

## Veri Temsili (Data Representation)

- Veri Temsili
  - birden fazla şekilde olabilir.
  - veriler üzerinde yapılan işlemlerin sonucuna etkisi yoktur.
  - veriler üzerindeki işlemlerin zorluk/kolaylık derecesine etki eder.
- Verilerin temsil edilme şekilleri bilgisayarın dizaynına etki eder.

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.1

## Infinite Setlerin Finite Setlere dönüşümü

- Eğer bir sembol  $M$  değişik değer alırsa,  $N$  tane sembolden oluşan tüm verilerin sayısı  $M^N$  dir.
  - Örnek: 3-digitle decimal verilerin toplam sayısı  $10^3=1000$  ([0,999])
- İki farklı durumu birbirinden ayırt eden devrelerin tasarımı son derece basit
  - Bilgisayarlar iki farklı durumu olabilen binary digitlerden (bit) ler kullanılarak design edilmektedir
  - $N$  bit  $2^N$  farklı sayı temsil eder.
- Farklı türdeki sayılar için genelde farklı temsil şekilleri vardır. (örnek: floating-point, integer)

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.2

## Binary (ikili) Gösterim

- $s_{n-1}s_{n-2}s_{n-3} \dots s_2s_1s_0 = \sum_{i=0, n-1} s_i 2^i$
- $100101 = 2^0 + 2^2 + 2^5 = 37_{10}$
- Most Significant Bit (MSB)
- Least Significant Bit (LSB)
- Big-Endian
- Little-Endian
- Çoğu bilgisayarlar günümüzde 32bit veya 64 bitlik verilerle çalışırlar

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.3

.byte 0, 1, 2, 3

Byte #			
0	1	2	3

Big Endian

Byte #			
3	2	1	0

Little Endian

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.4

1025 00000000 00000000 00000100 00000001

Address	Big Endian	Little Endian
00	00000000	00000001
01	00000000	00000100
02	00000100	00000000
03	00000001	00000000

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.5


## Integer Sayılar

- Unsigned integer
  - $b_n b_{n-1} b_{n-2} \dots b_2 b_1 b_0 = \sum_{i=0, n} b_i 2^i$
- Sign magnitude
  - Bir extra bit kullanılmak suretiyle positive sayılar negative sayılardan ayırt edilir (Sign bit).
  - Geri kalan bitler magnitude bitler olarak adlandırılırlar
  - $(n+1)$  bit kullanılarak temsil edilen tamsayıların aralığı  $[-(2^n-1), (2^n-1)]$ .

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.6



sign      magnitude

X	XXX	XXXX
---	-----	------

8-bit sign magnitude

Bit Pattern	Decimal Deger
0000 0011	3
1000 0111	-7
1111 1111	-127
0000 0000	0
1000 0000	0

$b_i(-1)^{b_n} \sum_{i=0..n-1} b_i 2^i$

Eger MSB 0 ise sayi positive, MSB 1 ise sayi negativedir.

Avantajlari: kolayca anlasilabilmesi

Dezavantajlari: 0 iki farkli sekilde temsil edilir. Toplama ve cikarma islemlerinde kolay degil.


4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.7



## Integerlerin Complement olarak Temsili

- Toplama ve cikarma islemlerini kolaylastirir.
- Positive sayilarin temsili, positive sayilarin sign magnitude olarak temsili ile ayni.
- Negative sayilarin temsili farkli.

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.8



## One's Complement

$b_n b_{n-1} b_{n-2} \dots b_2 b_1 b_0$

$\sum_{i=0..n-1} (b_i \cdot 2^i) - b_n(2^n - 1)$


$b_n(2^n - 1)$ : Bias

$b_n$  nin degeri sayinin positive/negative olmasini belirler

Eger  $b_n$  1 ise sayi negative, 0 ise sayi positive dir.

000.....000 ve 111.....111 nin her ikisi de sifiri gosterir

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.9




## One's Complement

Ikili Gosterim	Decimal Degeri
0000 0011	3
1111 1100	-3
0001 1111	31
1110 0000	-31
000 0000	0
1111 1111	0
0000 0001	1
1111 1110	-1

(n+1) bit kullanilarak temsil edilen tamsayilarin araligi  $[(2^n - 1) - (2^n - 1)]$ .

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.10



## Two's Complement

$b_n b_{n-1} b_{n-2} \dots b_2 b_1 b_0$

$\sum_{i=0..n-1} (b_i \cdot 2^i) - b_n 2^n$


$b_n 2^n$ : Bias

$b_n$  nin degeri sayinin positive/negative olmasini belirler

Eger  $b_n$  1 ise sayi negative, 0 ise sayi positive dir.

Sifirin tek gosterimi vardır ve 000.....000 dir.

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.11



## Two's Complement

Ikili Gosterim	Decimal Degeri
0000 0011	3
1111 1101	-3
1111 1100	-4
0001 1111	31
1110 0001	-31
1110 0000	-32
0000 0000	0
1111 1111	-1

(n+1) bit kullanilarak temsil edilen tamsayilarin araligi  $[(2^n - 1) - 2^n]$ .

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.12

## Biased Gosterim

$b_n b_{n-1} \dots b_2 b_1 b_0$

$$\sum_{i=0}^n (b_i \cdot 2^i) - B \quad B: \text{bias } (B=2^n \text{ veya } B=2^{n-1})$$

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.13



Decimal	Biased Gosterim	
	Decimal	Binary
-4	0	000
-3	1	001
-2	2	010
-1	3	011
0	4	100
1	5	101
2	6	110
3	7	111

$n=3$   
Bias:  $2^{3-1}=4$

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.14



$b_n b_{n-1} b_{n-2} \dots b_3 b_2 b_1 b_0$

binary	unsigned	sign mag.	two's comp.	one's comp.	biased-127	biased-128
0000 0000	0	0	0	0	-127	-128
0000 0001	1	1	1	1	-126	-127
0000 0010	2	2	2	2	-125	-126
0111 1111	127	127	127	127	0	-1
1000 0000	128	0	-128	-127	1	0
1000 0001	129	-1	-127	-126	2	1
1111 1101	253	-125	-3	-2	126	125
1111 1110	254	-126	-2	-1	127	126
1111 1111	255	-127	-1	0	128	127

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.15



Format	Range	Value
unsigned	$0 \leq I < 2^{n+1}$	$I = \sum_{i=0}^n b_i \cdot 2^i$
sign magnitude	$-2^n < I < 2^n$	$I = (-1)^b \sum_{i=0}^{n-1} b_i \cdot 2^i$
one's complement	$-2^n < I < 2^n$	$I = \sum_{i=0}^{n-1} b_i \cdot 2^i - b_n (2^n - 1)$
two's complement	$-2^n \leq I < 2^n$	$I = \sum_{i=0}^{n-1} b_i \cdot 2^i - b_n \cdot 2^n$
bias-B	$-B \leq I < 2^{n+1} - B$	$I = \sum_{i=0}^n b_i \cdot 2^i - B$

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.16

## Sign Extension

- 8/16 bitlik sayılar 32 bitlik sayı olarak gösterilebilir.
- Original sayının değerinde değişiklik olmaz
- Çarpma işlemlerinde bazen gereksinim duyulur.

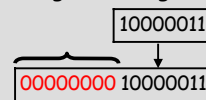
4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.17




## Unsigned Integers



4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu


2.18



## sign magnitude

Diagram illustrating sign magnitude representation. A box contains the binary value `1 1000011`. An arrow points from the sign bit (1) to a new box containing `1 00000000 1000011`, where the first 1 is highlighted in red.


4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.19



## Complement (one's /two's)

Diagram illustrating one's and two's complement. On the left, a box with `0 1001011` has an arrow from the 0 sign bit to a box with `00000000 01001011`. On the right, a box with `1 1001011` has an arrow from the 1 sign bit to a box with `11111111 11001011`.


4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.20



## Character

- Alphanumerical
- Gösterim Standardı
  - ASCII (American Standard for Computer Information Exchange)
    - Her bir character 7 bit olarak kodlanır (128 tane)
    - Non-printing karakterler (esc)
- Soru: Character ler ASCII standardında 7 bite kodlanır. Oysa C dilinde uzunlukları 1 byte (8) bit. 8-7=1 (1 bite ne oldu?)

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.21




```

.data
ch: .byte
int: .word
digit: .text

move int,0
get ch
procch: bgt ch,'9',notadigit
sub digit,ch,'0'
bltz digit,notadigit
mul int,int,10
add int,int,digit
get ch
b procch
notadigit:

```


4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.22



## Floating Point (FP)

Diagram illustrating the conversion of the decimal number 22.625 to IEEE 754 floating point format. The number is split into 22 and .625. 22 is converted to binary 10110, and .625 is converted to binary .101. These are combined to form 10110.101, which is then normalized to 1.0110101 × 2<sup>4</sup>.

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.23



## IEEE Floating Point Standard (IEEE 754)

Diagram illustrating the IEEE 754 floating point standard. It shows two formats: single precision (S 1 bit, E 8 bit, F 23 bit) and double precision (S 1 bit, E 11 bit, F 52 bit).

4/13/2004 Bilgisayar Organizasyonu 2.24

## Single Precision (IEEE 754)

S (1 bit) | E (8 bit) | F (23 bit) single precision

$0 \leq E \leq 255$   $e = E - 127$  (Biased-127)

S	E	F	Number
0/1	0	0	0
0	255	0	$+\infty$
1	255	0	$-\infty$
0/1	255	$\neq 0$	NaN

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.25

## Single Precision (IEEE 754)

$z_{31}z_{30}z_{29}\dots z_0$

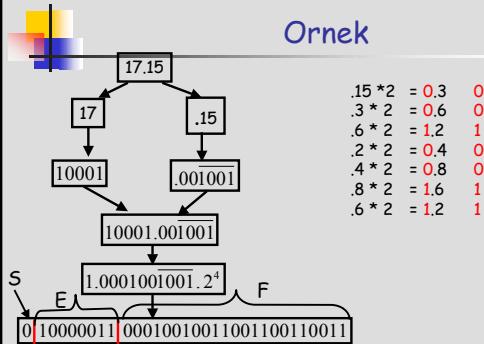
$$I = (-1)^{z_{31}} (1 + 2^{-23} \sum_{i=0}^{22} z_i 2^i) \cdot 2^{(\sum_{i=0}^7 z_{i+23} 2^i) - 2^7 - 1}$$

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.26

## Ornek



.15 \* 2 = 0.3    0  
 .3 \* 2 = 0.6    0  
 .6 \* 2 = 1.2    1  
 .2 \* 2 = 0.4    0  
 .4 \* 2 = 0.8    0  
 .8 \* 2 = 1.6    1  
 .6 \* 2 = 1.2    1

4/13/2004

Bilgisayar Organizasyonu

2.27