

# FLASH BELLEKLİ MİKRODENETLEYİCİ İLE DÜŞÜK MALİYETLİ EV OTOMASYON SİSTEMİ UYGULAMASI

Kamer KAYAER

e-posta: [kayaer@yildiz.edu.tr](mailto:kayaer@yildiz.edu.tr)Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektronik ve Hab. Müh. Bölümü  
Beşiktaş, İstanbul 34349

Herman SEDEF

e-posta: [sedef@yildiz.edu.tr](mailto:sedef@yildiz.edu.tr)

Anahtar sözcükler: Devreler ve Sistemler, Ev Otomasyonu, Mikrodenetleyici, MC68HC908GP32

## ÖZET

Ev otomasyon sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmakta ve sistem maliyetleri daha da önem kazanmaktadır. Bu ihtiyaca cevap vermek üzere düşük maliyetli bir ev otomasyon sistemi üzerinde çalışılmıştır. Tasarlanan sistem, giriş verilerini (saat, sıcaklık, ışık şiddeti, vb. analog ve dijital veriler) değerlendiren ve bu değerlendirme sonucunda, elektrikli ev aletlerini kısmi veya tam güçte çalıştıran veya durduran mikrodenetleyici (Motorola MC68HC908GP32) temelli bir sistemdir. Sistemde kullanılan entegre devreler, hem maliyet hem de güç tüketiminin düşürülmesi amacıyla, az sayıda tutulmuştur.

Cihazın 16 girişi ve 16 çıkışı vardır. Girişlerin 8'i, analog veya dijital olarak kullanılabilir. Diğer 8 giriş ise sadece dijitaldir. Sistemde mikrodenetleyici devre içinde programlanabildiğinden, tasarlanan devre yapısı, mikrodenetleyicinin öğretilmesinde, eğitim amaçlı olarak da kullanılabilir.

## 1. GİRİŞ

Elektronik endüstrisi, geliştirdiği yeni teknolojileri hem ucuza üretme, hem de bu teknolojiler için yeni pazar yaratma amacını güder. Yıllardan beri üretim teknolojileri alanında yapılan çalışmalar sonucunda; elektronik devre elemanlarının ucuza üretilmesi, maliyet engeline takılan birçok sistemin dünya pazarına girmesine olanak sağlamıştır. Son zamanlarda, bu gelişmelerden payını almış en önemli sistemlerden biri de ev otomasyonudur.

Otomasyon, bir sistemin belirli bir senaryoya göre, herhangi bir operatöre gerek duymaksızın yönetilmesidir. Senaryoların akışı, algılayıcılarla algılanan olaylara ve zamana göre belirlenir. Endüstride, otomasyon sistemleri yüzyılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Bu sistemlerin evlerde kullanımı ise ancak, üretim teknolojisindeki gelişmeler sayesinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan pazar araştırmaları sonucunda, evlerin büyük bir çoğunluğunda, ev otomasyonu sistemlerine gereksinim duyulduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, ev otomasyon sistemlerinin enerji tasarrufunu artırması, her türlü soruna karşı güvenlik önlemi alması ve defalarca yapılan işleri otomatik hale getirmesi gerektiği anlaşılmıştır. Ev otomasyon sistemleri, bu ihtiyaçlara cevap vermek üzere tasarlanmaktadır [1]. Yapılan çalışma, bu koşulları sağlayan düşük maliyetli bir sistem tasarımı uygulamasıdır.

## 2. SİSTEMİN GENEL TANITIMI

Otomasyon devresinin giriş uçlarına, birçok farklı algılayıcı (sensör) bağlanabilir (sıcaklık, ışık şiddeti, kapı eşliğinden geçişleri sayma vb.). Cihazın üzerindeki standart telefon tuş takımı kullanılarak, çıkışların hangi giriş değerleri (sensör girişlerine ek olarak saat ve haftanın günleri) için aktif olacağı ayarlanır. Bu ayarlamalar, her çıkış için 8 farklı biçimde belirlenebilir. Bu farklar; değişik günler ve/veya aynı gün içindeki değişik saatler olabilir. Yani; her çıkış için girişlere bağlı 8 farklı program hazırlanabilir.

Cihazın çıkışları programlanırken, kullanıcı dostu olarak tasarlanmış menüsü ile 2 satır 16 hanelik bir likit kristal gösterge (LCD) kullanılır. Örnek bir LCD menü şekli aşağıda görülmektedir.

ANA MENÜLER	ALT MENÜLER
1. ÇIKIŞ	ÇIKIŞ GÜCÜ
2. ÇIKIŞ	SAAT
3. ÇIKIŞ	SICAKLIK
4. ÇIKIŞ	İŞIK ŞİDDETI
5. ÇIKIŞ	KAPI GİRİŞİ
:	LOJİK GİRİŞ
:	LOJİK İŞLEMLER
16. ÇIKIŞ	HANGİ GÜNLER

Şekil 1 LCD menüsü

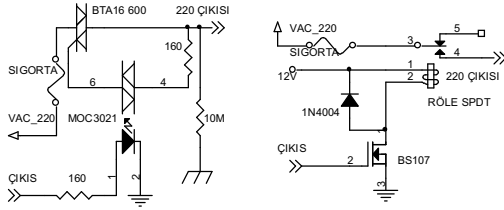
Yukarıdaki şekilde görülen “1. ÇIKIŞ” menüsü, bir çıkış ana menüsüdür. Bu menülerin sayısı çıkış sayısı kadar, yani 16 tanedir ve alt menüleri birbirinin aynıdır. Bu menüye “Enter” tuşu ile girildiğinde, sağ tarafta görülen alt menülere erişilir ve çıkış için istenen çalışma şekli ayarlanır. Alt menüleri ilişkin açıklama aşağıda verilmiştir.

1. ÇIKIŞ GÜCÜ: Çıkış aktif duruma geldiğinde, hangi güçte çalışacağı belirlenir.
2. SAAT: Çıkışın hangi saatler arasında aktif olacağı belirlenir.
3. SICAKLIK: Çıkışın hangi sensöre bağlı olarak, hangi sıcaklığın altında aktif olacağı belirlenir.
4. İŞIK ŞİDDETI: Çıkışın hangi sensöre bağlı olarak, hangi ışık şiddetinde aktif olacağı belirlenir.
5. KAPI GİRİŞİ: Çıkışın hangi kapı girişi sensörüne bağlı olarak aktif olacağı belirlenir.
6. LOJİK GİRİŞ: Çıkışın hangi lojik girişe bağlı olarak aktif olacağı belirlenir.
7. LOJİK İŞLEMLER: Çıkışı kontrol eden girişler ve programlar arasında yapılacak lojik “ve” ve “veya” işlemleri belirlenir.
8. HANGİ GÜNLER: Çıkış için yapılan programın, hangi günler için geçerli olacağı belirlenir.



### 3.8 Güç Çıkışları

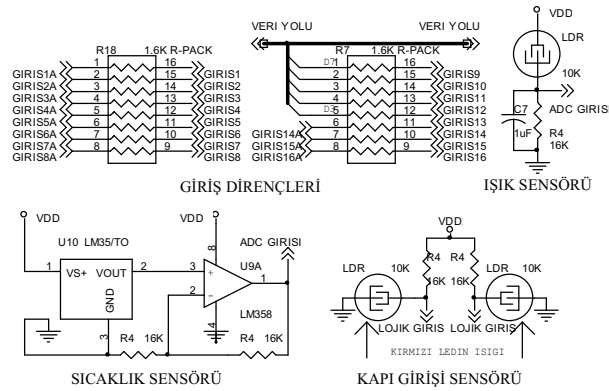
220V AC prizlere giden çıkışların kontrolü için kullanılır.



Şekil 9 "Güç Çıkışları" bloğunun iç yapısı

### 3.9 Sensörler

Dış ortamdan sıcaklık, ışık şiddeti, lojik veriler gibi bilgileri almak için kullanılır.



Şekil 10 "Sensörler" bloğunun iç yapısı

## 4. DONANIMIN İŞLEYİŞİ

Devrenin çalışması beş ana başlık altında incelenebilir.

### 4.1 Dış Kesmeler

Mikrodenetleyicinin dış ortamdan aldığı kesmelerden biri, IRQ ucundan alınır. Bu uç, şebeke gerilimi 0V noktasından geçtiğinde, mikrodenetleyiciye bir kesme oluşturur. Böylelikle istenen çıkış gücüne göre triaklar tetiklenir. Güvenlik açısından IRQ ucu şebeke geriliminden bir opto-kuplör ile izole edilmiştir.

Diğer bir kesme ise, mikrodenetleyicinin PTA(0-2) uçlarından alınan tuş takımı kesmesidir. Mikrodenetleyici bu kesmeyi aldığı anda, tuş takımını tarayarak, hangi tuşa basıldığını anlar.

### 4.2 Girişler

Mikrodenetleyicinin PTB uçları, sistemin analog girişleridir. Bu girişler mikrodenetleyicinin içinde bulunan ADC (analog digital converter) modülüne bağlıdır [3]. Bu girişlere nem, ışık şiddeti vb. gibi analog sensörler bağlanabilir. İstenildiğinde dijital giriş olarak da kullanılabilirler.

PTD(0-2) ve PTA(3-7) uçları sistemin dijital girişlerdir. PTA(3-7) uçları aynı zamanda veri yolunda da kullanılırlar.

İki çeşit analog giriş vardır. Bunlar sıcaklık ve ışık şiddeti girişleridir. Işık şiddeti girişi genel bir analog girişken, sıcaklık girişi sıcaklık ölçmek üzere özelleştirilmiştir.

Sistem programlanarak girişlerin tipleri kolayca değiştirilebilir. Bu, sistemin esnekliğini artırarak kullanım alanını genişletir.

### 4.3 Çıkışlar

Triak ve röle olmak üzere iki tane çıkış tipi vardır. Her bir çıkışın hangi tipte olacağı sisteme önceden programlanır. Triak çıkışlar, vuru pozisyonu modülasyonu (PPM) işaretleri ile tetiklenir. Röle çıkışları ise vuru işareti şeklinde olmayıp sürekli (açık veya kapalı). Bütün çıkışların kontrolü iki tane tutucu (latch) ile sağlanır. Bu çıkışlar opto triak kullanarak triakları veya bir transistör üzerinden röleleri tetikler ve güç çıkışlarını oluşturur. Triakların tetiklenme zamanları istenen güce ve IRQ ucundan gelen kesmeye göre ayarlanır. Güç kullanıcı tarafından, 0-99 arasında seçilen bir değer ile belirlenir. Bu değere göre, triakların IRQ kesmesinden ne kadar zaman sonra tetiklenecekleri hesaplanır. Güç büyüdükçe kesmeden sonra geçen zaman küçülür. Röle çıkışları genel amaçlı lojik çıkışlar olarak da kullanılabilir.

### 4.4 Devre İçi Programlama

Devre içi programlama (In-circuit programming) devresi, üç tane anahtar, bir 9.8304 Mhz osilatör, bir 1N4004 diyot ve bir ICL232 entegre devresinden oluşmaktadır. ANAHTAR1 (sw1) birinci konumdayken IRQ ve OSC1 uçları normal çalışma durumundadır. Mikrodenetleyiciyi monitör moduna getirmek için, anahtar ikinci konuma getirildiğinde, IRQ ucu ICL232 entegresinin V+ ucuna (9V) ve OSC1 ucu 9.8304 Mhz osilatöre bağlanır. ANAHTAR2 birinci konumdayken, mikrodenetleyicinin TXD ve RXD uçları ICL232'nin T1IN ve R1OUT uçlarına, RS232 portu oluşturmak üzere, bağlanır. Bu anahtar ikinci konuma alındığında, R1OUT ucu 1N4004'e ve T1IN ise PTA0 ucuna bağlanır. ANAHTAR3, mikrodenetleyiciye güç-açıldı (power-on) reseti oluşturmak üzere kullanılır. Monitör moda geçmek için, hem ANAHTAR1, hem de ANAHTAR2 ikinci konumdayken, ANAHTAR3 ile bir power-on reseti oluşturmak gerekir. Böylece mikrodenetleyici devre içinde programlanabilir. Sonra, ANAHTAR1 ve ANAHTAR2 tekrar birinci konuma alınarak bir power-on reseti oluşturulursa, sistem tekrar normal çalışma konumuna döner.

### 4.5 Kontrol Uçları

Sistemde kullanılan entegre devre sayısını azaltmak için, adres çözümleme devresi yerine mikrodenetleyicinin uçları kullanılmıştır.

PTC(0) LCD'nin RS ucunu kontrol eder. Bu uç aynı zamanda ileride yapılacak sistem geliştirmelerinde RD (oku) ucu olarak da kullanılabilir. PTC1 LCD'nin E ucunu kontrol eder. PTC(2) BUZZER ve LATCH1'i kontrol etmek için kullanılır. Sistemin kullandığı uç sayısını azaltmak için, BUZZER ve LATCH'i kontrol etmek üzere iki ayrı uç kullanılmamıştır. PTC3 LCD'nin R/W ucunu kontrol eder. Bu uç aynı zamanda genel bir WR (yaz) ucu olarak da kullanılabilir. PTC(2) BACKLIGHT ve LATCH2'yi kontrol etmek için kullanılır.

## 5. TASARLANAN YAZILIM

Sistemin yazılımı altı ana başlık altında incelenebilir.

### 5.1 İlk Koşullar Programı

Yazılımın bu bölümünde, sistemin reset sonrası ilk çalışma koşulları belirlenir. Mikrodenetleyicinin çalışma özellikleri, portların ilk yönleri ve LCD 'nin çalışma modu yazılımın bu ilk bölümünde belirlenir. Cihazın çalışması sırasında, RESET kesmesi oluşmadığı sürece, bu bölüme bir daha geri dönüş yapılmaz.

### 5.2 Ana Program

LCD menülerini oluşturma, basılan tuşu değerlendirme, buzzer, backlight ve menü geri dönüşü zamanlamaları, kullanıcı verilerinin kontrolü ve mikrodenetleyicinin FLASH belleğine yazılması, analog ve dijital girişlerin okunması, yazılımın bu bölümünde yapılır. Bu programın işi bittiğinde sistemin harcadığı gücün azalması için, yazılım bekleme (WAIT) moduna girer. Bu moddayken işlemci bir kesme bekler ve moddan sadece bu kesme ile çıkabilir.

### 5.3 Zamanlayıcı1 Kesmesi Alt Programı

Zamanlayıcı1 (Timer1), saniyenin 5000 'de biri kadar küçük aralıklarla kesmeler üretir. Üretilen bu kesme sonucunda Zamanlayıcı1 kesmesi alt programına dallanılır. Bu programda, çıkış gücünün kontrolü (dimming) yapılır. Kesmelerin bu kadar sık olma nedeni, çıkış gücünün hassas bir şekilde ayarlanabilmesidir. Çok fazla hassasiyet istenmiyorsa bu kesmeler daha geniş aralıklar ile de yapılabilir. Bu aralık ile, 50 kademeli çıkış gücü ayarlaması yapılabilir. Kesme alt programı koşullarken, çıkış gücünün daha kararlı bir şekilde ayarlanabilmesi için, IRQ kesmesi maskelenmemiştir.

### 5.4 Zamanlayıcı2 Kesmesi Alt Programı

Zamanlayıcı2 (Timer2), saniyede 5000 kesme üretir. Bu alt programda, kullanıcı verileri değerlendirilerek, çıkışların açık veya kapalı olacağı belirlenir. Bu kesme alt programı koşullarken, çıkış gücünün daha kararlı bir şekilde ayarlanabilmesi için, IRQ ve Zamanlayıcı1 kesmesi maskelenmemiştir. Gerçek zamanlı saat (Real-time clock) de bu kesme alt programında çalışır.

### 5.5 Dış Kesme Alt Programı

Şebeke gerilimi her 0V noktasından geçtiğinde sistem bir dış kesme (IRQ) oluşturur ve yazılım dış kesme alt programına dallanır. Bu kesme programında, Zamanlayıcı1 kesmelerini sayan bir değişken sıfırlanır ve Zamanlayıcı1 resetlenir. Bu alt program koşullarken, maskelenebilen bütün kesmeler maskelenmiştir. Program bittiğinde, çıkış gücünün daha kararlı bir şekilde ayarlanabilmesi için, program hemen Zamanlayıcı1 kesmesi alt programına dallanır.

### 5.6 Tuş Takımı Kesmesi Alt Programı

Bir tuşa basıldığında, ana programdan tuş takımı kesmesi alt programına dallanılır. Bu kesme alt programında tuş takımı taranarak, hangi tuşa basıldığı anlaşılır ve bir RAM bölgesine yazılır. Tuşun basılı tutulması halinde bu kesme programına tekrar dönmülmez. Kesme programının bir daha çalışabilmesi için önce bütün tuşların 25ms süreyle serbest bırakılması gerekir. Bundan sonra herhangi bir tuşa basıldığında, kesme programına tekrar dallanılır. Tuş takımı kesmesi alt programı çalışırken hiçbir kesme maskelenmemiştir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada mikrodenetleyici temelli, düşük maliyetli bir ev otomasyon sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistemin gerek yazılımı, gerekse donanımı tamamen orijinaldir. Sistemde kullanılan tümleşik devre sayısı olabildiğince az sayıda tutulmuş, böylece hem maliyet hem de güç tüketimi azaltılmıştır.

Ev otomasyonunda kullanılması hedeflenmiş olan bu sistem, sistem çıkışlarının programlanma yeteneğine sahip olmasından dolayı, genel bir kontrol cihazı olarak da kullanılabilir. Sensör ve çıkış tipleri sabit olmayıp istenen tipe göre ayarlanabilir. Cihaz, girişler ve programlar arasında lojik "ve" ve "veya" işlemleri yapmaktadır. Bu özellik sayesinde karmaşık kontrol işlemleri de cihaz tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Sistem her çıkış için 8, 16 çıkış için toplam 128 programı aynı anda yürütebilmektedir.

Sistem, kullanıcı verilerini mikrodenetleyicinin FLASH belleğinde saklar. Bu sayede, bir EEPROM tümleşik devresi kullanmaya gerek kalmamıştır. Mikrodenetleyicinin kaynak kodu, mikrodenetleyici devredeyken yüklenebilir veya değiştirilebilir. Bu özelliği sayesinde, tasarlanan devre yapısı, mikrodenetleyicinin öğretilmesinde, eğitim amaçlı olarak da kullanılabilir. Sistem ayrıca bir seri haberleşme portuna da sahiptir.

Yukarıda belirtilen özelliklere sahip bir ev otomasyon sistemi, düşük maliyetli olarak gerçekleştirilmiş ve iyi çalıştığı gözlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Okan Demirel, Ev Otomasyonu, Bilim ve Teknik, sayfa 76-77
- [2] <http://www.hc08.net/projects/pgmr.html>
- [3] Motorola MC68HC908GP32 Technical Data REV. 5 – 2001
- [4] Motorola HC08 CPU08 Central Processor Unit Reference Manual REV. 3.0 – 2001