BİL 362 Mikroişlemciler: Aritmetik İşlem Komutları - Ek

Ahmet Burak Can

abc@hacettepe.edu.tr

Çarpma ve Bölme Komutları

- İşaretsiz tamsayılarda çarpma ve bölme
  - MUL komutu
  - DIV komutu
- İşaretli tamsayılarda çarpma ve bölme
  - CBW, CWD komutları
  - IMUL komutu
  - IDIV komutu
- Aritmetik ifadeleri gerçekleştirme: Örnekler

MUL Komutu

- MUL (“unsigned multiply”) komutu AL, AX veya EAX yazmaçlarının değerlerini; 8-, 16- veya 32-bit işlenenlerle çarpar.

- Geçerli işlenenler:

Multiplicand	Multiplier	Product
AL	*r/m8*	AX
AX	*r/m16*	DX:AX
EAX	*r/m32*	EDX:EAX

“register” / “memory”

MUL Komutu: Örnekler

100h * 2000h (16-bit işlenenler):

```
.data
val1 WORD 2000h
val2 WORD 100h
.code
mov ax,val1
mul val2        ; DX:AX = 00200000h, CF=1
```

Elde bayrağı (CF), çarpımın üst kısmında 1'in varlığını gösterir.

12345h * 1000h (32-bit işlenenler):

```
mov eax,12345h
mov ebx,1000h
mul ebx         ; EDX:EAX = 0000000012345000h, CF=0
```

Alıştırma (16-bit MUL)

Aşağıdaki komutlar işletildikten sonra AX ve DX yazmaçları ile Elde bayrağının (CF) değerlerini gösterin.

```
mov ax,1234h
mov bx,100h
mul bx
```

DX = 0012h, AX = 3400h, CF = 1

Alıştırma (32-bit MUL)

Aşağıdaki komutlar işletildikten sonra EAX ve EDX yazmaçları ile Elde bayrağının (CF) değerlerini gösterin.

```
mov eax,00128765h
mov ecx,10000h
mul ecx
```

EDX = 00000012h, EAX = 87650000h, CF = 1

DIV Komutu

- DIV (“unsigned divide”) komutu işaretsiz işlenenler üzerinde; 8-, 16- veya 32-bit bölme yapar.

- Geçerli işlenenler:

Dividend	Divisor	Quotient	Remainder
AX	*r/m8*	AL	AH
DX:AX	*r/m16*	AX	DX
EDX:EAX	*r/m32*	EAX	EDX

DIV Komutu: Örnekler

8003h / 100h (16-bit işlenenler):

```
mov dx,0                    ; bölüneni temizle (ust kisim)
mov ax,8003h                ; bolunen (alt kisim)
mov cx,100h                 ; bolen
div cx                      ; AX = 0080h, DX = 3
```

8003h / 100h (32-bit işlenenler):

```
mov edx,0                   ; boluneni temizle (ust kisim)
mov eax,8003h               ; bolunen (alt kisim)
mov ecx,100h                ; bolen
div ecx                     ; EAX = 00000080h, EDX = 3
```

Alıştırma

Aşağıdaki komutlar işletildikten sonra AX ve DX yazmaçlarının değerlerini gösterin.

```
mov dx,0087h
mov ax,6000h
mov bx,100h
div bx
```

DX = 0000h, AX = 8760h

Alıştırma

Aşağıdaki komutlar işletildikten sonra AX ve DX yazmaçlarının değerlerini gösterin.

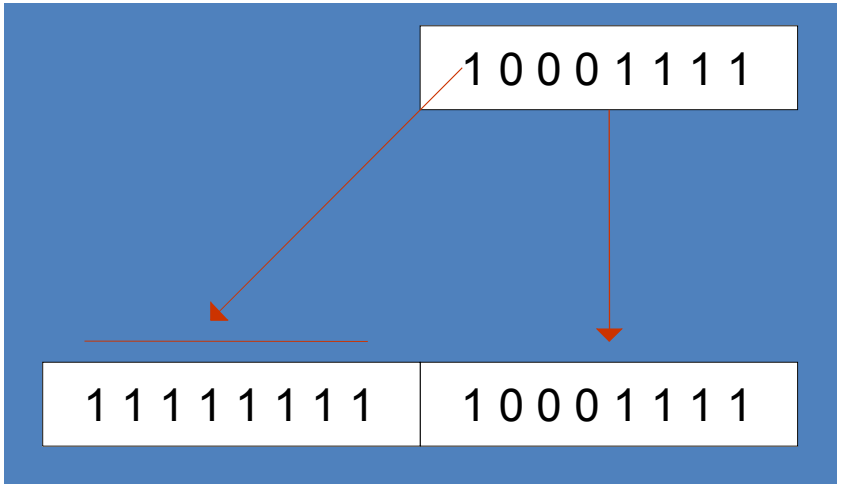
```
mov dx,0087h
mov ax,6002h
mov bx,10h
div bx
```

Divide Overflow

İşaretli Tamsayı Bölme

- İşaretli sayılar bölme gerçekleşmeden önce, işaretleriyle genişletilmelidir.
  - Üst kısmın bitleri, alt kısmın işaret biti ile doldurulur.

- Örnek:



CBW, CWD Komutları

- The CBW, CWD ve CDQ komutları, işaret genişletme işlemlerini gerçekleştirmeye yarar.
  - CBW (“convert byte to word”), AL’yi, AH’ye genişletir.
  - CWD (“convert word to doubleword”), AX’i, DX ve AX’e genişletir.

- Örnek:

```
mov ax,0FF9Bh        ; (-101)
cwd                  ; EDX:EAX = 0FFFFFF9Bh
```

IMUL Komutu

- IMUL (“signed integer multiply”) komutu AL, AX veya EAX yazmaçlarının değerlerini; 8-, 16- veya 32-bit işlenenlerle çarpar.
- Çarpımın işaretini korur.
  - Çarpımın üst yarısı alt yarısının işaretiyle genişlememişse (“sign extension”) Elde (CF) ve Taşma (OF) bayrakları 1 olur.

Örnek: 48 * 4 (8-bit işlenenler):

```
mov  al,48
mov  bl,4
imul bl              ; AX = 00C0h, OF=1
```

OF=1, çünkü AH yazmacı AL’nin işaretiyle genişlememiş.

IMUL Komutu: Örnek

4,823,424 * –423 :

```
mov eax,4823424
mov ebx,-423
imul ebx          ; EDX:EAX = FFFFFFFF86635D80h, OF=0
```

OF=0, çünkü EDX yazmacı EAX'in işaretiyle genişlemiş.

Alıştırma

Aşağıdaki komutlar işletildikten sonra AX ve DX yazmaçları ile Taşma bayrağının (OF) değerlerini gösterin.

```
mov ax,8760h
mov bx,100h
imul bx
```

DX = FF87h, AX = 6000h, OF = 1

IDIV Komutu

- IDIV (“signed divide”) komutu, işaretli tamsayı bölme gerçekleştirir.
  - DIV komutuyla aynı sözdizimine sahiptir.
- Geçerli işlenenler:

Dividend	Divisor	Quotient	Remainder
AX	*r/m8*	AL	AH
DX:AX	*r/m16*	AX	DX
EDX:EAX	*r/m32*	EAX	EDX

Örnek: –48 / 5 (8-bit işlenenler):

```
mov  al,-48
cbw                ; AL'yi AH'ye genişlet
mov  bl,+5
idiv bl            ; AL = -9,  AH = -3
```

IDIV Komutu: Örnek

Örnek: –48 / 5 (16-bit işlenenler):

```
mov  ax,-48
cwd                ; AX'i DX'e genişlet
mov  bx,+5
idiv bx            ; AX = -9,  DX = -3
```

Örnek: –48 / 5 (32-bit işlenenler):

```
mov  eax,-48
cdq                ; EAX'i EDX'e genişlet
mov  ebx,+5
idiv ebx           ; EAX = -9,  EDX = -3
```

Alıştırma

Aşağıdaki komutlar işletildikten sonra AX ve DX yazmaçlarının değerlerini gösterin.

```
mov  ax,0FDFFh                ; -513
cwd
mov  bx,100h
idiv bx
```

DX = FFFFh (–1), AX = FFFEh (–2)

İşaretsiz Aritmetik İfadeler

Örnek: `var4 = (var1 + var2) * var3`

```
; isaretsiz islenenler olduklarini varsayalim
    mov  eax,var1
    add  eax,var2     ; EAX = var1 + var2
    mul  var3         ; EAX = EAX * var3
    jc   TooBig       ; Elde'yi kontrol et
    mov  var4,eax     ; carpimi sakla
TooBig:
```

Örnek: `eax = (-var1 * var2) + var3`

```
    mov  eax,var1
    neg  eax
    imul var2
    jo   TooBig         ; Tasma'yi kontrol et
    add  eax,var3
    jo   TooBig         ; Tasma'yi kontrol et
TooBig:
```

Örnek: `var4 = (var1 * 5) / (var2 - 3)`

```
mov  eax,var1               ; sol kisim
mov  ebx,5
imul ebx                    ; EDX:EAX = carpim
mov  ebx,var2               ; sag kisim
sub  ebx,3
idiv ebx                    ; EAX = bolum
mov  var4,eax
```

İşaretli Aritmetik İfadeler - 2

Örnek: `var4 = (var1 * -5) / (-var2 % var3);`

```
mov  ax,var2              ; sag kisma basla
neg  ax
cwd                       ; isaretle genisletilmis bolunen
idiv var3                 ; EDX = kalan
mov  bx,dx                ; EBX = sag kisim
mov  ax,-5                ; sol kisma basla
imul var1                 ; EDX:EAX = sol kisim
idiv bx                   ; son bolme
mov  var4,ax              ; bolum
```

Bazen bir ifadenin önce sağ tarafını hesaplamak kolaylık sağlar.

Alıştırma

Aşağıdaki ifadeyi hesaplayın.

```
ax = (bx * 20) / cx
```

```
mov ax,20
imul bx
idiv cx
```

Alıştırma

Aşağıdaki ifadeyi 32-bit işaretli tamsayı kullanarak gerçekleştirin. ECX ve EDX yazmaçlarını saklayın ve geri alın.

```
eax = (ecx * edx) / eax
```

```
push  edx
push  eax                ; EAX sonra kullanilacak
mov   eax,ecx
imul  edx                ; sol kisim: EDX:EAX
pop   ebx                ; EAX'in saklanan degeri
idiv  ebx                ; EAX = bolum
pop   edx                ; EDX'i geri al
```

Alıştırma

Aşağıdaki ifadeyi 32-bit işaretli tamsayı kullanarak gerçekleştirin. “var3”den başka değeri değiştirmeyin.

```
var3 = (var1 * -var2) / (var3 – ebx)
```

```
mov  eax,var1
mov  edx,var2
neg  edx
imul edx              ; sol kisim: EDX:EAX
mov  ecx,var3
sub  ecx,ebx
idiv ecx              ; EAX = bolum
mov  var3,eax
```

Genişletilmiş Ekleme ve Çıkarma

Genişletilmiş Ekleme ve Çıkarma

- Genişletilmiş Ekleme
  - Genişletilmiş Duyarlıklı Ekleme (“Extended Precision Addition”)
  - ADC komutu

- Genişletilmiş Çıkarma
  - Genişletilmiş Duyarlıklı Çıkarma (“Extended Precision Subtraction”)
  - SBB komutu

Genişletilmiş Duyarlıklı Ekleme

- Bilgisayarın sözcük uzunluğundan daha uzun iki işleneni eklemek
  - İşlenen boyutu sanal olarak limitsiz

- Aritmetik 2 adımda gerçekleştirilir:
  - Her adımın Elde (CF) değeri bir sonraki adıma geçirilir.

ADC Komutu

- ADC (“add with carry”) komutu, kaynak işlenenle birlikte Elde bayrağının (CF) değerini hedef işlenene ekler.

- İşlenenler yine ikili değerlerdir
  - Sözdizimi ADD, SUB, vb. komutlarla aynıdır.

- Örnek:
  - İki adet 32-bit tamsayıyı ekle (FFFFFFFFh + FFFFFFFFh) ve sonucu 64-bit EDX:EAX yazmaç çiftinde tut.

```
mov edx,0
mov eax,0FFFFFFFFh
add eax,0FFFFFFFFh
adc edx,0       ; EDX:EAX = 00000001FFFFFFFEh
```

Genişletilmiş Ekleme: Örnek

- Görev: EDX:EAX çiftine 1 ekle
  - EDX:EAX başlangıç değeri : 00000000FFFFFFFFh
  - Önce alt yarıdaki 32 biti ekle (CF=1)
  - Ardından üst yarıdaki 32 biti, Elde (CF) değeri ile birlikte ekle

```
mov edx,0              ; üst yariyi ilklendir
mov eax,0FFFFFFFFh     ; alt yariyi illendir
add eax,1              ; alt yariyi ekle
adc edx,0              ; üst yariyi ekle


        EDX:EAX = 00000001 00000000
```

SBB Komutu

- SBB (“subtract with borrow”) komutu, kaynak işlenenle birlikte Elde bayrağının (CF) değerini hedef işlenenden çıkarır.

- İşlenenler yine ikili değerlerdir.
  - Sözdizimi ADC komutuyla aynıdır.

Genişletilmiş Çıkarma: Örnek

- Task: Subtract 1 from EDX:EAX
  - EDX:EAX başlangıç değeri : 0000000100000000h
  - Önce alt yarıdaki 32 biti çıkar (CF=1)
  - Ardından üst yarıdaki 32 biti, Elde (CF) değeri ile birlikte çıkar

```
mov edx,1               ; üst yariyi ilklendir
mov eax,0               ; alt yariyi ilklendir
sub eax,1               ; alt yariyi cikar
sbb edx,0               ; üs yariyi cikar


          EDX:EAX = 00000000 FFFFFFFF
```