↓		↓	↓
B	7	,	A	4

$(10110111{,}101001)_2 = (\ B7{,}A4\ )_{16}$

HEXADECIMAL - BINARY ÇEVRİMİ

- Örnek-1

Her Hexadecimal Sayıyı dört bitlik Binary karşılıkları ile ifade edelim.

F	7	C
↓	↓	↓
1111	0111	1100

$(F7C)_{16} = (111101111100)_2$ şeklinde bulunur.

3. HAFTA

SAYI SİSTEMLERİ

- Sayı karşılık tablosu

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

OCTAL ve HEXADECIMAL SAYILARDA DÖRT İŞLEM

- Sekizli (Octal) sayı sisteminde dört işlem;

Toplama		Çıkarma		Çarpma	Bölme
15 + 7 24	74 + 56 152	15 - 7 6	74 - 56 16	43 × 12 106 + 43 536	77 | 3 - 6 | 25 17 - 17 00
635 + 75 732	247 +154 423	635 - 75 540	247 -154 073		

- Onaltılı (Hexadecimal) sayısisteminde 4 işlem

Toplama		Çıkarma		Çarpma	Bölme
A + 5 F	C4 + 26 EA	A - 5 5	C4 - 26 9E	73 × 52 E6 + 23F 24D6	7A | 3 - 6 | 28 1A - 18 02
6F9 + 8B 784	DA7 + B4 E5B	6F9 - 8B 66E	DA7 - B4 CF3		

BİNARY SAYI SİSTEMİ ARİTMETİĞİ

➢ TOPLAMA

- Binary sayı sisteminde de iki sayı toplandığında eğer sonuç bir haneye sığmıyorsa bir elde(cary) oluşur.
- Binary(İkilik) sayı sistemindeki temel toplama kuralları;

0+0	= 0	→	Elde 0	Toplam 0
0+1	= 1	→	Elde 0	Toplam 1
1+0	= 1	→	Elde 0	Toplam 1
1+1	= 10	→	Elde 1	Toplam 0
1+1+1	= 11	→	Elde 1 Toplam 1	

Örnek:

Aşağıda verilen toplama işlemlerini gerçekleştirin.

a- $(11)_2 + (11)_2 = (110)_2$ $3 + 3 = 6$

b- $(100)_2 + (11)_2 = (111)_2$

c- $(111)_2 + (11)_2 = (1010)_2$

d- $(0110)_2 + (1111)_2 = (10101)_2$

c- $(11101)_2 + (1001)_2 + (111)_2 = (101101)_2$

BİNARY SAYI SİSTEMİ ARİTMETİĞİ

- ÇARPMA
  - Binary (İkilik) sayılarla çarpma işlemi decimal (Onluk) sayı sisteminin aynısı olup temel çarpma kuralları aşağıdaki gibidir.

$$0 \times 0 = 0$$
$$0 \times 1 = 0$$
$$1 \times 0 = 0$$
$$1 \times 1 = 1$$

Örnek:

a- $(11)_2 \times (10)_2 = (110)_2$

b- $(100)_2 \times (011)_2 = (1100)_2$

c- $(101)_2 \times (011)_2 = (1111)_2$

d- $(1010)_2 \times (1001)_2 = (1011010)_2$

BİNARY SAYI SİSTEMİ ARİTMETİĞİ

➢ BÖLME

- Binary (İkilik) sayılarla çarpma işlemi decimal (Onluk) sayı sisteminin aynısı olup temel bölme kuralları aşağıdaki gibidir.

0 | 0 = 0
0 | 1 = 0
1 | 0 = 0
1 | 1 = 1

Örnek:

```
 1100 | 100           | 4
      |-----       12 |-----
 -100 |  11      - 12 | 3
 ----            ----
 0100              00
 -100
 ----
   00
```

BİNARY SAYI SİSTEMİ ARİTMETİĞİ

- ÇIKARMA
  - Binary sayı sisteminde de küçük değerlikli bir basamaktan büyük değerlikli bir basamak çıkarıldığında,bir üstteki basamaktan bir borç(borrov) alınır ve çıkarma işlemi tamamlanır.
  - Binary(İkilik) sayı sistemindeki temel çıkarma kuralları;

0-0 =0	$\rightarrow$	Borç 0	Sonuç 0
1-1 = 0	$\rightarrow$	Borç 0	Sonuç 0
1-0 = 1	$\rightarrow$	Borç 0	Sonuç 1
0-1 = 1	$\rightarrow$	Borç 1	Sonuç 1

Örnek:

Aşağıda verilen çıkarma işlemlerini gerçekleştirin.

a-	b-	c-	d-
$(11)_2$	$(100)_2$	$(101)_2$	$(1010)_2$
$-\ (10)_2$	$-\ (011)_2$	$-\ (011)_2$	$-\ (0011)_2$
$(01)_2$	$(001)_2$	$(010)_2$	$(0111)_2$

TÜMLEYEN ARİTMETİĞİ

- Sayı sistemlerinde direkt çıkarma yapılacağı gibi **Tümleyen** ya da **Tamamlayıcı (Komplementer)** yöntemiyle de çıkarma yapılabilir.

- Tümleyen yöntemiyle çıkarma işlemi aslında bir toplama işlemidir. Bu işlemde bir üst basamaktan borç alınmaz.

- Her sayı sistemine ilişkin iki adet tümleyen (komplementer) bulunabilir. Bunlar; r sayı sisteminin tabanını göstermek üzere
  - r-1 tümleyen
  - r tümleyen

- Taban yerine konduğunda bu iki tümleyen Binary(İkilik) sayılarda 1 ve 2 Tümleyen iken; Decimal(Onlu) sayılarda 9 ve 10 tümleyen şeklindedir.

1’E TÜMLEYENLE ÇIKARMA

- Bir binary sayının 1’e tümleyeni basitçe her bir bitin tersinin alınması ile bulunur. İki binary sayıyı 1’e tümleyen ile çıkarmak için;

1. Çıkan sayının 1 tümleyeni bulunur. 1 tümleyen bulunurken çıkan sayı ile çıkarılan sayının basamak sayısının eşit olması gerekir.
2. Çıkarılan sayı ile çıkan sayının 1 tümleyeni toplanır.
3. En büyük değerlikli basamakta elde 1 oluşursa bu işlem sonucunun pozitif olduğu anlamına gelir
4. Doğru sonuca ulaşmak için elde 1 buradan alınarak en küçük değerlikli basamakla toplanır.
5. Eğer elde 1 oluşmamışsa sonuç negatiftir doğru cevabı bulmak için sonuç terslenerek yazılır.

1'E TÜMLEYENLE ÇIKARMA

- Örnek-1

$(11001)_2$ Çıkan sayının 1.Tümleyen (komplementer)i $(10011)_2 \longrightarrow (01100)_2$

$-(10011)_2$

```
  11001
+ 01100
 1 00101
```

Eğer elde 1 oluşmuşsa sonuç pozitiftir ve gerçek sonuç

\+ 1 eldenin en sağdaki basamağa eklenmesi ile bulunur. $(00110)_2$

- Örnek-2

$(1001)_2$ Çıkan sayının 1.Tümleyen $(1101)_2$ —— $(0010)_2$

$-(1101)_2$

```
  1001
+ 0010
  1011
```

Eğer elde 1 oluşmamışsa sonuç negatiftir ve gerçek sonuç çıkan sonucun terslenmesi ile bulunur.

$-(0100)_2$

2’YE TÜMLEYENLE ÇIKARMA

- Binary sayının 2’ye tümleyeni o sayının 1’e tümleyenine 1 eklenerek bulunur. (2’ye tümleyen = 1’e tümleyen+1)

- İki binary sayıyı 2’ye tümleyen ile birbirinden çıkarmak için;

  1. Çıkan sayının 2’ye tümleyeni bulunur. Çıkan sayı ile çıkarılan sayının basamak sayıları eşit olmalıdır.
  2. Çıkarılan sayı ile çıkan sayının 2 tümleyeni toplanır.
  3. Eğer toplama işlemi sonucunda en yüksek değerlikli basamakta bir elde oluşmuşsa çıkan sonuç pozitiftir, elde atılarak gerçek sonuca ulaşılır.
  4. Toplam sonucunda bir elde oluşmamışsa sonuç negatiftir. Çıkan sonucun tersi alındıktan sonra 1 eklenerek gerçek sonuca ulaşılır.

2’YE TÜMLEYENLE ÇIKARMA

- Örnek-1

$(10100)_2$
$-(10011)_2$

1.Tümleyen (komplementer) → 10011 → 01100

$$\begin{array}{r} 01100 \\ +\quad 1 \\ \hline 01101 \end{array}$$

2.Tümleyen → 01101

$$\begin{array}{rr} & 10100 \\ + & 01101 \\ \hline & 100001 \end{array}$$

Eğer elde 1 oluşmuşsa sonuç pozitiftir ve gerçek sonuç eldenin atılması ile bulunur.

→ $(00010)_2$

- Örnek-2

$(1011)_2$
$-(1111)_2$

1.Komplementeri 1111 → 0000

$$\begin{array}{r} 0000 \\ +\quad 1 \\ \hline 0001 \end{array}$$

2. Komplementer

$$\begin{array}{rr} & 1011 \\ + & 0001 \\ \hline & 1100 \end{array}$$

Eğer elde 1 oluşmamışsa sonuç negatiftir ve gerçek sonuç çıkan sonucun tersine “1” eklenmesi ile bulunur.

$$\begin{array}{rr} & 0011 \\ + & 1 \\ \hline \end{array}$$

$(-0100)_2$ olur.