

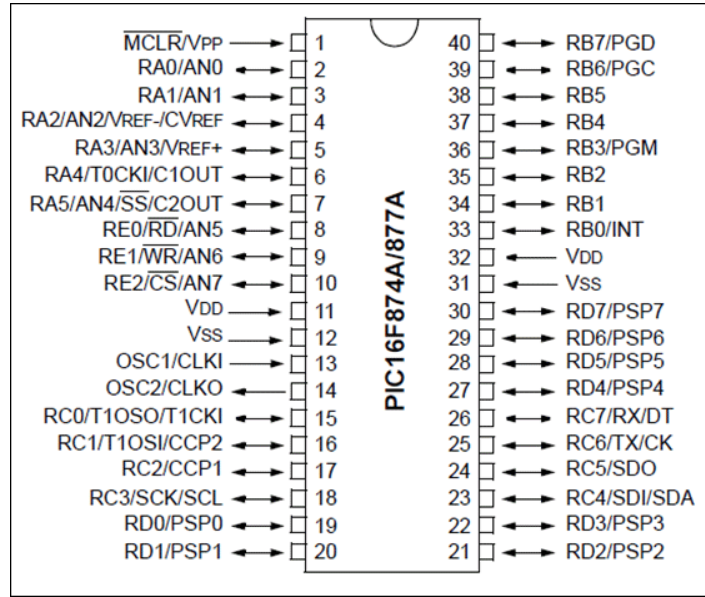
ÖZET

Çalışma kapsamında, yaşlılar için ilaç saatini hatırlatan bir cihaz, Microchip firması tarafından üretilmiş olan PIC16F877A mikrodnetleyicisi kullanılarak yapılmıştır. Cihaz, periyodik ve tek seferlik alarm modlarına sahiptir ve buna ek olarak, kullanıcının saati ayarlamasına da olanak tanımaktadır. Cihaz üzerinde bulunan tuş takımı aracılığıyla kullanıcı, tek seferlik alarm kurabilmekte, periyodik olarak alarm kurabilmekte ve saati ayarlayabilmektedir. Bu işlemler, cihaz üzerinde bulunan 16x02 LCD ekran aracılığıyla kullanıcıya sunulan menü ekranları ile sağlanmaktadır. Herhangi bir alarm kurulması durumunda, alarm saati geldiğinde kullanıcıya sesli olarak, LCD ekran üzerine alarm saatinin geldiği yazılarak ve cihaz üzerinde bulunan ledler aracılığıyla görsel uyarı verilerek ilaç saatinin geldiği belirtilmektedir.

1. SİSTEMİN DONANIMSAL OLARAK TANITILMASI

1.1. MİKRODNETLEYİCİ

Sistemdeki tüm kontrol işlemleri, Microchip firması tarafından üretilen ve piyasada yaygın olarak bulunan PIC16F877A mikrodnetleyicisi ile sağlanmaktadır. Söz konusu mikrodnetleyici, 20 MHz'lik bir osilatör frekansına kadar sorunsuz bir şekilde çalışabilen, 8 bitlik mimari ile üretilmiştir ve 40 adet bacak sayısına sahiptir. Piyasada, söz konusu mikrodnetleyicinin SMD ve DIP40 kılıf ve bacak yapısına sahip farklı versiyonları bulunmaktadır. Çalışma kapsamında, montajının düşük olanaklarla gerçekleştirilebilir olmasına istinaden DIP40 bacak ve kılıf yapısında olan versiyonu kullanılmıştır. Söz konusu mikrodnetleyicinin, 15 adet farklı kesme modülü bulunmaktadır. Buna ek olarak 10 bitlik çözünürlükte ADC ve PWM modülleri de bulunmaktadır. Şekil 1.1 'de söz konusu mikrodnetleyiciye ait bacak bağlantılarını ve bacak işlevlerini gösteren bir görsel verilmiştir.



Şekil 1.1: PIC16F877A mikrodnetleyicisine ait bacak yapısını ve bacak işlevlerini gösteren görsel.

Microchip firması tarafından üretilen bazı mikrodnetleyicilerde dahili osilatör bulunmasına rağmen, PIC16F877A mikrodnetleyicisinde dahili osilatör bulunmamaktadır. Bu sebeple, mikrodnetleyiciye saat sinyalinin sağlanması için harici osilatör kullanılmıştır. Kullanılan osilatör 4MHz kristal osilatör olarak seçilmiştir. Bunun sebebi, söz konusu osilatörün kolay bulunabilir olması ve program içerisinde kullanılan zamanlama işlemleri için uygun hızda olmasıdır. Ayrıca mikrodnetleyicinin, ortamdaki gürültüden etkilenmemesi veya osilatör frekansı veya sistemin besleme gerilimi gibi etkenler sebebiyle devre içerisinde ortaya çıkan ve mikrodnetleyicinin besleme geriliminde dalgalanmalara yol açarak mikrodnetleyiciyi reset durumuna sokan bozucu etkenlerin giderilmesi için, mikrodnetleyicinin besleme uçları arasına 100 nF'lık bir kondansatör bağlanmıştır. Mikrodnetleyicinin monte edildiği baskı devreye ait yol şeması, EK-1A'da verilmiştir.

1.2. GÜÇ ÜNİTESİ

Sistem, 9V'luk bir pil ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemde kullanılan diğer bileşenler ve en önemlisi, sistemde kullanılan mikrodnetleyici ise 5V ile çalışmaktadır. Bu sebeple sisteme güç girişi, 7805 regülatör entegresi kullanılarak, 9V'luk gerilimin 5V'a düşürülüp regüle edilmesi ile sağlanmaktadır. Sistemde, DC motor gibi nispeten yüksek akım çeken bir bileşen bulunmadığı için regülatör entegresine herhangi bir soğutucu takılmamış veya soğutma işlemi için sisteme ek olarak bir fan yerleştirilmemiştir. Söz konusu regülatör devresi, mikrodnetleyici ile aynı baskı devre kartının üzerinde yer almaktadır.

1.3 TUŞ TAKIMI VE LCD EKRAN

Sistemde, kullanıcı ile cihaz etkileşiminin sağlanabilmesi için 5 adet tuş bulunan bir tuş takımı, bakır plaka üzerine baskı devre ile yapılmış ve 1 adet 16 karakter ve 2 satırlık LCD ekran kullanılmıştır. Program içerisinde farklı menü ekranları oluşturulmuştur ve kullanıcı, tuş takımı ile sisteme girdilerde bulunup, LCD ekran üzerinden geribildirim alarak bu menü ekranları aracılığıyla cihazın çalışma ve alarm modlarını değiştirebilmekte ve saat ayarı yapabilmektedir. Oluşturulmuş olan tuş takımında bulunan tuşların görevleri şöyle sıralanabilir:

1. Tuş : Mod Değiştir/Kur
2. Tuş : Seç/Bir Alt Menüye Gir / İmleci Kaydır
3. Tuş : Çıkış/Sil/İptal/Alarmı Kapat
4. Tuş : Değeri Arttır
5. Tuş : Değeri Azalt

Devre üzerinde bütün buton bağlantıları ile mikrodenetleyicinin bacak bağlantılarının gerçekleştirildiği noktalar, pull-down dirençleri ile Lojik 0 seviyesine çekilmiştir. Bunun yapılmasının sebebi, aksi takdirde ortamda bulunan elektromanyetik gürültüden dolayı mikrodenetleyicinin ilgili bacağında okunan lojik sinyalin değerinin sürekli olarak değişeceği ve bu durumun da, sistemin kararsız çalışmasına yol açacak olmasıdır. Pull-down direnci ile ilgili noktalardan okunan lojik sinyalin değerinde meydana gelen bu değişimler ortadan kaldırılmış olur ve butona basılana kadar ilgili değer Lojik-0 seviyesinde kalması sağlanmaktadır. Tuş takımına ait baskı devrenin yol şeması, EK-1B’de verilmiştir.

1.4 ALARM BİRİMİ

Kullanıcının alarm kurması durumunda, alarm saati geldiği takdirde kullanıcıya görsel ve işitsel olarak uyarı verilmektedir. Görsel uyarı, yine bakır plaka üzerine baskı devre ile yapılmış olan bir kart üzerinde bulunan 4 adet LED ile ve LCD ekran üzerine ilaç saatinin geldiğini belirten bir metin yazılarak yapılmaktadır. İşitsel uyarı ise, sistemde bulunan bir buzzer yardımı ile yapılmaktadır. Genel olarak insanlara uyarı amacıyla görsel veya işitsel sinyal verilmesi durumunda, bu sinyalin kesikli olarak verilmesi daha uygun olduğu, aksi takdirde sinyalin fark edilmesinin, insan beyninin sürekli uyarıcılara karşı farkındalığının düşmesinden kaynaklı olarak zorlaştığı için sistemde kullanılan görsel ve işitsel uyarılar da kesikli olarak verilmektedir. Bu uyarıların kesikli çalışması sırasında zamanlama işlemi ise, ilerleyen

kısımlarda detaylı olarak açıklanacağı şekilde, mikrodenetleyici içerisinde bulunan zamanlayıcı modüllerinin kullanımı ile sağlanmaktadır. Ledlere ait baskı devrenin yol şeması, EK-1C’de verilmiştir.

2. CİHAZ İÇİN YAZILMIŞ OLAN PROGRAMIN TANITILMASI

Cihazın çalışması için, MikroC for PIC derleyicisi kullanılarak bir program yazılmıştır. Söz konusu derleyici, C Programlama Dili tabanlı bir derleyicidir. Program içerisinde, farklı çalışma modları ve menü ekranları için kullanılan kodlar, çeşitli fonksiyolar içerisinde yazılarak kısmi olarak modüler bir programlama yapılmıştır. Bu şekilde programlama işleminin gerçekleştirilmesinin temel sebebi, söz konusu derleyicinin her bir fonksiyon için izin verdiği maksimum komut sayısının bulunmasıdır. C Programlama Dili’nin bir getirisi olarak, yazılmış olan program içerisinde 1 adet main isimli bir fonksiyon bulunmalıdır. Mikrodenetleyici, çalışması esnasında kodları yukarıdan aşağıya doğru icra etmektedir ve son kod satırını icra ettikten sonra, programı sonlandırmaktadır. Bu sebeple, program içerisinde devamlılığın sağlanması veya bazı kod bloklarının sürekli olarak çalışması için, ilgili kod blokları program içerisinde oluşturulan sonsuz döngülerin içerisinde yazılmalıdır. Çalışma kapsamında ilk önce main fonksiyonu içerisinde bir sonsuz döngü oluşturulmuş ve ardından ilgili kodlar, bu döngü içerisinde yazılmıştır. Ancak, satır sayısının ve buna bağlı olarak komut sayısının artması ile birlikte, derleyicinin izin verdiği, bir fonksiyon için maksimum komut sayısı geçilmiştir. Bu sebeple program içerisinde optimizasyon yapılarak, program farklı fonksiyonlara bölünmüş ve ilgili yerlerde main fonksiyonu içerisinde bu fonksiyonlar çağırılmıştır.

2.1 PROGRAMDA KULLANILAN ZAMANLAYICI KESMESİ

Daha önce belirtildiği gibi PIC16F877A mikrodenetleyicisinde 15 adet kesme seçeneği bulunmaktadır. Buna ek olarak 3 adet zamanlayıcı/sayıcı modülü bulunmaktadır. 15 adet kesme seçeneğinin içerisinde, zamanlayıcı/sayıcı modüllerinin sebep olduğu kesmeler de bulunmaktadır. Bu modüller; TIMER0, TIMER1 ve TIMER2 modülleridir. TIMER2 modülü sadece zamanlayıcı olarak kullanılabilir. TIMER 0 ve TIMER2 modüllerinin sayma değerlerinin hafızada tutulması için 8 bitlik alanlar ayrılmıştır. TIMER1 modülü için ise 16 bitlik yani 2 baytlık bir hafıza alanı ayrılmıştır. Zamanlayıcıların söz konusu sayma değerleri, mikrodenetleyicinin hafızasında bulunan ve yazmaç (register) olarak adlandırılan kısımlara

kaydedilir. TIMER1 modülünün değerinin kaydedildiği TMR1H ve TMR1L isimli iki adet yazmaç bulunmaktadır. Bu yazmaçlardan TMR1H yazmacı, TIMER1 modülünün sayma değerinin yüksek değerlikli 8 bitinin kaydedildiği kısımdır. TIMER1 modülünün düşük değerlikli 8 biti ise TMR1L yazmacına kaydedilir. TIMER1 modülünün ayarlarının yapılması için ise T1CON (TIMER1 CONTROL REGISTER) isimli bir yazmaç bulunmaktadır. Bu yazmaçtaki bit değerleri 1 ve 0 olarak ayarlanarak, TIMER1 modülünün ayarlanması sağlanır. Söz konusu yazmacın veri yapısını gösteren bir görsel, Şekil 2.1’de verilmiştir.

T1CON: TIMER1 CONTROL REGISTER (ADDRESS 10h)

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON
bit 7							bit 0

Şekil 2.1: PIC16F877A mikrodnetleyicisinde bulunan T1CON yazmacına ait hafıza ve veri yapısını gösteren bir görsel

Şekil 2.1’den de görülebileceği gibi T1CON yazmacının en yüksek değerlikli 2 biti önemsizdir ve derleyici tarafından 0 olarak alınır. T1CON yazmacının en düşük değerlikli biti olan TMR1ON biti, TIMER1 modülünün aktif/pasif olmasını sağlar. Eğer söz konusu bitin değeri 1 olarak atanırsa TIMER1 modülü aktifleştirilir. Ancak söz konusu bitin değeri 0 olarak bırakılırsa veya ayarlanırsa TIMER1 modülü pasif olarak kalacaktır. T1CON yazmacının 2. Biti olan TMR1CS biti ise; TIMER1 modülünün kullanacağı osilatörün seçimini ayarlamaktadır. Eğer TMR1CS bitinin değeri 1 olarak ayarlanırsa, TIMER1 modülünün, Şekil 1.1 ‘de verilmiş olan görselde yer alan RC0 bacağına uygulanacak olan osilatör sinyali ile çalışacağı belirtilmiş olur. Söz konusu bitin değeri 0 olarak ayarlanırsa, TIMER1 modülünün saymasını sağlayan osilatör sinyali ise, yine Şekil 1.1’de verilmiş olan görselde görülen OSC1 ve OSC2 bacakları arasına bağlanmış olan ve mikrodnetleyicinin çalışmasını sağlayan osilatör sinyali olacağı belirtilmiş olur. Program içerisinde, TIMER1 modülünün, kristal osilatör sinyali ile sayma işlemini gerçekleştirmesi için T1CON yazmacının TMRCS biti 0 olarak ayarlanmıştır. Bunun sonucu olarak da T1CON yazmacının T1SYNC biti önemsiz hale gelmiştir. Çünkü T1SYNC biti, TIMER1 modülünün, RC0 bacağına uygulanacak osilatör sinyali ile senkron çalışıp çalışmayacağını ayarlayan bittir. T1CON yazmacının 4. biti olan T1OSCEN biti ise osilatör aktifleştirme bitidir. Çalışma kapsamında bu bit 0 olarak ayarlanmıştır. T1CON yazmacının 5. Ve 6.bitleri olan T1CKPS0 ve T1CKPS1 bitleri ise, TIMER1 modülünün sayma işlemlerinde kullanacağı ön bölücü (prescaler) değerinin

kaydedildiği bitlerdir. 16 serisi PIC mikrodenetleyiciler, her 4 osilatör sinyali için 1 komut işleme kapasitesine sahiptirler. Yani 4 MHz’lik kristal osilatör kullanılması durumunda, mikrodenetleyicinin komut işleme frekansı 1MHz olacaktır. Zamanlayıcı modüllerinde bulunan ön bölücü ise, komut işleme frekansının ne sıklıkla sayma işlemine etki edeceğini ayarlamaktadır. Örneğin 1 MHz’lik komut işleme frekansına ek olarak ön bölücü değeri 1:4 olarak ayarlanırsa, her 4 komut işleminde 1 kez saymanın gerçekleşecek olmasına istinaden, zamanlayıcı modülünün sayma frekansı 250 kHz olacaktır. Çalışma kapsamında ön bölücü oranı 1:4 olarak alınmıştır. Bunun için de T1CKSP1 bitinin değeri 1 olarak, T1CKSP0 bitinin değeri ise 0 olarak ayarlanmıştır. Söz konusu iki bitin değerlerine bağlı olarak ön bölücü değerinin değişimini gösteren bir görsel, Şekil 2.2’de verilmiştir.

T1CKPS1:T1CKPS0: Timer1 Input Clock Prescale Select bits

11 = 1:8 prescale value
 10 = 1:4 prescale value
 01 = 1:2 prescale value
 00 = 1:1 prescale value

Şekil 2.2: T1CON yazmacında bulunan T1CKPS1 ve T1CKPS0 bitlerinin değerlerine bağlı olarak ön bölücü değerinin değişimini gösteren görsel

TIMER1 modülünün ayarlarının tamamlanmasının ardından TIMER1 kesmesinin aktifleştirilmesi için de bazı ayarların yapılması gerekmektedir. Bunun için öncelikle, meydana gelebilecek tüm kesmelere izin verilmesi için INTCON (Interrupt Control) yazmacının GIE (Global Interrupt Enable) bitinin değeri 1 olarak ayarlanmıştır. Şekil 2.3’te INTCON yazmacına ait hafıza ve veri yapısını gösteren bir görsel verilmiştir.

INTCON REGISTER (ADDRESS 0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE	PEIE	TMR0IE	INTE	RBIE	TMR0IF	INTF	RBIF
bit 7							bit 0

Şekil 2.3: PIC16F877A mikrodenetleyicisinde bulunan INTCON yazmacına ait hafıza ve veri yapısını gösteren bir görsel

Ardından, INTCON yazmacının 7. Biti olan PEIE bitinin değeri de 1 olarak ayarlanmıştır. Bu bit, çevresel kesmelere izin verilip verilmeyeceğini belirtmektedir. Eğer söz konusu bitin değeri 1 olarak ayarlanırsa, program içerisinde çevresel kesmelere izin verilmektedir. Zamanlayıcı

kesmelerinin kullanılabilmesi için çevresel kesmelere izin verilmesi gerekmektedir. Ardından TIMER1 kesmesinin aktifleştirilmesi için, PIR1 yazmacında bulunan TMR1IE bitinin değerinin 1 olarak ayarlanması gerekmektedir. Söz konusu bitin değeri 1 olarak ayarlanmazsa, TIMER1 kesmesi aktifleştirilmediği için kesme oluşmayacaktır. Son olarak, programın başlangıcında PIE1 yazmacının TMR1IF bitinin değeri sıfır olarak ayarlanmaktadır. Söz konusu bit, TIMER1 kesmesi için bayrak bitidir. Bunun anlamı, her TIMER1 kesmesi meydana geldiğinde bu bitin değerinin program tarafından 1 olarak ayarlandığıdır. Diğer bir deyişle söz konusu bitin değeri 0 ise, TIMER1 kesmesinin henüz gerçekleşmediği anlaşılmaktadır. Program içerisinde farklı yerlerde TMR1IF bitinin değerinin tekrar 0 olarak ayarlanması gerekmektedir. En basit örneğiyle TIMER1 kesmesine ait fonksiyon içerisinde eğer TMR1IF bitinin değeri 0 olarak ayarlanmazsa program kısır döngüye girer ve kesme fonksiyonu içerisinden çıkamaz. Bu sebeple program içerisinde TIMER1 kesmesinin sonunda da TMR1IF bitinin değeri sıfırlanmaktadır.

TIMER1 modülü daha önce de bahsedildiği gibi 16 bitlik bir modüldür ve bu sebeple en fazla 65535 değerine kadar sayabilir. Çalışma kapsamında oluşturulan sistemde RTC (Real Time Clock) modülü kullanılmadığı için, gerçek zamana en yakın şekilde TIMER1 modülünün ayarları yapılmıştır. TIMER1 modülünün kullanılması durumunda kesme oluşma süresini veren formül, Denklem 1’de verilmiştir.

$$\text{Kesme Oluşma Süresi} = T_{komut} * (\text{Ön bölücü değeri}) * (65535 - \text{TIMER1'in mevcut sayma değeri}) \quad (1)$$

Denklem 1’de verilmiş olan T_{komut} değeri ise, Denklem 2’de verildiği şekilde hesaplanır.

$$T_{komut} = \frac{1}{F_{komut}} \quad (2)$$

Daha önce belirtildiği gibi 16 serisi PIC mikrodenetleyiciler, 4 osilatör sinyalinde 1 komut icra ederler. Bu sebeple Denklem 2’de verilen ifade, Denklem 3’te verildiği şekilde de yazılabilir.

$$T_{komut} = \frac{4}{F_{osilatör}} \quad (3)$$

Son olarak, TIMER1 modülünün mevcut sayma değeri yani TMR1H ve TMR1L yazmaçlarının değerleri ayarlanmıştır. Program içerisinde 200 ms periyot ile TIMER1 kesmesinin gerçekleşmesi istenmektedir. Bu sebeple, ön bölücü değeri 1:4 olarak ayarlandığından ve osilatör frekansı 4 MHz olduğundan dolayı, kesme oluşma süresinin 0.2 saniye olabilmesi için TIMER1 modülünün mevcut sayma değeri programın en başında 15535 olarak ayarlanmıştır

böylece 50000 sayım sonunda kesme oluşması sağlanmıştır. Benzer şekilde, her kesme oluştuğunda da TIMER1 modülünün mevcut sayma değeri 65535 olduğu için, program içerisinde tekrar değerin değiştirilmesi gerekir. Bu sebeple, TIMER1 kesme fonksiyonunun sonunda TMR1H ve TMR1L yazmaçlarının değerleri, 15535 sayısının ikilik tabandaki karşılığı olan sayıya yani sırasıyla değerleri 00111100 ve 10101111 olacak şekilde ayarlanmaktadır. Bu ayarlamalar sonucunda, her 200 ms sonunda bir TIMER1 kesmesi oluşmaktadır. TIMER1 kesme fonksiyonu içerisinde değeri her kesme ile artan bir sayaç değişkeni tanımlanmıştır ve bu sayaç değişkeninin değeri 5'e eşit olduğunda 1 saniyelik bir sürecin geçtiği anlaşılarak, saat değeri için kullanılan saniye değişkeninin değeri bir arttırılıp, sayaç değişkeninin değeri tekrar sıfırlanmaktadır. Bahsedilen işlemler, saat ayarlamasının yapıldığı çalışma modu haricinde tüm çalışma modları esnasında gerçekleştirilmektedir. Saat ayarlama modunda ise bu işlemler durdurulmakta ve mevcut saat değeri üzerinden kullanıcının ayarlamayı yapmasına olanak sağlanmaktadır. Kullanıcı, ayarlamayı yaptıktan sonra tekrar TIMER1 kesme fonksiyonu içerisinde saat değeri ilerletilmektedir. Ayrıca, program içerisinde gecikme fonksiyonlarının en az miktarda kullanılmasına özen gösterilmiştir. Bunun sebebi, gecikme fonksiyonları (delay_ms, delay_us gibi) kullanıldığında işlemcinin zaman geçirmek için yaptığı işlemler esnasında meydana gelebilecek bazı olayları (örneğin butona basılması) kaçırılma ve işleme sokulmama durumunun ortaya çıkmasıdır. Bu sebeple program içerisinde kullanılan ve zamanlama gerektiren işlemler de TIMER1 modülünün değeri temel alınarak gerçekleştirilmektedir. Örneğin, alarm esnasında sinyal veren buzzer ve led bileşenlerinin aktif ve pasif olma süreleri, TIMER1 kesmesinde değeri 1 arttırılan sayaç değişkeninin değerine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir.

2.2 PROGRAMDA KULLANILAN HARİCİ KESME

PIC16F877A mikrodenetleyicisinde 1 adet harici kesme (donanım kesmesi / external interrupt) modülü bulunmaktadır. Bu modül, B0 bacağındaki durumda meydana gelen değişimlere bağlı olarak kesme oluşmasını sağlar. Bu kesmenin program içerisinde kullanılabilmesi için öncelikle, söz konusu kesmenin ayarlarını kontrol eden, farklı yazmaçlarda bulunan bitlerin değerlerinin ayarlanması gerekir. Bu sebeple öncelikle INTCON yazmacında bulunan INTE bitinin değeri 1 olarak ayarlanmalıdır. INTE bitinin değerinin 1 olarak ayarlanmasıyla birlikte, harici kesmenin aktifleştirildiği belirtilmiş olur. Ardından programın en başında yine emniyet amacıyla; INTCON yazmacında yer alan INTF bitinin değeri sıfır olarak ayarlanmaktadır. INTF biti, tıpkı TIMER1 kesmesi için PIE1 yazmacında bulunan TMR1IF biti gibi, harici kesme için bayrak bitidir. Diğer bir deyişle, harici kesme meydana geldiğinde bu bitin değeri

program tarafından 1 olarak ayarlanır ve harici kesme fonksiyonundan çıkılıp, programın sonsuz döngüye girmesinin önlenmesi için bu bitin değerinin program içerisinde 0 olarak ayarlanması gerekmektedir. Son olarak OPTION_REG (Option Register) yazmacında yer alan INTEDG bitinin değeri ayarlanarak, harici kesme için gerekli ayarlar tamamlanmıştır. Söz konusu bitin değeri 0 olarak ayarlanırsa, B0 bacağındaki sinyalin Lojik-1'den Lojik-0'a geçtiği anda yani sinyalin düşen kenarında harici kesme gerçekleşecektir. Eğer söz konusu bitin değeri 1 olarak ayarlanırsa, bu kez B0 bacağındaki sinyalin Lojik-0'dan Lojik-1'e geçtiği anda yani sinyalin yükselen kenarında harici kesme gerçekleşecektir. Çalışma kapsamında hazırlanmış olan tuş takımında bulunan Mod/Kur fonksiyonlu tuşun bağlantısı, B0 bacağına yapılmıştır ve tuşa basıldığı anda kesmenin meydana gelmesi istenmiştir. Bu sebeple OPTION_REG yazmacındaki INTEDG bitinin değeri 1 olarak ayarlanmıştır. Program içerisinde, harici kesme fonksiyonu, ana menü ekranlarının birisinden diğerine geçişi sağlar. Alarm menülerinden birisindeyken seç tuşuna basılarak ilgili alt menüye girildiğinde ise bu kez alarmin kurulmasını sağlar. Benzer şekilde saat kurulum işlemi yapıldığı aşamada da harici kesme meydana gelirse, saat kurulumunun tamamlandığı anlaşılır ve sistem saati, kullanıcının ayarladığı şekilde güncellenir.

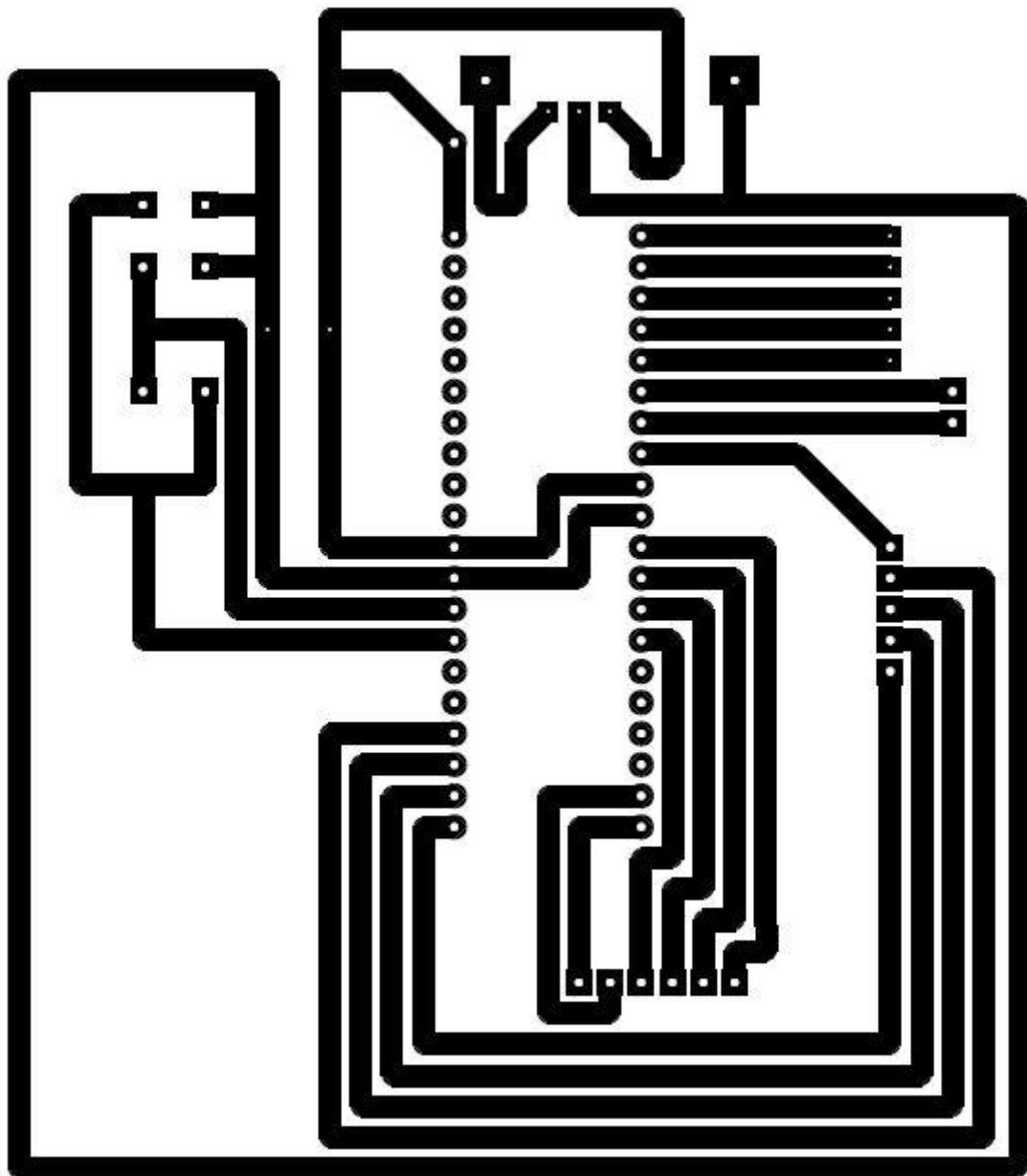
2.3 PROGRAMDA KULLANILAN ALGORİTMANIN AÇIKLANMASI

Cihaza ilk olarak güç verildiğinde, tamamen sıfır değerlerinden başlayarak bir saat çalışmaya başlamaktadır ve bu saatin değeri ekranda görülmektedir. Kullanıcının mod tuşuna basması ile birlikte ekrana “Periyodik Alarm” menüsü gelmektedir. Eğer bu aşamada kullanıcı seç tuşuna basarak “Periyodik Alarm” menüsünün alt menüsüne girecek olursa, bu kez ekrana alarmin başlangıç saatinin kurulması için bir menü gelecektir. Kullanıcı bu aşamada seç tuşuna basarak saat ve dakika basamakları arasında geçiş yapabilir. Bu esnada ekranda yanıp sönen bir imleç aracılığıyla, kullanıcı hangi basamakta olduğunu görebilir. Yine bu aşamada arttır ve azalt tuşları ile birlikte alarmin kurulacağı saat ve dakika ayarlanabilir. İlgili işlemler tamamlandıktan sonra tekrar mod/kur tuşuna basılırsa bu kez ilacın günde kaç kez kullanılacağını yani alarmin günde kaç kez tekrarlanmasının gerektiğini soran bir menü ile karşılaşılır. Yine bu aşamada kullanıcı, arttır-azalt tuşları ile 1-4 arasında bir değer girerek sisteme gerekli parametreyi girebilmektedir. Bu alt menülerden herhangi birisinde iken iptal/çık/sil tuşuna basılırsa direkt olarak kullanıcının yaptığı tüm değişiklikler sıfırlanarak ana ekrana dönülür ve böylece alarm kurulmamış olur. Ancak söz konusu aşamada tekrar mod/kur tuşuna basılırsa bu kez, bir gün içerisinde belirtilen sayıda tekrar etmek üzere ve belirtilen saatten başlayarak bir alarm kurulur. Sistemde herhangi bir alarm kurulmuşsa, ana ekranda saat değerinin altında “Alarm” ifadesi

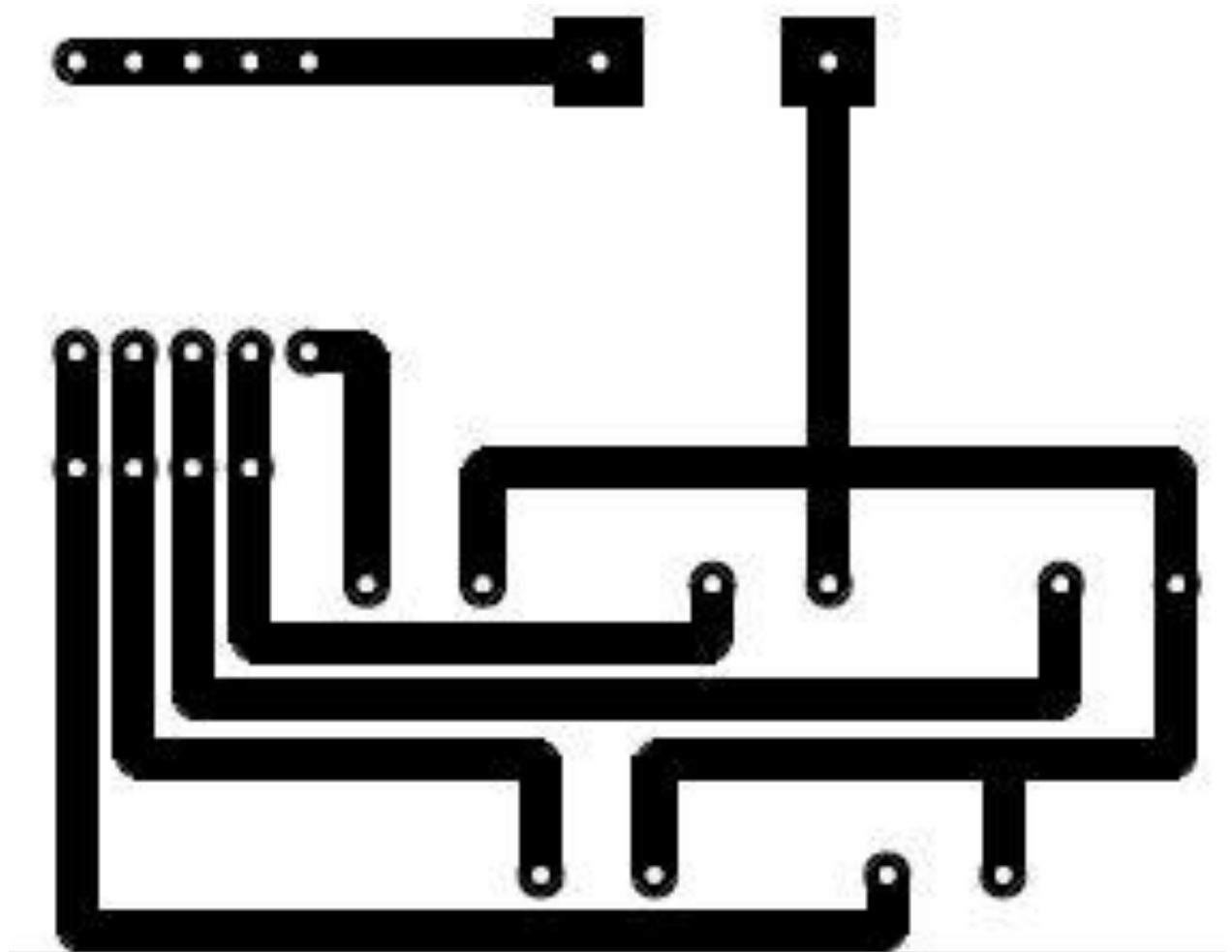
yer alır ve bu ifadenin hemen yanında da alarmin saat kaçta kurulu olduğu belirtilir. Eğer periyodik alarm kurulmuşsa, ilk alarm meydana geldikten sonra bu kez aynı yerde ikinci alarmin saati yazar ve algoritma bu şekilde devam eder. Kullanıcı menü ekranları arasında geçiş yaparken “Periyodik Alarm” menüsünün içerisine girmeden devam ederse bu kez “Tek Seferlik Alarm” menüsüne gelir. Seç tuşuna basılarak bu menüye ait alt menüye gelinecek olursa, tıpkı daha önce de açıklandığı gibi kullanıcının bir alarm saatini kurması beklenir. “Periyodik Alarm” menüsünün alt menülerinde olduğu gibi, bu aşamada da eğer kullanıcı iptal/çık/sil tuşuna basacak olursa yine tüm değişiklikler sıfırlanır ve hiçbir alarm kurulmaz. Herhangi bir alarm saati ayarlandıktan sonra mod/kur tuşuna basılırsa bu kez alarm kurulmuş olur. Periyodik alarmdan farklı olarak, tek seferlik alarmda; alarm bir kez meydana geldikten sonra sistemdeki alarm silinmektedir. Sistem alarm uyarısı verdiğinde, alarmı kapatmak için; kullanıcının iptal/çık/sil tuşuna basması gerekmektedir. Aksi takdirde alarm kapanmamakta ve süre kısıtlaması olmadan devam etmektedir. Son olarak, kullanıcının menü geçişleri sırasında son menü ekranına gelmesi durumunda bu kez saat kurulum modu çalıştırılır. Bu aşamada, diğer tüm çalışma modları ve menü ekranlarının aksine, sistemde saatin ilerlemesi durdurulur ve tıpkı alarm saatinin kurulma aşamasında olduğu gibi seç tuşu ile basamaklar arasında geçişler sağlanıp, arttır-azalt tuşları ile basamakların değerleri değiştirilerek, kullanıcının saati ayarlaması sağlanır. Eğer kullanıcı bu aşamada iptal/çık/sil tuşuna basacak olursa hiçbir şey olmayacaktır. Saat kurulumunun yapıldığı bu aşamadan çıkmak için yapılabilecek tek şey, mod/kur tuşuna basarak saat kurulumunun tamamlanmasıdır. Program içerisinde, açıklanmış olan çalışma modları, diğer bir deyişle menü ekranları arasındaki geçişler ise, programın başında özel olarak tanımlanmış olan bayrak değişkenlerinin değerleri kontrol edilerek yapılmaktadır. Buna ek olarak, program içerisinde kesme fonksiyonlarının içerisinde gecikme komutlarının kullanılmamasına ve kesme fonksiyonlarının olabildiğince kısa tutulmasına özen gösterilmiştir. Bunun sebebi ise; herhangi bir kesme olduğunda programın geçici olarak askıya alınıp, kesme fonksiyonunun icra edilmesine istinaden, programda meydana gelebilecek aksamların önüne geçmektir.

Sistemin çalışmasını sağlayan program kodları, EK-2A’da verilmiştir.

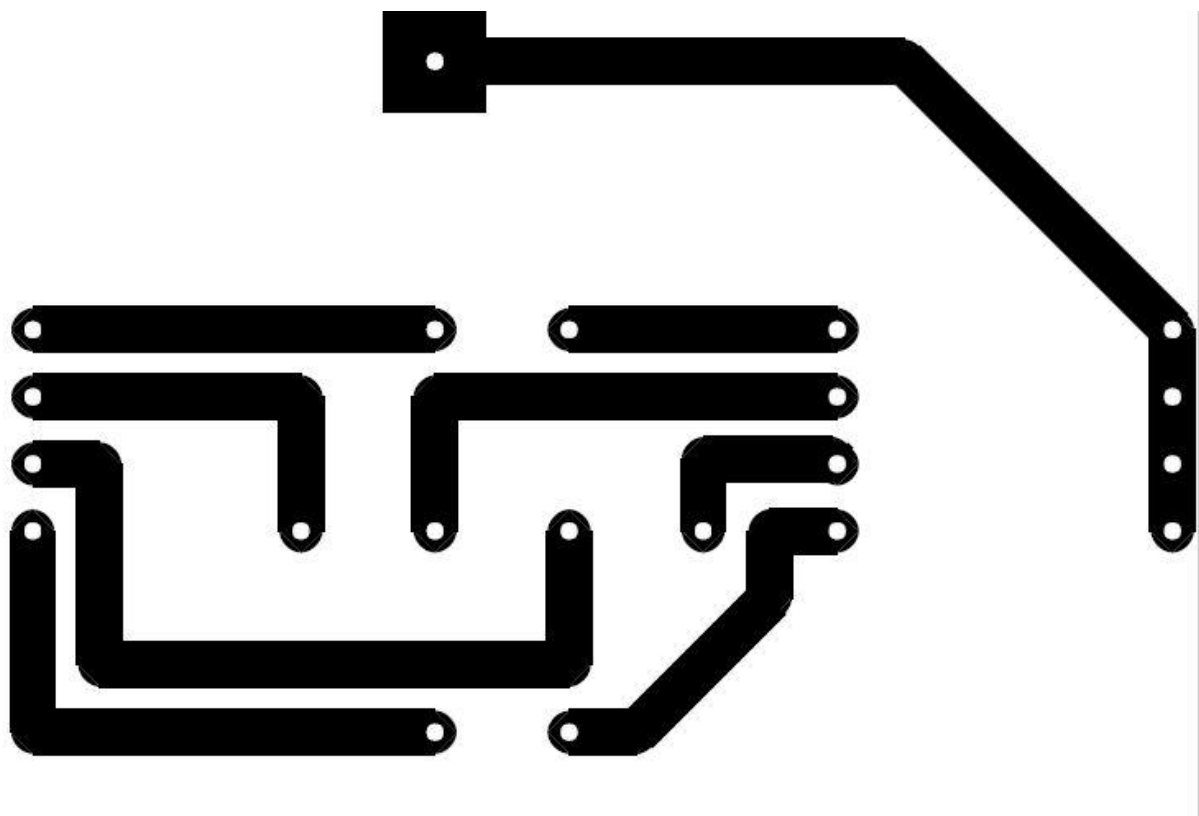
EK-1A



EK-1B



EK-1C



[Github.com/EmperorFederico](https://github.com/EmperorFederico)