

Boru Hattı Örneği

Öncelikle boru hattında gecikmeler neden olan etkenlere göz atalım;

- 1.) **Yapı Sorunu:** Eğer mevcut donanım yapımızı aynı anda birden çok buyruk kullanmak isterse ve donanım yapısı buna izin vermiyorsa yapı sorunu gerçekleşir. Buna örnek olarak yazmaç birimini verebiliriz. “çöz” aşamasında yazmaç biriminden yazmaç değerleri okunur. “yaz” aşamasında sonuçlar yazmaç biriminde bir yazmaca yazılır. Eğer yazmaç birimi aynı anda okumaya ve yazmaya izin vermiyorsa “çöz” ve “yaz” aşamaları aynı saat vuruşu içerisinde gerçekleşemez.
- 2.) **Veri bağımlılığı sorunu:** Eğer bir buyruk, kendisinden önce gelen buyruğun sonucunda bağımlıysa veri bağımlılığı ortaya çıkar.

Örneğin;

1) add **R1**, R2, R3

2) mov R4, **R1**

1.buyrukta R1 yazmacına R2 ve R3 yazmaç değerlerinin toplamı yazılacaktır.

2.buyrukta R4 yazmacına R1'in değeri atanacaktır.

1)	G	Ç	Ü	B	Y			
2)		G	Ç	Ç	Ç	Ü	B	Y

2.buyrukta R1 yazmacının çözülmesi için “yaz(y)” aşamasına kadar beklenmelidir. Eğer “yürüt” aşamasında çıkıştan girişe veri yönlendirmesi yapılırsa bekleme süresine gerek kalmaz. Fakat veri yönlendirmesi yapılabilmesi için buyrukların arka arkaya gelmesi gerekir.

add R1, R2, R3	G	Ç	Ü	B	Y			
mov R4, R1		G	Ç	Ü	B	Y		

veri yönlendirmesi var

add R1, R2, R3	G	Ç	Ü	B	Y			
sub R5, R6, R7		G	Ç	Ü	B	Y		
mov R4, R1			G	Ç	Ç	Ü	B	Y

veri yönlendirmesi yapılamadı

3.) Dallanma buyrukları sorunu: Dallanma buyruğunun sonucu “getir” aşamasında bilinmeyeceği için dallanma buyruklarından sonra hangi buyruğun getirileceği bilinmez. Bunun için tahmin yöntemleri kullanılır. Tahminin doğru olması halinde bir sorun yaşanmaz ve gecikme yaşanmadan program yürütümü devam eder.

Eğer buyruk yanlış tahmin edilirse, boru hattına alınan buyruklar yanlış/geçersiz olarak işaretlenir ve sonuçları dikkate alınmaz. Doğru buyruklar boru hattına getirilerek yürütme devam eder. Bu sırada boru hattına yanlış getirilen buyruk sayısı kadar gecikme yaşanır.

Örnek: bir buyruk çalıştırılırken R1'in R2'ye eşit olduğunu varsayalım. Programın durağan olarak **atlamaz** tahmini yaptığını varsayalım ve dallanma buyruklarının “çöz” aşamasında sonucunun öğrenildiğini varsayalım.

beq R1, R2, LABEL

add R3, R4, R5

sub R4, R3, R6

LABEL:

mov R4, R3

2.vuruştan sonra doğru buyruk getirilir

beq	G	Ç	Ü	B	Y		
add*		G	Ç	Ü	B	Y	
mov			G	Ç	Ü	B	Y

2. buyruk işaretlenir

Örnek:

(1)mov R1, #5

(2)mov R2, #10

(3)add R1, R1, R2

(4)beq R1, #15, LABEL

(5)mov R4, R1

(6)sub R4, R1, R2

LABEL:

(7)sub R4, R1, R2

(8)mov R1, R4

(1)	G	Ç	Ü	B	Y								
(2)		G	Ç	Ü	B	Y							
(3)			G	Ç	Ç	Ç	Ü	B	Y				
(4)				G	G	G	Ç	Ü	B	Y			
(5)*							G	Ç	Ü	B	Y		
(7)								G	Ç	Ü	B	Y	
(8)									G	Ç	Ü	B	Y

veri yönlendirmesi

R1 ve R2 yazmasını bekledi

çöz aşaması sonunda yanlış tahmin edildiği anlaşıldı