



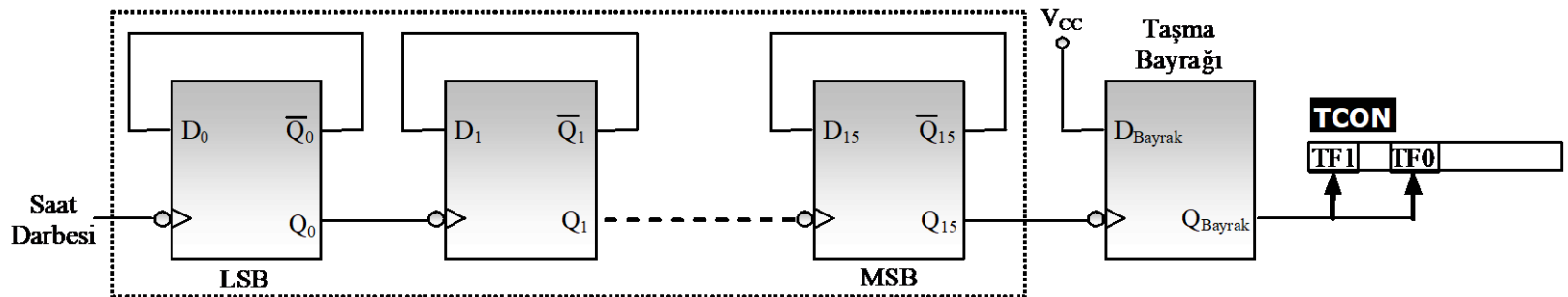
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Mikroişlemcili Sistemler ve Laboratuvarı

Zamanlayıcılar ve Sayıcılar

- Zamanlayıcı/sayıcı tanımını kavramak
 - 8051’de zamanlayıcı/sayıcı saklayıcılarını öğrenmek
 - Zamanlayıcı/sayıcı modlarının kullanımları hakkında bilgi sahibi olmak
 - Uygulamalarda zamanlayıcı/sayıcı birimini kullanabilmek
- Bu sunumdaki şekiller ve örnekler “C ile 8051 Mikrodenetleyici Uygulamaları, A.T.Özcerit, M.Çakıroğlu, C.Bayılmış, Papatya Yayınları” kitabından alınmıştır.

- Mikrodenetleyicilerde Zamanlayıcı/Sayıcı (Z/S) biriminin işlevi :
 - Dahili veya harici kaynaklı olarak zamanı ölçmek
 - Dahili veya harici kaynaklı olarak olayları saymak
- Standart 8051'de 4 farklı modda kullanılabilen 2 adet 16-bitlik Z/S vardır. (T0 ve T1)
- 16 adet negatif kenar tetiklemeli D tipi FF'un (Flip Flop) asenkron ve ardışık olarak bağlanmasından meydana gelmektedir

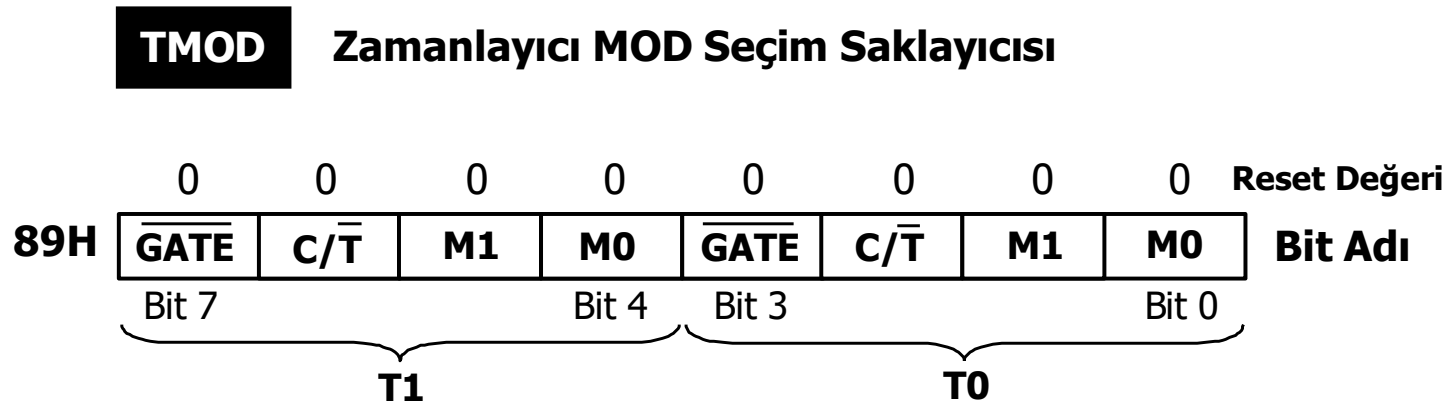


Zamanlayıcı/Sayıcı Saklayıcıları

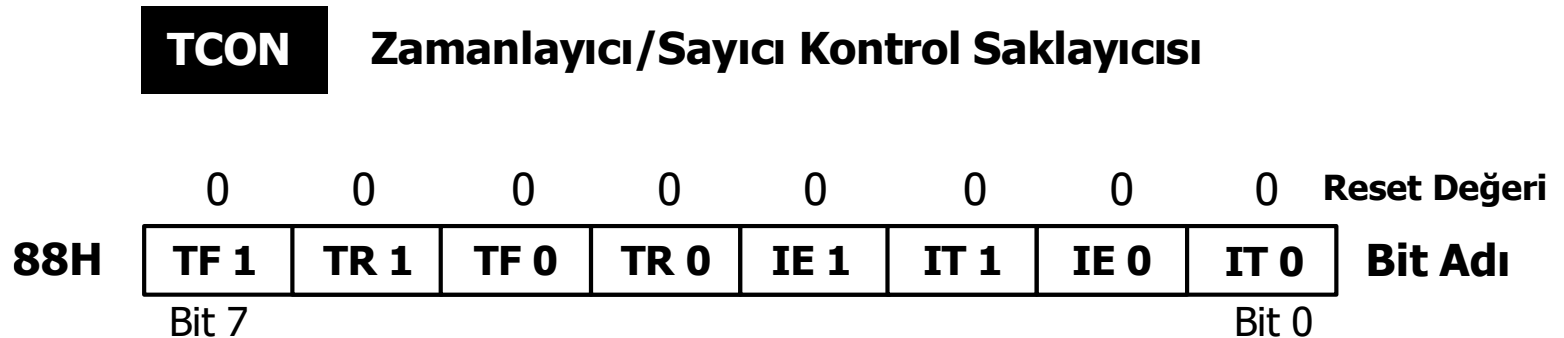
İsim	Fonksiyonu	Adres	Bit-Adreslenebilir
TCON	Kontrol	88h	√
TMOD	MOD seçimi	89h	–
TL0	Zamanlayıcı-0 düşük-bayt	8Ah	–
TL1	Zamanlayıcı-1 düşük-bayt	8Bh	–
TH0	Zamanlayıcı-0 yüksek-bayt	8Ch	–
TH1	Zamanlayıcı-1 yüksek-bayt	8Dh	–
T2CON*	Zamanlayıcı-2 kontrol	C8h	√
T2MOD*	Zamanlayıcı-2 MOD seçimi	C9h	–
RCAP2L*	Zamanlayıcı-2 yakalama düşük-bayt	CAh	–
RCAP2H*	Zamanlayıcı-2 yakalama yüksek-bayt	CBh	–
TL2*	Zamanlayıcı-2 düşük-bayt	CCh	–
TH2*	Zamanlayıcı-2 yüksek-bayt	CDh	–

* 8051, 8751, 8031' de yoktur

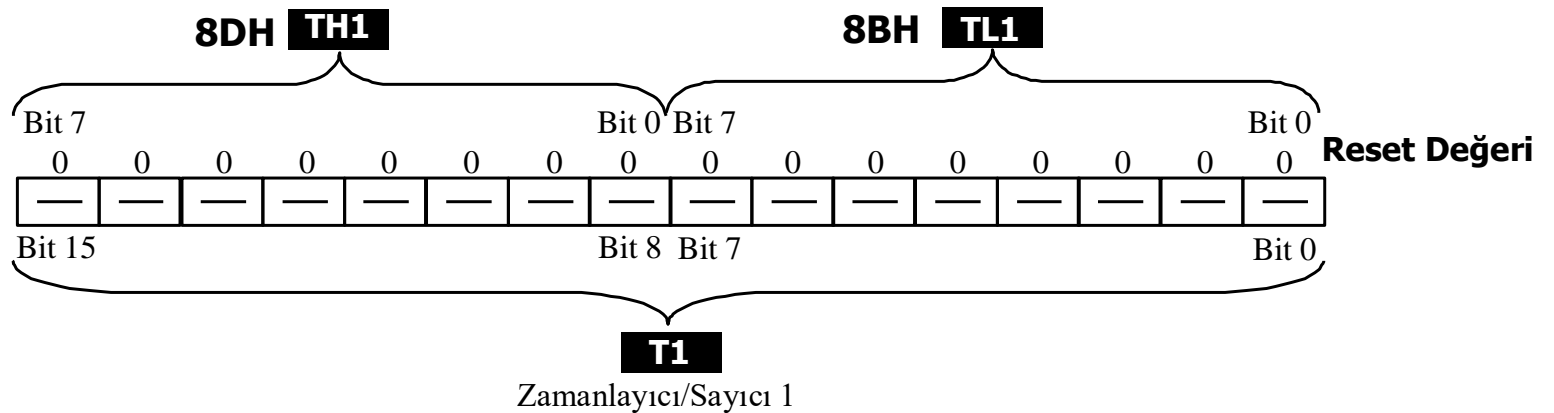
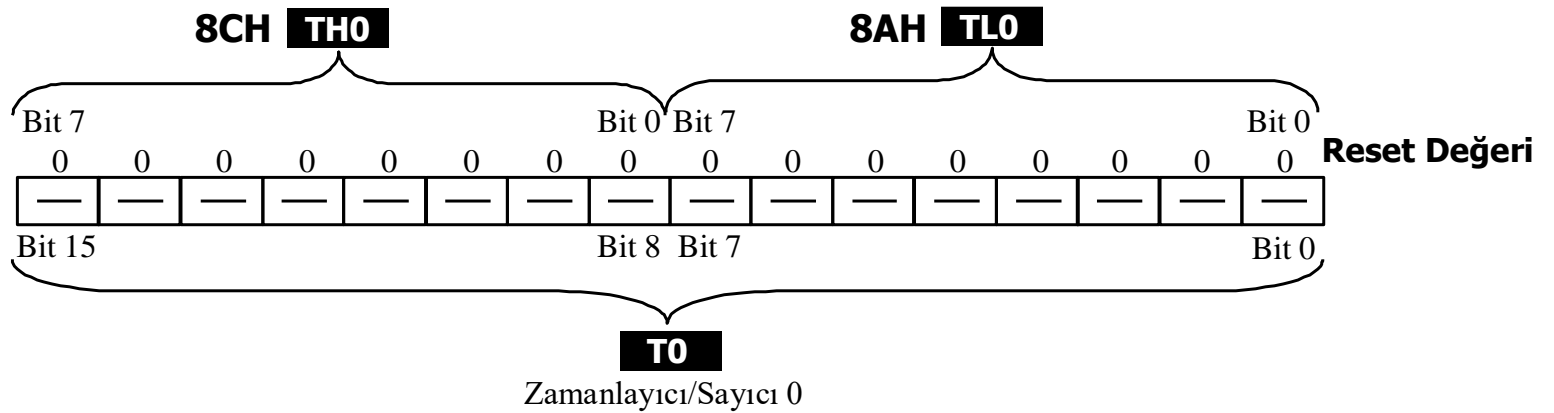
- T0 ve T1'in çalışma modlarını (Mod 0, 1, 2, 3)
- T0 ve T1'in zamanlayıcı ya da sayıcı olarak çalışma durumunu belirler.



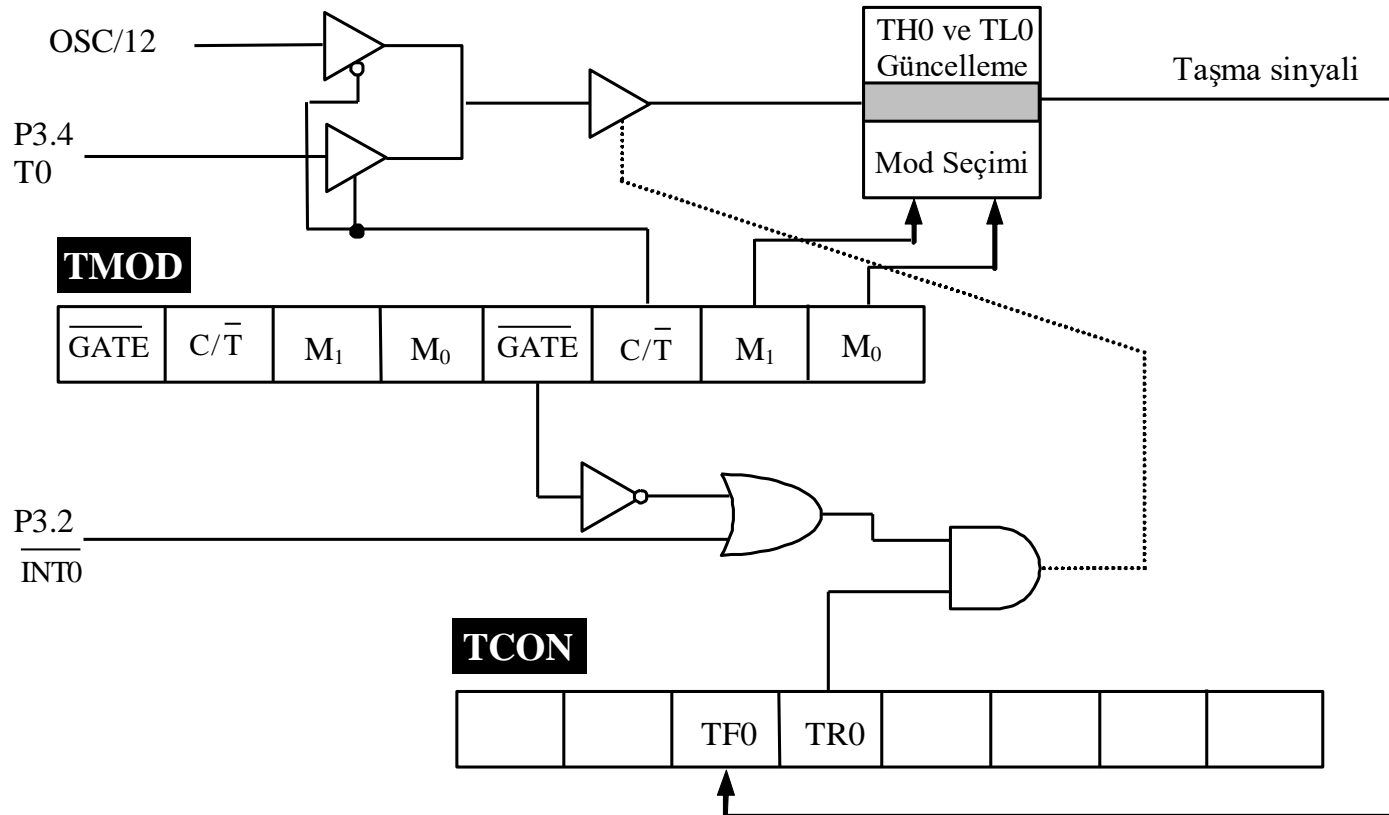
- Bit adreslenebilir
- Yüksek değerlikli dört biti, T0 ve T1'i başlatma, kontrol ve durdurma işlevlerini yerine getirir
- Düşük değerlikli dört biti ise kesme işlemleri için kullanılır



T0 ve T1 Zamanlayıcı/Sayıcılar

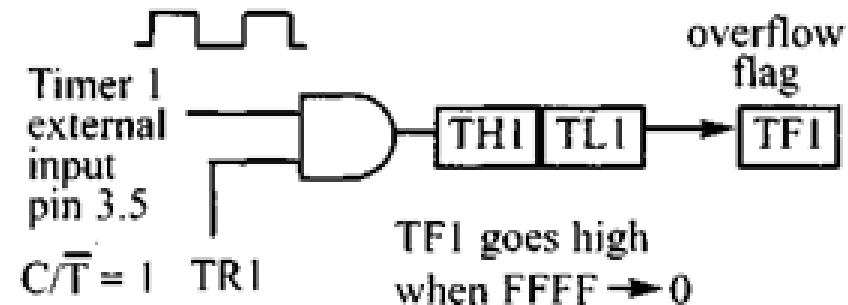
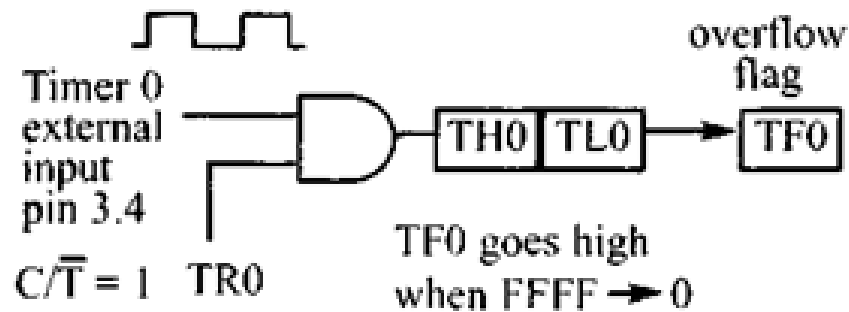


T0'ın İç Yapısı



Pin	Port Pin	Function	Description
14	P3.4	T0	Timer/Counter 0 external input
15	P3.5	T1	Timer/Counter 1 external input

(MSB)				(LSB)			
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
Timer 1				Timer 0			

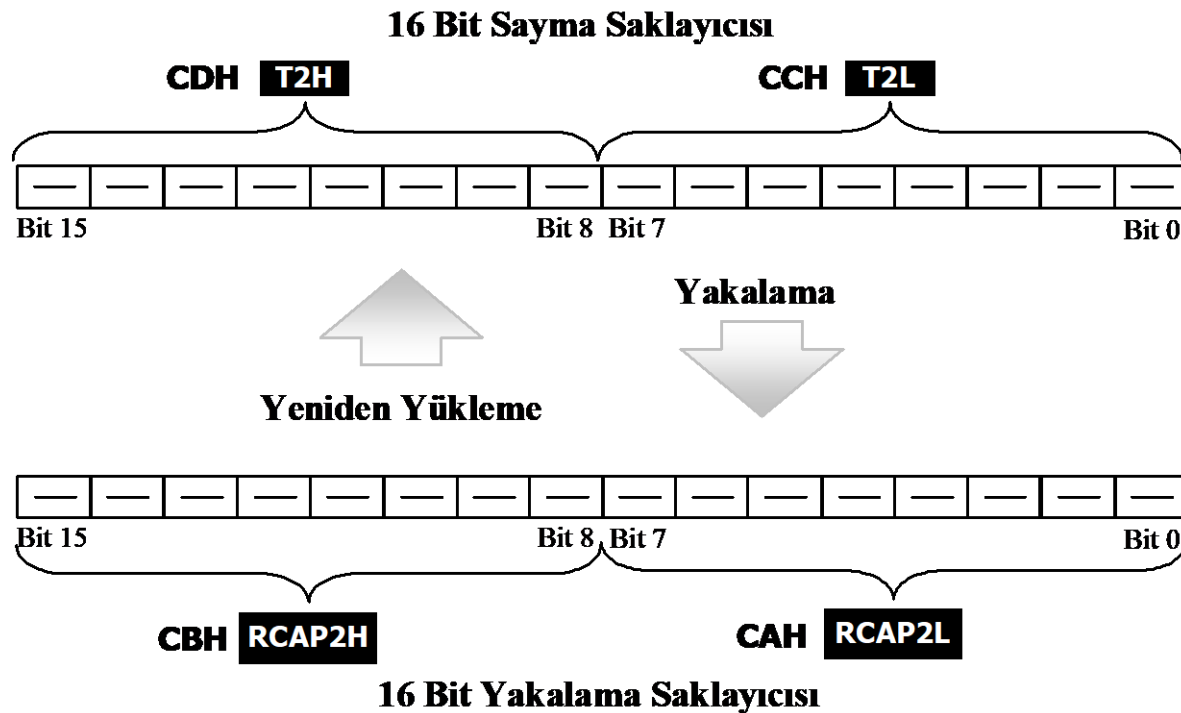


- Z/S'ler 4 farklı çalışma moduna sahiptir.
- Z/S'nin çalışma modu TMOD saklayıcısındaki M0 ve M1 bitleri ile belirlenir.

M1	M0	MOD	Açıklama
0	0	0	13-bit zamanlayıcı/sayıcı modu (8048 Modu)
0	1	1	16-bit zamanlayıcı/sayıcı modu
1	0	2	8-bit zamanlayıcı/sayıcı otomatik yükleme modu
1	1	3	Ayrık zamanlayıcı modu T0: TL0: T0 mod bit'leri tarafından kontrol edilen 8-bit Z/S TH0: T1 mod bit'leri tarafından kontrol edilen 8-bit Z/S T1: Durdurulur.

T2 Zamanlayıcı/Sayıcısı

- İlk olarak 8052'de kullanılmıştır
- T0 ve T1'den farklı olarak 4 saklayıcıdan oluşmaktadır
- T2'nin kontrolü, T2CON ve T2MOD saklayıcıları ile yapılır



T2CON ve T2MOD Saklayıcıları

T2CON Zamanlayıcı/Sayıcı 2 Kontrol Saklayıcısı

	0	0	0	0	0	0	0	Reset Değeri	
C8H	TF 2	EXF 2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR 2	C/ $\overline{T2}$	CP/ $\overline{RL2}$	Bit Adı
	Bit 7						Bit 0		

T2MOD Zamanlayıcı/Sayıcı 2 MOD Saklayıcısı

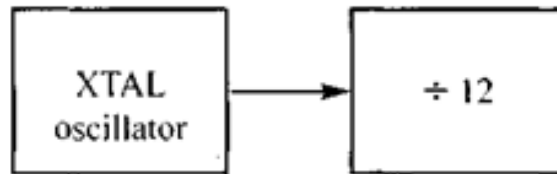
	X	X	X	X	X	X	0	0	Reset Değeri
C9H	—	—	—	—	—	—	T2OE	DCEN	Bit Adı
	Bit 7						Bit 0		

Zamanlayıcı/Sayıcı Biriminin Kullanımı

- Z/S birimi, sayıcı olarak mı yoksa zamanlayıcı olarak mı kullanılacak?
- Sayılacak en büyük sayı değerine göre hangi sayma mod'u kullanılacak?
- Zamanlayıcı/sayıcı kaç kere saydıktan sonra taşacak (TL0, TH0 ve TL1, TH1 değerleri)?
- Taşma bayrağı sürekli yoklanacak mı yoksa kesme mi kullanılacak?

Zamanlayıcı

- Zamanlayıcı için frekans her zaman 8051'e bağlı kristalin frekansının $1 / 12$ 'sidir.



(a) $1/12 \times 12 \text{ MHz} = 1 \text{ MHz}$ and $T = 1/1 \text{ MHz} = 1 \mu\text{s}$

(b) $1/12 \times 16 \text{ MHz} = 1.333 \text{ MHz}$ and $T = 1/1.333 \text{ MHz} = .75 \mu\text{s}$

(c) $1/12 \times 11.0592 \text{ MHz} = 921.6 \text{ kHz}$;
 $T = 1/921.6 \text{ kHz} = 1.085 \mu\text{s}$

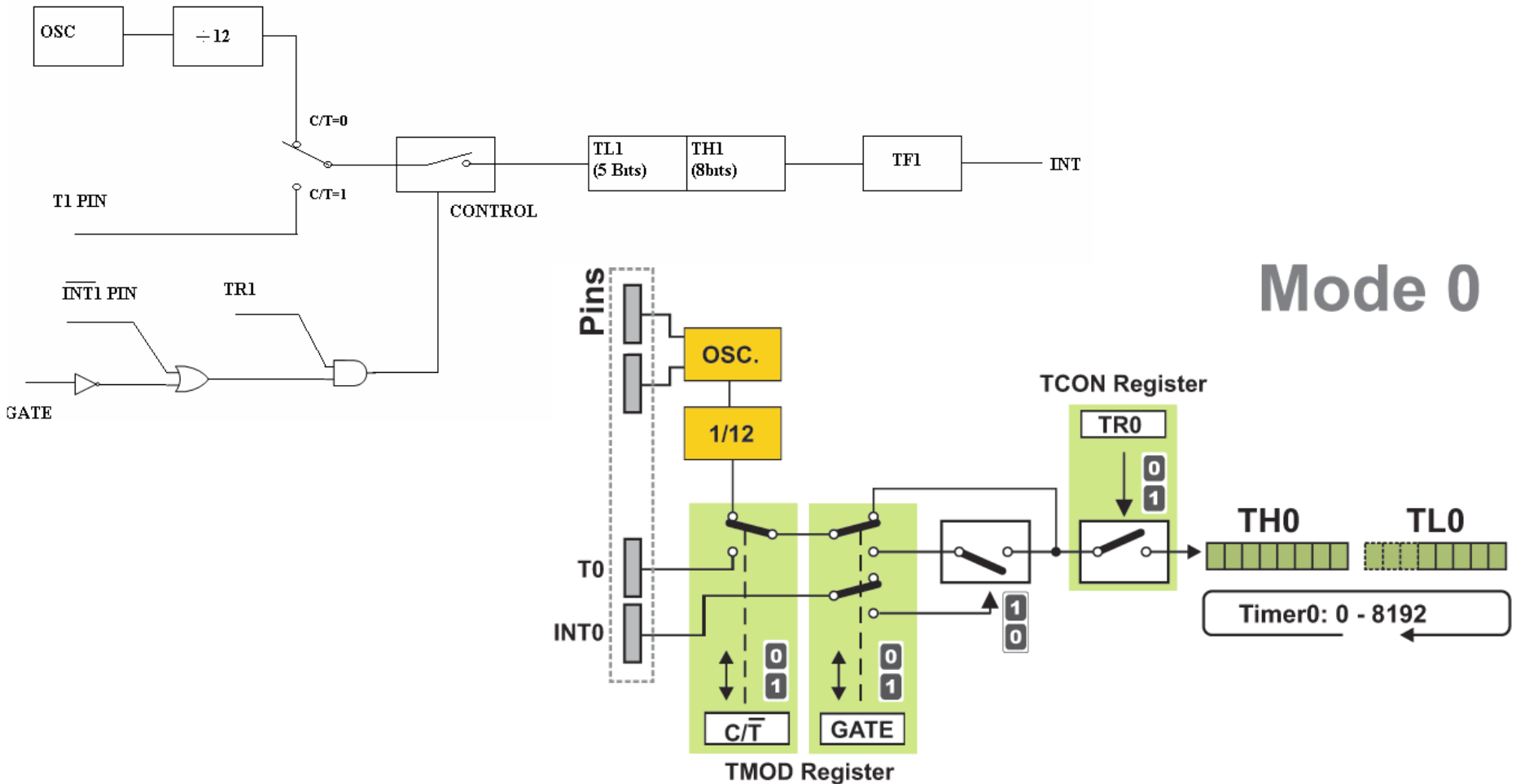
- Gecikmenin Hesaplanması

		<i>Cycles</i>
HERE:	MOV TL0,#0F2H	2
	MOV TH0,#0FFH	2
	CPL P1.5	1
	ACALL DELAY	2
	SJMP HERE	2
;-----delay using Timer 0		
DELAY:		
	SETB TR0	1
AGAIN:	JNB TF0,AGAIN	14
	CLR TR0	1
	CLR TF0	1
	RET	<u>2</u>
	Total	28

$$T = 2 \times 28 \times 1.085 \mu s = 60.76 \mu s \text{ and } F = 16458.2 \text{ Hz.}$$

MOD 0'ın blok diagramı

MOD0' da, 13 bit sayaç olarak çalışan counter, taşığında bir kesme üretir. Yani bu modda bir sonraki kesmeyi üretmek için 2^{13} (8192) giriş darbesi gerekir.

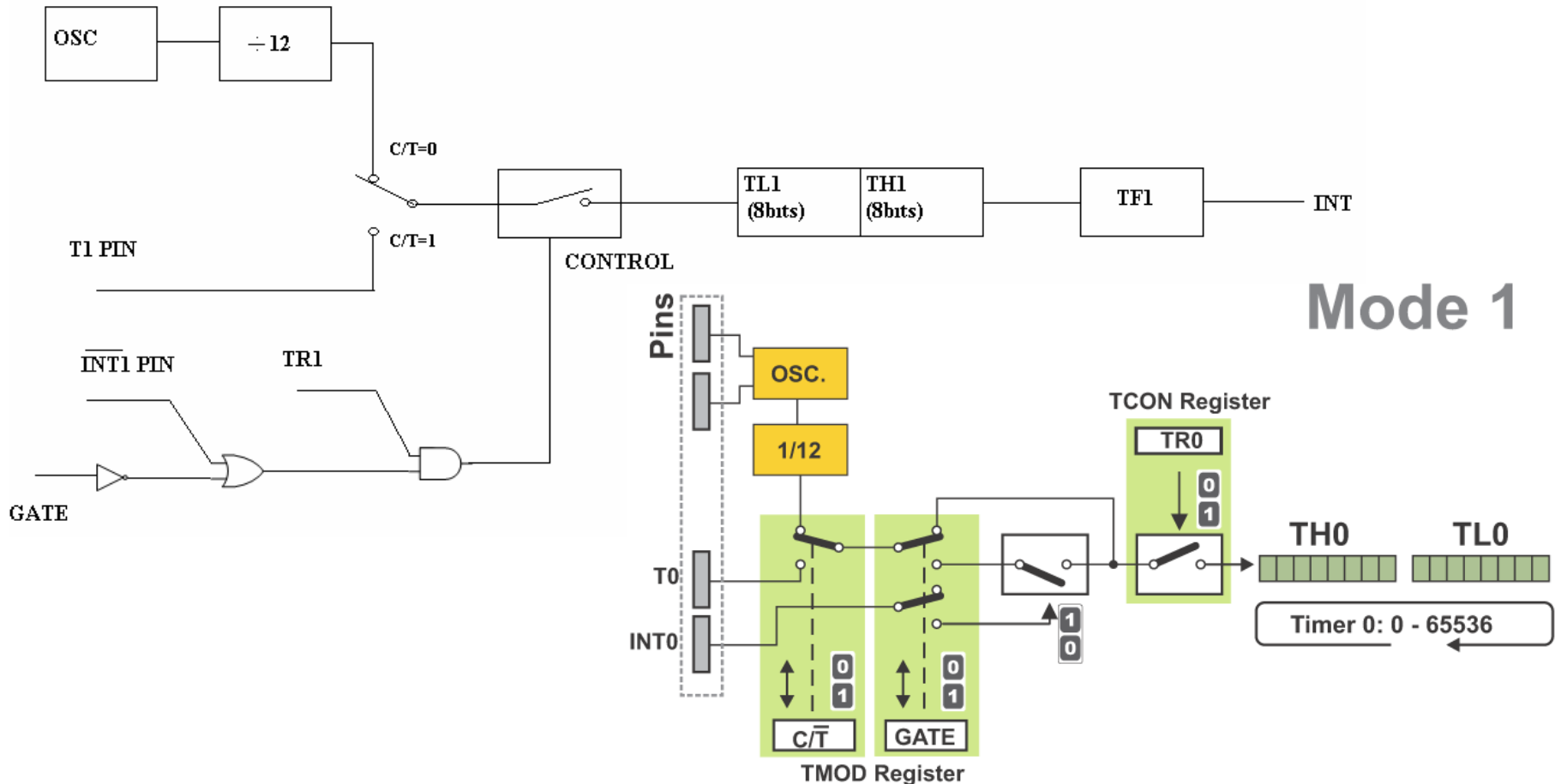


Örnek-1

- Mod 0'ı kullanarak 1000 kez sayan ve taşan bir zamanlayıcı tasarlayınız.
- Mod 0 13 bitlik bir yapıya sahip olduğundan maksimum 8192 adet sayma işlemi yapabilir.
- İstenen 1000'e kadar sayılması
- Kurulması gereken değerler (TH0 ve TL0) $8192 - 1000 = 7192$ 'dir.
- 7192'nin ikilik karşılığı 11100000-00011000 dır.
- Burada TH0 ve TL0 değerleri 16'lık sistemdeki karşılıkları bulunurken dikkat edilmelidir. 7192 değeri direk 16'lık karşılığına çevrilirse yanlış olur.
- $11100000 = E0h$
- $11000 = 18h$ (başında 3 bit 0 varmış gibi düşünülecek)
- Yani başlangıç değerlerimiz TH0=E0h ve TL0=18h bulunur.
-
- Bu değerlere göre programı yazarsak:
- MOV TMOD, #00h ; T0 Mod 0'da çalıştırılacak
- MOV TH0, #0E0h ; başlangıç değerleri yükleniyor (yüksek kısmı)
- MOV TL0, #18h ; başlangıç değerleri yükleniyor (düşük kısmı)
- SETB TR0 ; zamanlayıcı saymaya başlatılır.

MOD 1'in blok diagramı

MOD1, MOD0' a benzer. Counter, 16 bit sayaç olarak çalışır. MOD1' de bir sonraki kesmeyi üretmek için 2^{16} veya 65536 giriş darbesi gerekir

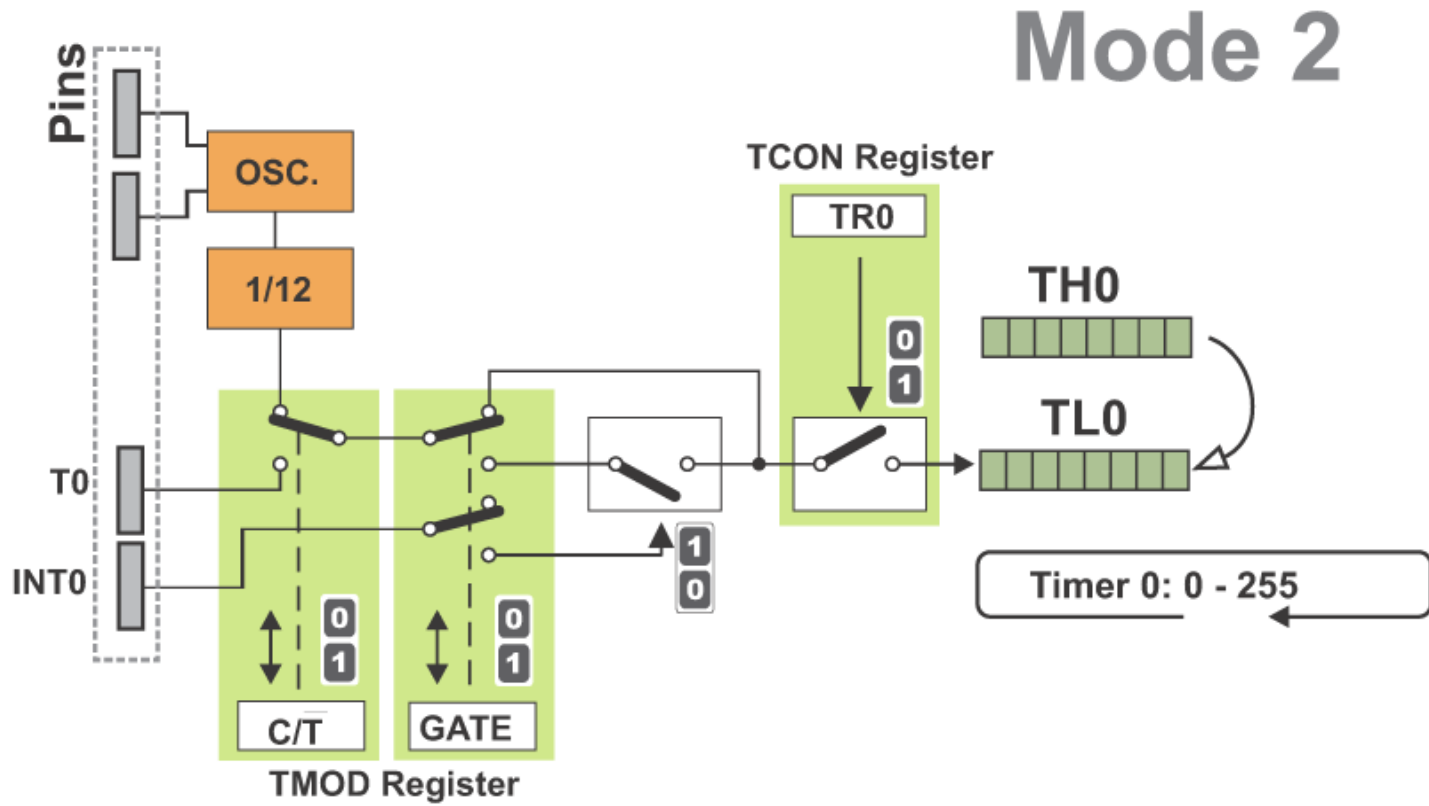


Örnek-2

- Mod 1'i kullanarak 50000 kez sayan ve taşan bir zamanlayıcı tasarımı,
- Mod 1'de maksimum 65536 adet sayma yapılabilir
- İstenilen sayma adedi 50000 olduğuna göre,
- Yükleme değeri $65536 - 50000 = 15536$ olarak bulunur. Hexadecimal karşılığı 3CB0 olarak bulunur.
-
- `MOV TMOD, #01h` ; T0'ın Mod 1'e kurulması
- `MOV TH0, #03Ch` ; yüksek baytın setlenmesi
- `MOV TL0, #0B0h` ; düşük baytın setlenmesi
- `SETB TR0` ; saymaya başlama

MOD 2'nin blok diagramı:

MOD2, 8 bit tekrar yüklemeli tarzda çalışır. TL_i 8 bit Timer/Counter olarak çalışır. Counter taşıdığı zaman, TH_i'de saklı olan değer, TL_i'ye kopyalanır ve sayma devam eder. Counter her taşıdığında ve tekrar yükleme olduğunda bir kesme üretilir. (i=0 veya i=1)



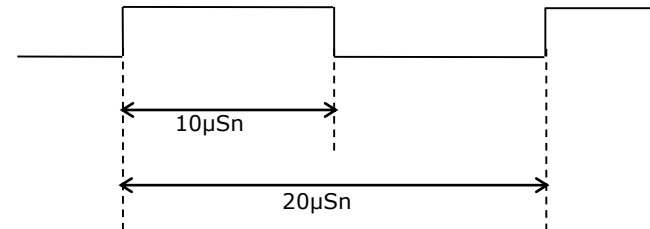
Zamanlayıcı/Sayıcı Örneği

T0'ı kullanarak P1.0 ucunda 50 KHz'lik kare dalga sinyal üreten assembly programı.

- Z/S birimi zamanlayıcı olarak kullanılacak C/T=0
- Mod 2 – otomatik yükleme modu kullanılacak
- Z/S her 10 saymadan sonra taşacak (12 MHz)
- Z/S kontrolü, taşma bayrağının sürekli yoklanması ile gerçekleştirilecek

50 KHz'lik kare dalga sinyalin periyodu

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \cdot 10^3} = 20 \mu s$$



Zamanlayıcı/Sayıcı Örneği

50 KHz'lik kare dalga sinyalin periyodu

Komut	Açıklama
ORG 0H	<i>;Kod belleğin başlangıç adresi</i>
SJMP ANA	<i>;ANA etiketli programa dallan</i>
ORG 30H	<i>;ANA etiketli programın kod bellekteki başlangıç ;adresini</i>
ANA : MOV TMOD,#02H	<i>;Zamanlayıcı-0 MOD-2</i>
MOV TH0,#-10	<i>;yeniden yükleme değeri -10 (246)</i>
MOV TL0,#-10	<i>;başlama değeri -10 (246)</i>
SETB TR0	<i>;Zamanlayıcı-0'ı çalıştır</i>
BEKLE: JNB TF0,BEKLE	<i>;taşma olana kadar bekle</i>
CLR TF0	<i>;taşma bayrağını temizle</i>
CPL P1.0	<i>;çıkışı (P1_0 ucunu) tersle</i>
SJMP BEKLE	<i>;Bekle etiketine dallan</i>
END	<i>;programı sonlandır</i>

Örnek

- XTAL = 11.0592 MHz farz edersek,
- P2.3'de 50 Hz frekansında bir kare dalga üretmek için.

- Kare dalganın periyodu = $1/50 \text{ Hz} = 20 \text{ ms}$.
- Kare dalganın yüksek veya düşük kısmı = 10 ms .
- $10 \text{ ms} / 1.085 \mu\text{s} = 9216$.
- $65536 - 9216 =$ ondalık basamağın içinde 56320
- 56320 Hex karşılığı DC00H. TL1 = 00H ve TH1 = DCH.

MOV TMOD,#10H ;timer 1, mode 1

AGAIN: MOV TL1,#34H ;

MOV TH1,#76H

SETB TR ;start

BACK: JNB TF1,BACK

CLR TR ;stop

CPL P1.5 ;next half clock

CLR TF1 ;clear timer flag 1

SJMP AGAIN ;reload timer1

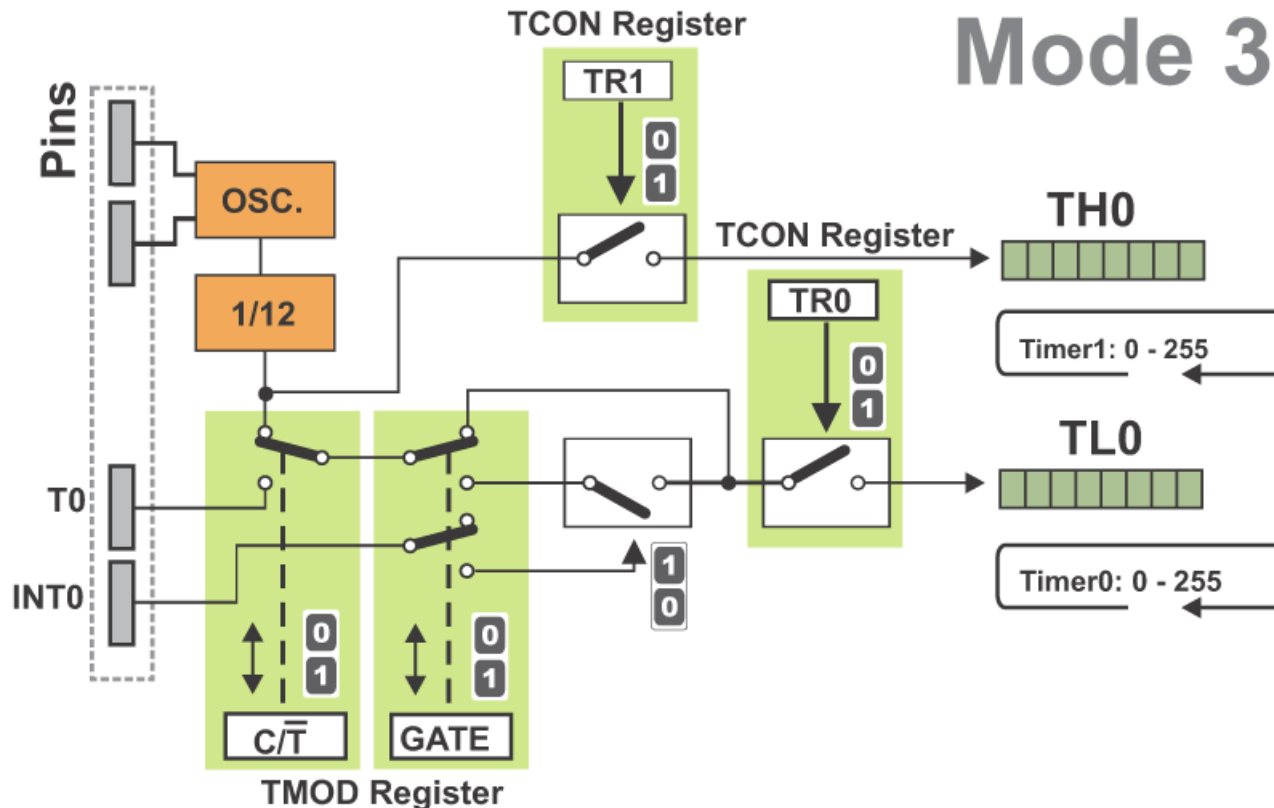
XTAL = 11.0592 MHz farz edersek, frekans ?

Çözüm

- $FFFFH - 7634H + 1 = 89CCH = \text{clock sayısı} = 35276$
- $\text{Yarım period} = 35276 \times 1,085s = 38.274 \text{ ms}$
- $\text{Tam period} = 2 \times 38.274 \text{ ms} = 76.548 \text{ ms}$
- $\text{Frequency} = 1 / 76.548 \text{ ms} = 13.064 \text{ Hz.}$

MOD 3'ün blok diagramı:

Ayrık zamanlayıcı kipi. Zamanlayıcı 0; TL0 8 bit zamanlayıcı çalışması zamanlayıcı 0 mod seçme bitleri tarafından denetlenir. TH0 aynı şekilde çalışır fakat zamanlayıcı 1 mod seçme bitleri tarafından denetlenir. Zamanlayıcı 1; çalışmaz.



Sorular:

