



DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
BLGM 325: Bilgisayar Mimarisi ve Düzenlemesi

Final Sınavı

Tarih: 24/ 01 / 2023

Süre: 100 dakika

Adı Soyadı:..... **GÖZÜM**

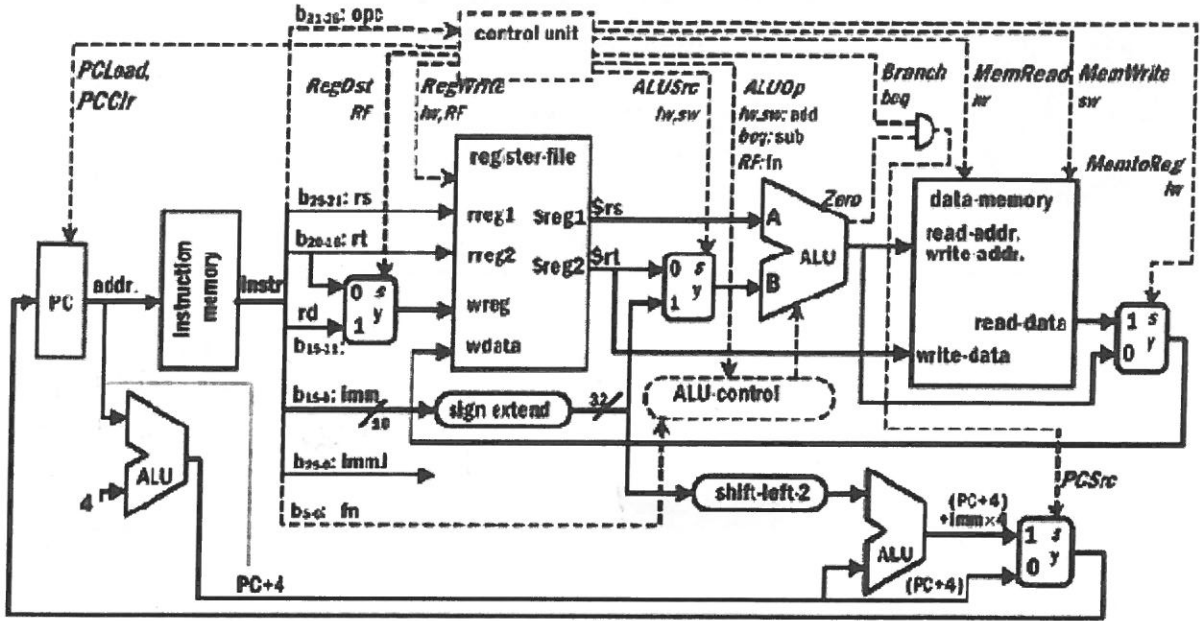
Öğrenci Numarası:.....

- Bu sınav kağıdında toplam **3** soru vardır.
- **Tüm** soruları cevaplayınız.
- **Temiz** ve **okunaklı** yazınız.
- **Yeterli açıklaması** olmayan doğru cevaplar tam puan almayabilir!
- Sınav salonunda **cep telefonları kapalı** olmalıdır.

Soru	Alınan Puan
S1 (44 puan)	
S2 (42 puan)	
S3 (14 puan)	
Toplam	

S1) [44 puan]

R-tipi (add, sub, and, or, slt), sw, lw ve beq komutlarını destekleyen 32-bit MIPS tek-periyod veriyolunu dikkate alınız.



a) [10 puan] Ana fonksiyonel blokların erişim süreleri aşağıdaki gibi olsun: PC=50 μ s, instruction memory=70 μ s, register file (okuma/yazma)=80 μ s, data memory (okuma/yazma)=90 μ s, ALU=65 μ s, sign-extend=10 μ s, shift-left-2=15 μ s. Diğer elemanların (mux ve kablolar) ihmal edilecek kadar küçük erişim süreleri olduğunu varsayınız.

(i) [8 puan] Her komutun toplam işlem süresini bulunuz.

Komut	PC	Inst. Mem.	Reg. File (okuma)	ALU	Data Mem. (yazma)	Data Mem. (okuma)	Reg. File (yazma)	Sign-Extend	Shift-Left-2	TOPLAM (μ s)
R-tipi	50	70	80	65	-	-	80	-	-	345
lw	50	70	80	65	-	90	80	10	-	445
sw	50	70	80	65	90	-	-	10	-	365
beq	50	70	80	65	-	-	-	10	15	290

(ii) [2 puan] Yukarıdaki tabloda yer alan tüm komutların başarıyla çalışabilmesi için, işlemci frekansı kaç Hz seçilmelidir?

$$f = \frac{1}{445 \times 10^{-6}} = 0.00224719 \times 10^6 \text{ Hz} = 2247.19 \text{ Hz}$$

b) [2 puan] İşlemci frekansının 3.4 kHz olması durumunda, hangi komutlar sorunsuz çalışabilecektir? Neden?

$$T = \frac{1}{3.4 \times 10^3} = 294.11 \mu\text{s} \Rightarrow \text{Bu durumda R-tipi, lw ve sw komutlarının gerektirdiği süre daha büyük olduğu için çalışamazlar.}$$

2

\Rightarrow Yani, sadece beq komutu çalışacaktır.

- c) [3 puan] Bu veriyoluyla **or \$17,\$15,\$16** komutunun çalıştırıldığını varsayınız. Bu durumda, yazmaç dosyası (register file) girişinde bulunan yazmaç tanımlama portlarının (rreg1, rreg2 ve wreg) taşıdığı değerlerin karşılığını ikilik tabanda yazınız.

rreg1=...01111....., rreg2=.....10000....., wreg=.....10001.....

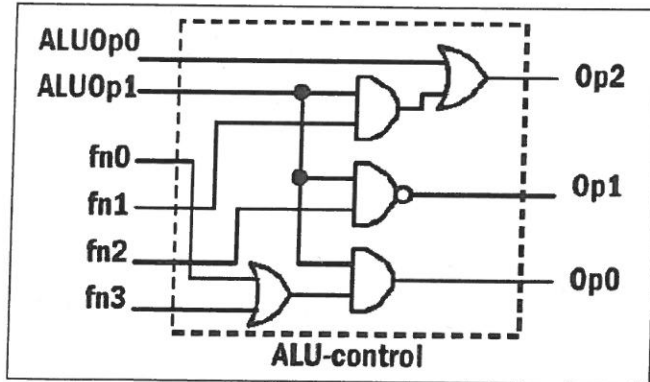
- d) [3 puan] Bu veriyolu ile **lw \$25, 0(\$4)** komutunun çalıştırıldığını kabul ederek, şekilde yer alan her ALU'nun (soldaki ALU (ALU_{SOL}), üstteki ALU (ALU_{ÜST}) ve alttaki ALU (ALU_{ALT})) hangi işlemleri yaptığını anlaşılır bir şekilde yazınız.

ALU_{SOL}: Bu ALU, lw komutundan sonra çalıştırılacak olan komutun adresini PC'ye 4 ekleyerek bulur.

ALU_{ÜST}: BU ALU, data-memory'den okunacak olan verinin adresini hesaplar \Rightarrow Veri adresi = 0 + \$4

ALU_{ALT}: Bu ALU, lw komutu için herhangi bir işlem yapmaz.

- e) [6 puan] **slt** (funct=42) ve **beq** (funct=x) komutları için ALU-control devresinin ürettiği çıkışları bulunuz.



slt komutu için:

Op2: 1

Op1: 1

Op0: 1

beq komutu için:

Op2: 1

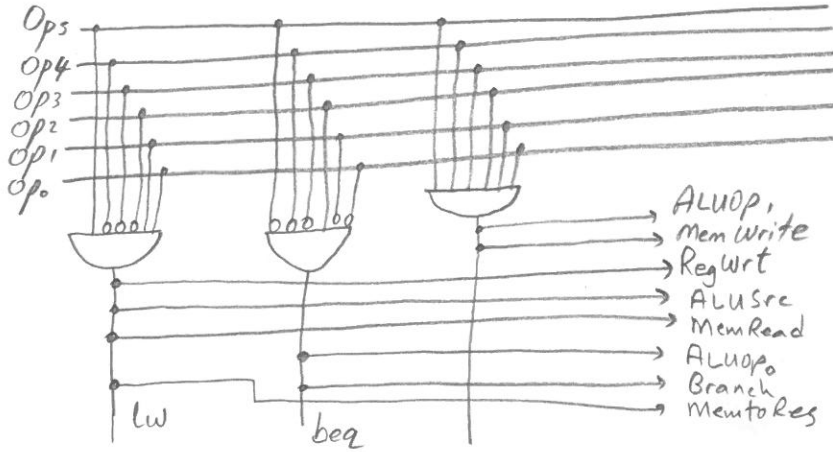
Op1: 1

Op0: 0

- f) [6 puan] lw ve beq komutları için kontrol biriminin ürettiği kontrol sinyallerinin değerleri ne olmalıdır? Aşağıdaki tabloya yazınız.

	RegDst	RegWrt	ALUSrc	ALUOP ₁	ALUOP ₀	Branch	MemRead	MemWrite	MemtoReg
lw	0	1	1	0	0	0	1	0	1
beq	X	0	0	0	1	1	0	0	X

g) [6 puan] lw (opcode=35) ve beq (opcode=4) komutları için yukarıda yazdığınız kontrol sinyallerini üreten kontrol biriminin (control unit) devresini çiziniz, tüm bağlantıları ve sinyalleri ayrıntılı olarak gösteriniz.



h) [8 puan] Bu veriyolunu ve kontrol birimini kullanarak andi (opcode=12, format=I-tipi) komutu çalıştırılmak isteniyor.

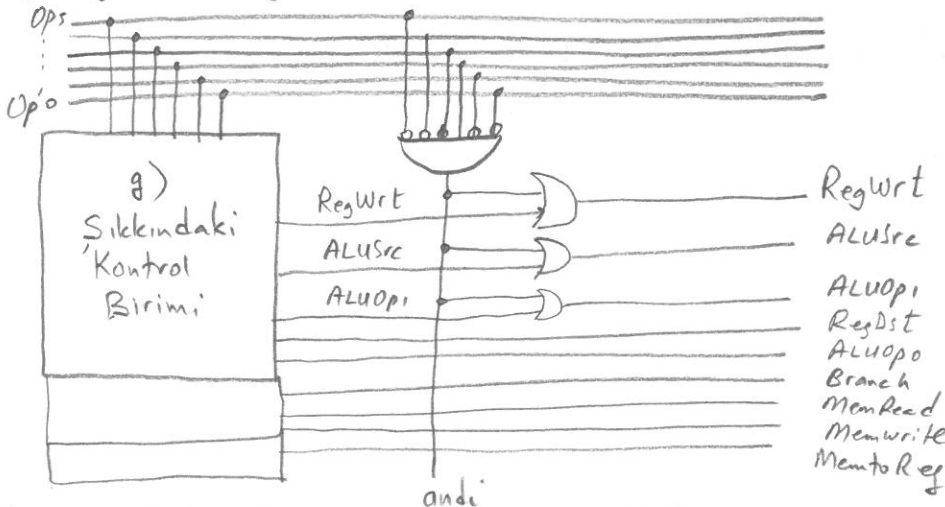
NOT: andi \$10, \$11, 6 → (6 sayısı ile \$11 yazmacının içindeki veriyi AND işlemine tabi tutar ve işlem sonucunu \$10'a yazar)

Herhangi bir düzenlemeye (hem veri yolu hem de kontrol birimi için) ihtiyaç olup olmadığını belirtiniz. İhtiyaç varsa, eklenmesi gerekli kısımları aşağıda detaylı olarak gösteriniz. (**NOT:** Bağlantılar ve sinyaller doğru düzgün gösterilmeyen çözümler dikkate alınmayacaktır).

andi \$10, \$11, 6 → \$10 = \$11 AND 6 işlemi yapar. Buradaki 6, komutun içindeki 16-bitlik alanda mevcuttur. \$11'in okunması için rs veriyolu da mevcut. Sonucun yazılacağı rt alanı da mevcut. Dolayısıyla, herhangi bir veriyolu düzenlemesine gerek yoktur.

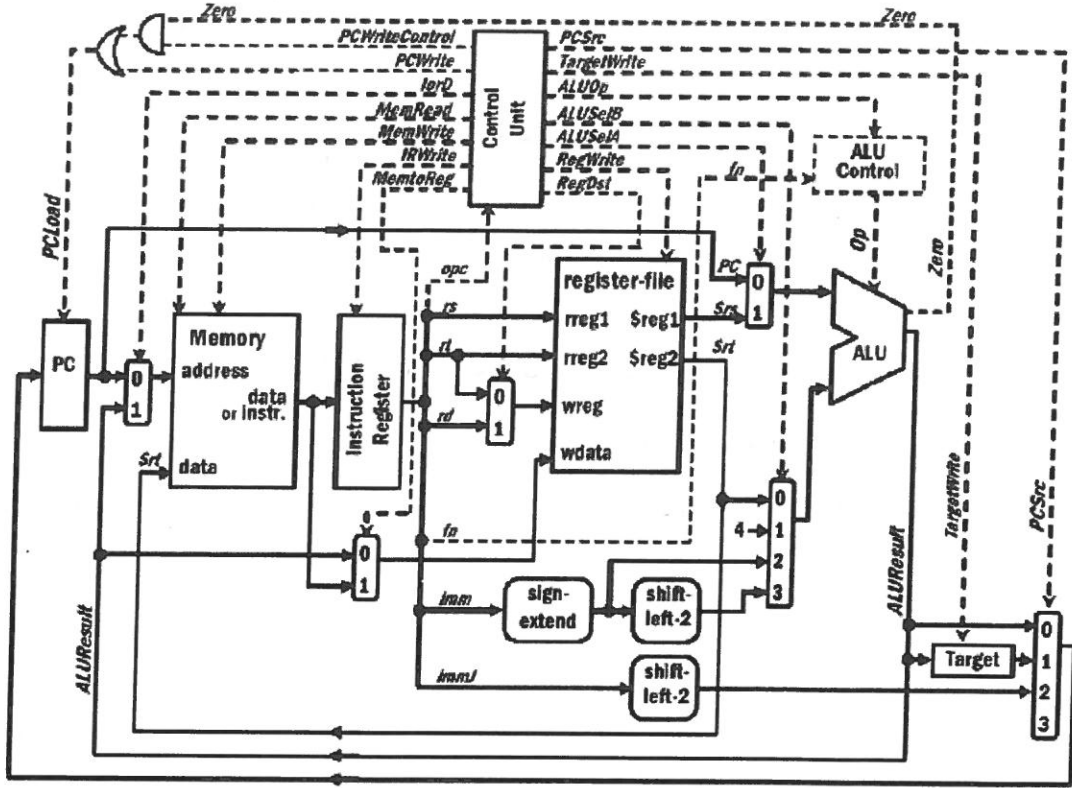
Aneak, kontrol birimine aşağıdaki eklemenin yapılması gerekir

andi ⇒ RegDst=0, RegWrt=1, ALUSrc=1, ALUOp1=1, ALUOp0=0, Branch=0, MemRead=0, MemWrite=0, MemtoReg=0



S2) [42 puan]

R-tipi (add, sub, and, or, slt), sw, lw, beq ve j komutlarını destekleyen 32-bit MIPS çoklu-periyod veriyolunu dikkate alınız.



a) [12 puan] Yukarıda verilen veriyolunu kullanarak :

- i) [2 puan] sw \$1,0(\$2) komutu çalıştırılmak isteniyor (opcode=43). Bu durumda Instruction Register içine yazılan sayı ne olur?

Instruction Register=(...10101100010000010000000000000000)₂

- ii) [2 puan] sub \$4,\$5,\$6 komutu çalıştırılmak isteniyor (funct=34). Bu durumda Instruction Register içine yazılan sayı ne olur?

Instruction Register=(0000000010100110001000000000100010...)₂

- iii) [2 puan] Bellekteki (Memory) adresi 0 olan add \$8,\$9,\$10 komutu çalıştırılmak isteniyor (funct=32). Bu durumda Target Register içine yazılan sayı ne olur?

Target=(00000000000000000000000010001000...)₂

- iv) [2 puan] \$14=(128)₁₀ ise lw \$12,4(\$14) komutu çalıştırıldığı zaman, 3'üncü periyod sonunda ALU çıkışındaki değer ne olur?

ALU Çıkışı=(...00000084...)₁₆

- v) [2 puan] Bellekteki (Memory) adresi 8 olan beq \$20,\$21,Devam komutu çalıştırılmak isteniyor (Devam bellekte 32 adresindedir). \$20=\$21 olması halinde, 3'üncü periyod sonunda 2'inci ALU girişine gelen değer nedir?

$$\frac{32-12}{4} = 5$$

2'inci ALU Girişi=(.....0000 0014.....)16

- vi) [2 puan] lw \$20,8(\$21) komutu çalıştırıldığı zaman, 3'üncü periyod sonunda sign-extend bloğu çıkışındaki değer ne olur?

Sign-extend çıkışı=(.....0000 0008.....)16

- b) [4 puan] Yukarıda verilen veriyolunda kullanılan ALU içinde flip-flop var mı? Varsa, neden kullanıldığını yazınız. Yoksa, neden kullanılmadığını yazınız.

ALU'nun içinde flip-flop kullanılmaz. Çünkü, ALU hafıza gerektirmiyor.

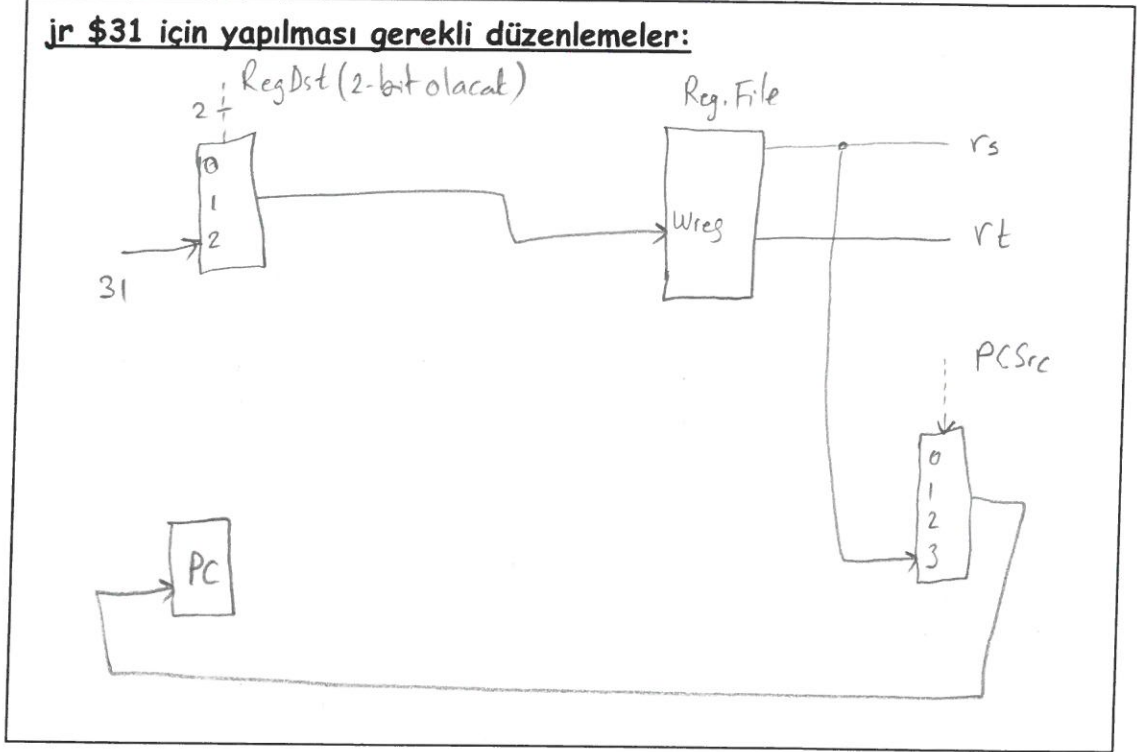
- c) [4 puan] Yukarıda verilen çoklu-periyod veriyolunun 1'inci soruda verilen tek-periyodlu veriyoluna göre **avantajı** nedir? Anlaşılır şekilde kısaca açıklayınız.

- 1) ALU sayısı daha az olduğu için maliyeti daha azdır
- 2) Her komut farklı periyod gerektirdiği için komutların çalışma süreleri farklı olur. Bu da genel olarak sistemin çalışmasını hızlandırır.

- d) [4 puan] Yukarıda verilen çoklu-periyod veriyolunun 1'inci soruda verilen tek-periyodlu veriyoluna göre **dezavantajı** nedir? Anlaşılır şekilde kısaca açıklayınız.

Çoklu-periyod veriyolunun en büyük dezavantajı kontrol birimi tasarımının karmaşık olmasıdır. Kontrol birimi tasarımı için ADM yöntemi kullanılır.

- e) [10 puan] Yukarıda verilen veriyolu ile mevcut komutlara (R-tipi, lw, sw, beq ve j) ilave olarak jr \$31 komutu da çalıştırılmak isteniyor. Bu komut, R-tipi bir komut olup, \$31 içindeki değeri PC'ye yükler. Ayrıca, \$31 komutun rs alanındadır. Yapılması gerekli düzenlemeleri (ek blok gereksinimi, eklenmesi gerekli olan veriyolu ve sinyaller) bağlantılarıyla detaylı bir şekilde aşağıda gösteriniz.



- f) [4 puan] add komutu için 4'üncü period içinde gerekli olan kontrol sinyallerinin değerlerini yazınız.

$$ALUSelA = 1$$

$$ALUSelB = 00$$

$$ALUop = 10$$

$$RegDst = 1$$

$$MemtoReg = 0$$

$$RegWrite = 1$$

- g) [4 puan] sw komutu için 3'üncü period içinde gerekli olan kontrol sinyallerinin değerlerini yazınız.

$$ALUSelA = 1$$

$$ALUSelB = 10$$

$$ALUop = 00$$

S3) [14 puan]

a) [2 puan] Bir bellekte bulunan 32-bit veri ve bulunduğu adres bilgisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Adres	Veri (16-lık tabanda)
0	16
1	E9
2	BC
3	64

Bellekteki veriyi Little Endian ve Big Endian'a göre yazınız.

Big Endian:(.....16E9BC64.....)₁₆

Little Endian:(.....64BCE916.....)₁₆

b) [1 puan]Aşağıdaki komutlar çalıştırıldıktan sonra, \$5 içindeki veri ne olur?

lui \$8, 4
addi \$8, \$8, 2

\$5: (.....00040002.....)₁₆

c) Aşağıdaki MIPS programını dikkate alınız.

.....
add \$4, \$0, \$0
lw \$10, 12(\$2)
and \$12, \$10, \$4
slt \$14, \$12, \$4
sub \$16, \$14, \$4
add \$18, \$16, \$4
sw \$18, 12(\$2)
or \$16, \$16, \$18
.....

i) [1 puan] Bu programı 1'inci soruda verilen tek-periyodlu veriyolunda çalıştırmak için kaç periyoda ihtiyaç vardır? Kısaca açıklayınız.

~~R-tipi → 4 periyod~~
~~I-tipi (lw) → 5 periyod~~
~~I-tipi (sw) → 4 periyod~~

6 x 4 = 24
1 x 5 = 5
1 x 4 = 4

Programda 8 komut olduğu için
8 periyoda ihtiyaç vardır.

~~33 periyoda~~
ihtiyaç var. 8

ii) [1 puan] Bu programı 2'inci soruda verilen çoklu-periyod veriyolunda çalıştırmak için kaç periyoda ihtiyaç vardır? Kısaca açıklayınız.

$$\begin{array}{l} R\text{-tipi} \rightarrow 4 \text{ periyod} \\ lw \rightarrow 5 \text{ " } \\ sw \rightarrow 4 \text{ " } \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} R\text{-tipi} \\ lw \\ sw \end{array}} \right\} \begin{array}{r} 6 \times 4 = 24 \\ 1 \times 5 = 5 \\ 1 \times 4 = 4 \\ \hline 33 \text{ periyoda ihtiyaç var.} \end{array}$$

iii) [1 puan] Bu programın çoklu-periyod veriyolunda 20GHz işlemci frekansıyla çalıştırılması durumunda harcanan toplam süre kaç ns dir?

$$T = \frac{1}{20 \times 10^9} = 0.05 \text{ ns (her periyod)} \Rightarrow 33 \times 0.05 = \underline{\underline{1.65 \text{ ns}}}$$

iv) [1 puan] Bu program çoklu-periyod veriyolunda çalışırken, 20'inci periyod içinde ALU hangi işlemi yapar? Neden?

20'inci periyot içinde sub \$16, \$14, \$4 komutu için

\$14-\$4 işlemi yapar

v) [7 puan] Bu program çoklu-periyod veriyolu ile çalışırken, yazmaç dosyasına (register-file) kaçınıcı periyodlarda veri yazılır?

Komut	periyod
add	4.
lw	9
and	13
slt	17
sub	21
add	25
or	33

