SAYISAL ELEKTRONİK-I LABORATUVARI

DERS SORUMLU ÖĞRETİM ELEMANLARI

Arş. Gör. Mehmet YERLİKAYA

Arş. Gör. Berat YILDIZ

Sayı Sistemleri

•Dijital (sayısal) elektroniğin öğrenilmesi için ilk olarak sayı sistemlerini çok iyi bir şekilde bilmesi gerekir.

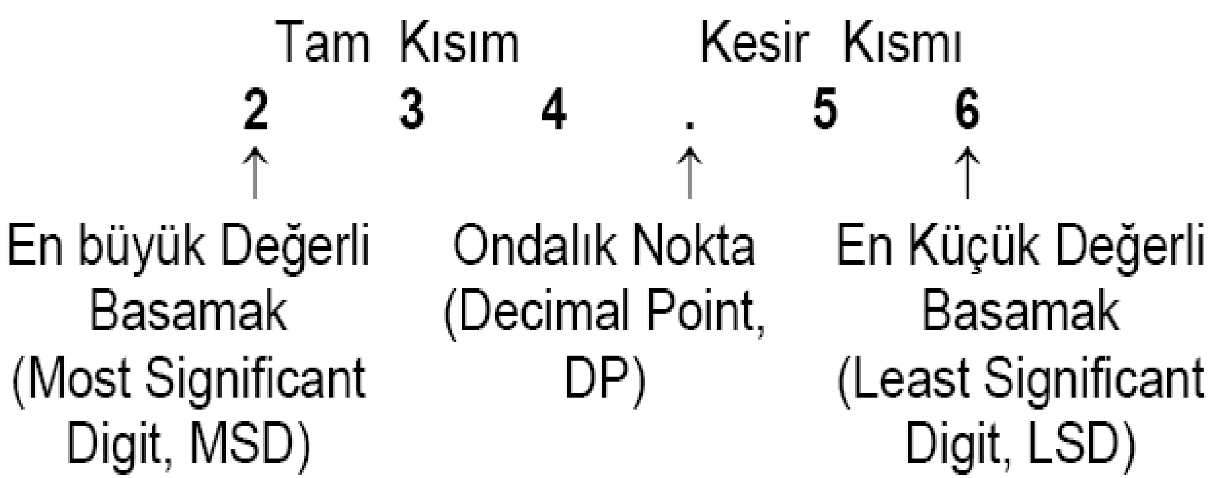
•Sayı sistemleri Dijital Elektroniğin temelidir.

• Dijital eletronikte dört çeşit sayı sistemi kullanılmaktadır. Bunlar :

a) Desimal (onlu) Sayı Sistemi
b) Binary (ikili) Sayı Sistemi
c) Oktal (sekizli)Sayı Sistemi
d) Hexadesimal (onaltılı) Sayı Sistemi

Onluk Sayı Sistemi

- Günlük yaşantımızda kullandığımız sayı sistemi ondalık (decimal) sayı sistemidir. Ayrıca 10 tabanlı sistem olarak da adlandırılır ve bu sistemde on tane sembol kullanılır.
- Taban : 10
- Semboller : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- Ondalık sayı sisteminin genel biçimi ve terminolojisi aşağıda verilmiştir.



Onluk Sayı Sistemi

…	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0	.	10^{-1}	10^{-2}	…

Basamak Değeri

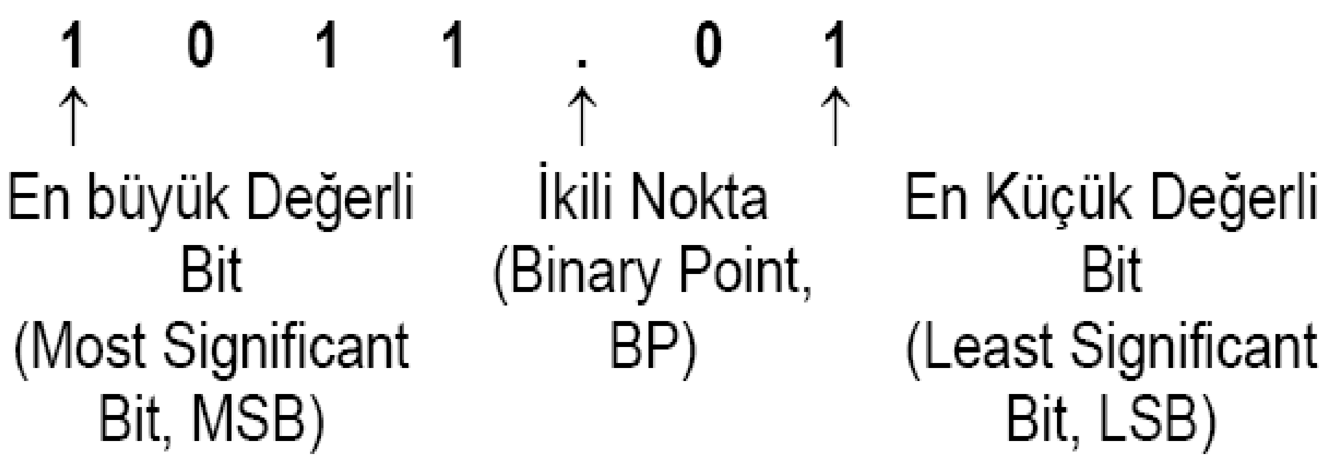
Basamak Ağırlığı

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

Taban Değeri

İkili Sayı Sistemi

- İkili (Binary) sayı sistemi, sayısal elektronik sistemlerinde yaygın olarak kullanılır. Günlük yaşantımızda kullandığımız ondalık sayı sisteminden iki yönlü dönüşüm yapılarak kullanılır. Bu sistemde, Boole cebrinde doğru ve yanlışı belirtmek üzere iki tane sembol kullanılır.
- Taban : 2
- Semboller : 0,1
- İkili sayı sisteminin genel biçimi ve terminolojisi aşağıda verilmiştir.



İkili Sayı Sistemi

…	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	.	2^{-1}	2^{-2}	…

Basamak Değeri

Basamak Ağırlığı

$$1101.01_2 = 1 \times 2^{+3} + 1 \times 2^{+2} + 0 \times 2^{+1} + 1 \times 2^{+0} + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

Taban Değeri

Örnek

Onlu sayılara örnek

$$346.17_{10} = (3\times10^2)+(4\times10^1)+(6\times10^0)+(1\times10^{-1})+(7\times10^{-2})$$
$$= 300 + 40 + 6 + 0.1 + 0.07$$

İkili sayılara örnek

$$1101.01_2 = 1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}$$
$$= 8 + 4 + 0 + 1 + 0 + .25$$
$$= 13.25_{10}$$

İkili sayıların Onlu sayılara Çevirimi (Binary to Decimal)

- 110101_2 desimal karşılığı nedir?

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

Onlu sayıların İkili sayılara Çevirimi

Yöntem 1

- Onluk sayılar 2'nin kuvvetlerinin toplamı şeklinde ifade edilebilir.

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

$$
\begin{aligned}
346_{10} &= 256+90 \\
&= 256+64+26 \\
&= 256+64+16+10 \\
&= 256+64+16+8+2 \\
&= 1\times 2^8 + 1\times 2^6 + 1\times 2^4 + 1\times 2^3 + 1\times 2^1 \\
346_{10} &= 101011010_2
\end{aligned}
$$

Onlu sayıların İkili sayılara Çevirimi

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

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

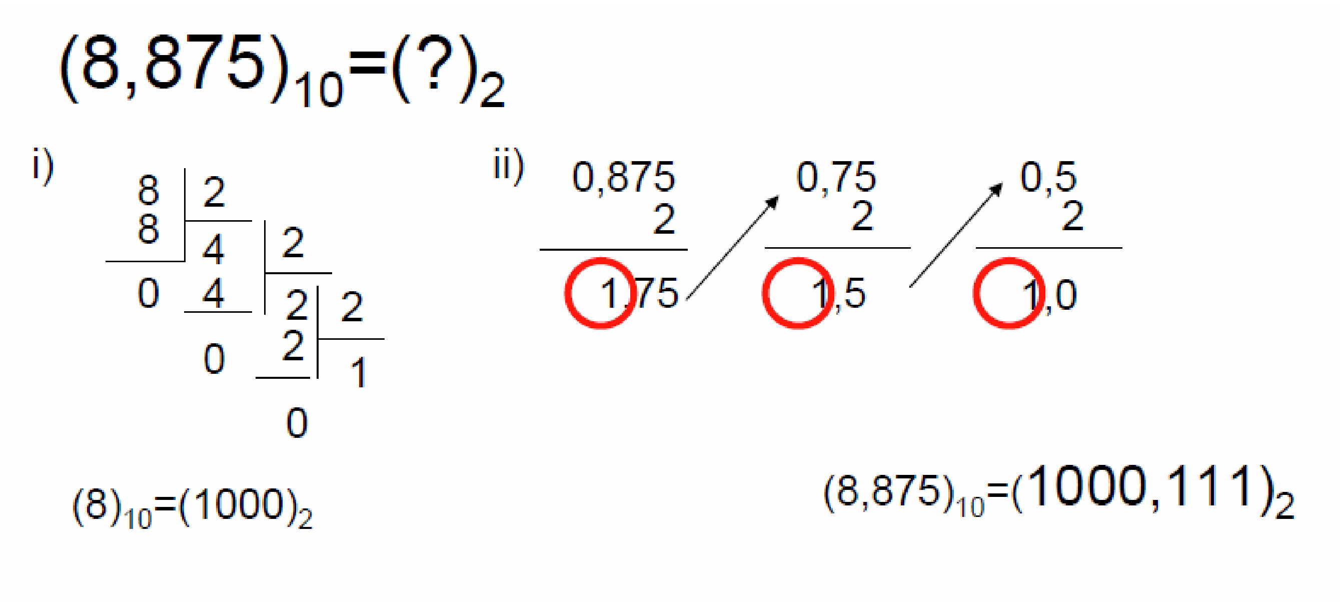
Örnek

	bölüm	kalan
346/2	173	0
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

$346_{10}=101011010_2$

Tam ve Ondalıklı Desimal Sayıların Binary Sayılara Çevrilmesi

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



Tam ve Ondalıklı Binary Sayıların Desimal Sayılara Çevrimi

- İlk önce binary sayının tam kısmı pozitif 2'nin kuvveti olarak yazılır.
- Ondalıklı kısmı ise, soldaki ilk sayıdan başlayarak sağa doğru negatif 2'nin kuvveti olarak yazılır.

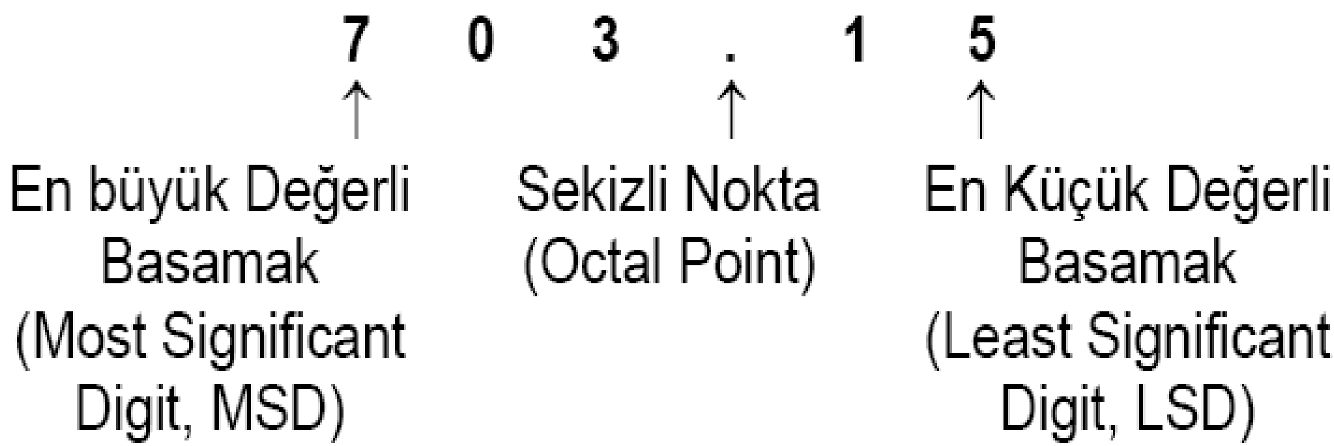
$(100,10001)_2=(?)_{10}$

$=1.2^2+0.2^1+0.2^0+1.2^{-1}+0.2^{-2}+0.2^{-3}+0.2^{-4}+1.2^5$

$=4+1/2+1/2^{32}=4,50000000023$

Sekizli Sayı Sistemi

- Sekizli (Octal) sayı sistemi, sayısal elektronik sistemlerinde ses ve müzik uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. Müzikte kullanılan notalara (do re mi fa sol la si do) karşı gelmek üzere sekiz sembol kullanılır. Günlük yaşantımızda kullandığımız ondalık sayı sisteminden iki yönlü dönüşüm yapılarak kullanılır.
- Taban : 8
- Semboller : 0,1,2,3,4,5,6,7
- Sekizli sayı sisteminin genel biçimi ve terminolojisi aşağıda verilmiştir :



Sekizli Sayı Sistemi

Basamak Değeri   Basamak Ağırlığı

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

Taban Değeri

Sekizli sayıların Onlu sayılara Çevirimi (Octal-to-Decimal Conversion)

$$
\begin{aligned}
372_8 &= 3\times(8^2)+7\times(8^1)+2\times(8^0)\\
&= 3\times 64+7\times 8+2\times 1\\
&= 250_{10}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
24.6_8 &= 2\times(8^1)+4\times(8^0)+6\times(8^{-1})\\
&= 20.75_{10}
\end{aligned}
$$

Onlu sayıların Sekizli sayılara Çevirimi

- Convert 266_{10} to Octal

	quotient	*remainder*	
266/8 =	***33***	***2***	***LSB***
33/8 =	***4***	***1***	
4/8 =	***0***	***4***	***MSB***

$$266_{10}=412_8$$

Sekizli sayıların İkili sayılara Çevirimi (Octal-to-Binary Conversion)

- Convert 472_8 to binary

$$\begin{array}{ccc} 4 & 7 & 2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 100 & 111 & 010 \end{array}$$

- Convert 5431_8 to binary

$$\begin{array}{cccc} 5 & 4 & 3 & 1 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 101 & 100 & 011 & 001 \end{array}$$

İkili Sayıların Sekizli Sayılara Çevrimi

- Convert 100111010_2 to octal

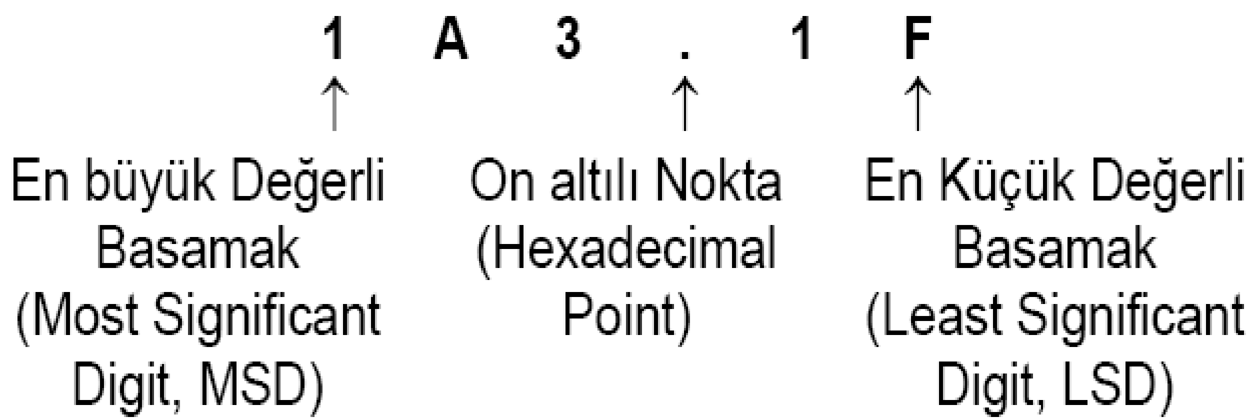
$$\underbrace{1\quad 0\quad 0}_{\downarrow \atop 4}\quad \underbrace{1\quad 1\quad 1}_{\downarrow \atop 7}\quad \underbrace{0\quad 1\quad 0}_{\downarrow \atop 2_8}$$

- Convert 11010110_2 to octal

$$\underbrace{0\quad 1\quad 1}_{\downarrow \atop 3}\quad \underbrace{0\quad 1\quad 0}_{\downarrow \atop 2}\quad \underbrace{1\quad 1\quad 0}_{\downarrow \atop 6_8}$$

Onaltılık Sayı Sistemi

- Onaltılık (Hexadecimal, Hex) sayı sistemi, sayısal elektronik sistemlerinde mikroişlemci temelli uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Günlük yaşantımızda kullandığımız ondalık sayı sisteminden iki yönlü dönüşüm yapılarak 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.
- Taban : 16
- Semboller : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
- Onaltılık sayı sisteminin genel biçimi ve terminolojisi aşağıda verilmiştir.



Onaltılık Sayı Sistemi

Basamak Değeri

Basamak Ağırlığı

$$1A3.1F_{16} = 1 \times 16^{+2} + 10 \times 16^{+1} + 3 \times 16^{+0} + 1 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2}$$

Taban Değeri

Sekizli sayıların Onaltılık sayılara Çevirimi

- Convert $B2F_{16}$ to octal

$B2F_{16}$=1011 0010 1111 {convert to binary}

=101 100 101 111 {group into three-bit groupings}

= 5 4 5 7_8 {Convert to octal}

Aritmetik İşlemler

- İkili sayılar ile dört işlem (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme), özelliklede toplama ve çıkarma işlemleri sayısal elektronik sistemlerin programlanmasında sıkça kullanılan işlemlerdir.

Toplama		Çıkarma		Çarpma	Bölme
1 + 0 1	1 + 1 10	1 − 0 1	1 − 1 0	101 × 11 101 −101 1111	1111 | 11 −11 | 101 0011 − 11 00
10 + 1 11	101 + 10 111	10 − 1 01	101 − 10 011		

Sekizlik ve Onaltılık sayı sistemlerinde işlemler

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		

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		

Toplama / Çıkarma İşlemi

- İkili sayılar ile yapılan toplama işlemi, işleme giren sayıların karşılıklı bitleri bit bit toplanır ve oluşması halinde eldenin bir sonraki toplamaya eklenmesi şeklinde yapılır. Bu toplama işleminde işleme giren sayılar, 2'ye tümleyen işaretli değerler ise doğal olarak sayıların işareti dikkate alınarak doğru sonuç elde edilir. Çıkarma işlemi ise, toplama işlemine giren ikinci sayının işareti değiştirilerek gerçekleştirilir.

+ 15	0000 1111
+ 08	0000 1000
+ 23	0001 0111

+	2B
+	78
(+)	A3

SAYI GÖSTERİMLERİ

- 8 bit yani 1 byte ile $0\text{-}255_{10}$ e kadar olan sayıları gösterir.
  - ($1111\ 1111_2$ yada FF_{16})
- 6 bit yani word gösterimi ile $0\text{-}65535_{10}$ e kadar olan sayıları gösterir.
  - ($1111\ 11111111\ 1111_2$ yada $FFFF_{16}$)

NEGATİF SAYI GÖSTERİMLERİ

- İşaretli sayılarda ilk bit işaret biti olarak kullanılır.
- İlk bit 0 ise sayı pozitif, 1 ise negatiftir.
- Örnek:
  - 83 = 01010011
  - -71 = 10111001
- Negatif ve pozitif saylar aynı anda kullanıldığında işlemler zorlaşır

NEGATİF SAYI GÖSTERİMLERİ

- İki'nin tümleyeni aritmetiğini kullanarak negatif sayıları gösterebiliriz.
- İlk bit işaret bitini gösterir
- -n sayısını; +n sayısının bitlerinin tersini alıp 1 eklediğimizde –n sayısını elde ederiz
- Örnek: -109 için

$109_{10} = 0110\ 1101_2$

-109 = 1001 0011

NEGATİF SAYI GÖSTERİMLERİ

- Bu sayede pozitif ve negatif sayılar üzerinde işlem yapmak daha kolaydır.
- A-B işlemi için;
- A + (-B) kullanılır.
- Örnek $A=83_{10}$, $B=71_{10}$, 83 -71 ➔ 83 +(-71)

83 = 01010011

-71 = 10111001

(1) 00001100

NEGATİF SAYI GÖSTERİMLERİ

$83_{10} = 53_{16} \rightarrow$ 0101 0011

$71_{10} = 47_{16} \rightarrow$ 0111 0001 (2'li tümleyenini alalım)

$$
\begin{array}{r}
1000\ 1110 \\
+ \qquad\quad 1 \\
\hline
\underbrace{1000}_{8}\ \underbrace{1111}_{F}
\end{array}
$$