



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Düşük Maliyetli GSM Tabanlı Ev Güvenlik Sistemi

 Cihan YILDIRIM ^{a,*},  Veysel Gökhan BÖCEKÇİ ^b

^a Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

^b Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Teknoloji fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: cihanyildirim@marun.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.1127628

Öz

Güvenlik günümüzde en önemli sorunlardan birisidir. Kişilerin artan iş yükleri ve gündelik programlarının yoğunluğu yaşadıkları kişisel alanların güvenliklerini sağlamalarını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle çoğu insan mesken ve ofislerine güvenlik sistemi oluşturma ihtiyacı hissetmektedir. Birçok akıllı ev sistemine dâhil edilmiş güvenlik sistemi bulunmaktadır. Akıllı güvenlik sistemleriyle özel mülke izinsiz girişleri takip edebilmekle birlikte gaz kaçağı, su baskını, yangın, deprem vb. gibi birçok durumdan uzaktan haberdar olunabilmektedir. Bu çalışmada düşük maliyetli GSM tabanlı bir ev güvenlik sistemi tasarımı yapılmıştır. Tasarım modüler bir yapıda ve genel amaçlı kullanıma uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan donanımda geniş voltaj aralığında analog ve dijital sinyal okuyabilecek girişler ve kuru kontak röle çıkışları mevcut bırakılmıştır. Böylece birçok sensor ya da aygıtın bu donanım ile birlikte kullanılabilmesi sağlanmıştır. İnsan vücudunun gözle görülemeyen kızılötesi formda bir miktar ısı enerjisi ürettiği olgusundan yola çıkılarak algılama ve alarm ve uyarı sistemi oluşturulması amaçlanmıştır. Tasarımda maliyeti etkileyecek en önemli malzemeler olan işlemci ve GSM modülün modüler olarak ayrı bir kartta toplanması sürekli artarak değişen malzeme fiyatlarına karşı hızlıca değişim yapabilme imkanı sağlaması bu çalışmanın özgün yanını oluşturmaktadır. Tasarımın sade olması ucuz bir işlemci ve GSM modül kullanılabilmesine imkân sağlamıştır. Ayrıca modüler yapı sayesinde fiyat artışlarında ya da 2G'den 4G'ye geçiş gibi teknolojik değişmelerde hızlıca dönüştürülebilir bir tasarım geliştirilmiştir. Bu çalışmanın ana senaryosu güvenlik sisteminin kurulduğu alanda ihlal algılandığında GSM alt yapısı kullanılarak ihlal durumunun belirlenmiş noktalara bildirilmesi şeklinde oluşturulmuştur ve düşük maliyetli bir tasarım olması ön planda tutulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güvenlik sistemi, PIR algılayıcı, Akıllı bina, GSM tabanlı erişim

Low Cost GSM Based Home Security System

ABSTRACT

Security is one of the most important issues today. Increasing workloads of people and the intensity of their daily schedules make it difficult for them to ensure the security of their personal areas. For this reason, most people feel the need to create a security system for their residences and offices. Many smart home systems have security systems built into them. With its smart security systems, it is able to monitor unauthorized access to private property, as well as gas leakage, flood, fire, earthquake, etc. It is possible to be aware of many situations such as remotely. In this study, a low-cost GSM-based home security system was designed. The design has been carried out in a modular structure and suitable for general purpose use. In the designed hardware, inputs and dry contact relay outputs that can read analog and digital signals in a wide voltage range are available. Thus, it has been ensured that many sensors or devices can be used with this hardware. It is aimed to create a detection and alarm

1946

and warning system based on the fact that the human body produces some heat energy in invisible infrared form. The fact that the processor and GSM module, which are the most important materials that will affect the cost in design, are modularly collected on a separate card and that they provide the opportunity for rapid change against the ever-increasing material prices constitute the original side of this study. The simplicity of the design allows the use of an inexpensive processor and GSM module. In addition, thanks to the modular structure, a rapidly transformable design has been developed in case of price increases or technological changes such as the transition from 2G to 4G. The main scenario of this study was created in the form of notifying the violation status to the determined points using the GSM infrastructure when a violation is detected in the area where the security system is installed. The low cost criterion was prioritized in the design.

Keywords: Security system PIR detector, Smart building, GSM based Access

I. GİRİŞ

Akıllı ev konseptine son yıllarda artan bir ilgi vardır. Akıllı evler, esasen akıllı cihazları, sensörleri ve aktüatörleri birbirine bağlayan, sahibinin bunlara yerel ve uzaktan erişmesini, izlemesini ve kontrol etmesini sağlayan bir iletişim ağıdır [1]. Akıllı Ev, birçok ev otomasyonu, tüketici elektroniği ve benzeri akıllı cihazlar içeren özel bir evdir. Başlangıçta akıllı ev teknolojisi, aydınlatma ve ısıtma gibi çevresel sistemleri kontrol etmek için kullanıldı. Ancak son zamanlarda akıllı teknolojinin kullanımı, evdeki hemen hemen her elektrikli bileşenin sisteme dâhil edilebilmesi için gelişti. Dahası, akıllı ev teknolojisi cihazları basitçe açıp kapatmakla kalmaz, aynı zamanda iç ortamı ve ev doluyken yapılan faaliyetleri de izleyebilir [2]. Denizli ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri akıllı priz prototipi yeni nesil akıllı ev sistemlerinin örneklerinden biridir. Gerçekleştirdikleri ev güvenlik sistemi ile ortamda metan gazı algılanması durumunda akıllı prize enerjisi kesilmektedir [1]. Güvenlik sistemleri özel mülklerimize harici olarak kurulabildiği gibi akıllı ev sistemlerine de dâhil edilebilmektedir. Ev otomasyonu sistemi kendisine bağlı cihazların kullanıcı dostu bir ara yüzle kullanılabilmesini sağlamaktadır. Çoğu zaman bir kullanıcı paneli üzerinden ya da cep telefonu ve tablet gibi kişisel araçlardan, uzak erişim noktalarından ev otomasyonuna bağlı birçok cihaz kontrol edilebilmektedir. Günümüzün ev otomasyon sistemi tarafından kullanılan başlıca iletişim teknolojilerinden bazıları Bluetooth, WiMAX ve Kablosuz LAN (Wi-Fi), Zigbee ve küresel mobil iletişim sistemi (GSM) olarak yer almaktadır [3-5]. Bunun dışında konum algılama ihtiyacının bulunduğu durumlarda küresel konumlama sisteminin (GPS) kullanıldığı uygulamalar da yaygındır [6,7]. Hasan ve arkadaşları Atmega16 mikrodenetleyicisi ile ev güvenlik sistemini GSM tabanlı olarak gerçekleştirmişler, kontrol sisteminde de Bluetooth teknolojisini kullanmışlardır. Gerçekleştirdikleri sistem görece düşük maliyetli ve basit tasarım özelliklerini taşımaktadır [8]. Zhao ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri ev güvenlik sistemi GSM/GPRS tabanlı olarak çalışmakta düşük maliyet, düşük enerji tüketimi, kolay kurulum özelliklerini taşımaktadır. Algılama işlemi pasif kızılötesi sensörü (PIR) kullanılarak yapılan çalışmada GSM/GPRS modülü kontrol eden ve sinyalleri değerlendiren bir mikroişlemcinin yanında tuş takımı ve benzeri çevresel birimlerin bağlı olduğu ikinci bir mikroişlemci de kullanılmıştır [9]. Isa ve arkadaşları GSM tabanlı olarak tasarladıkları akıllı ev sisteminde bildirimlerin son kullanıcı ve merkez güvenlik ofisine yapılmasını programlamışlardır. Atmega328 işlemcisi kullanarak gerçekleştirdikleri sistemde kamera, sıcaklık sensörü gibi çeşitli çevresel aygıtlardan veri alınabilmektedir [10]. Sharma ve arkadaşları hırsız güvenlik sistemini 8051 mikrodenetleyicisi kullanarak gerçekleştirmişler ve özellikle ihlal mesajlarının android arayüzünde görüntülenebilmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada Android arayüz, alarm olarak düşünülen buzzer aygıtının otomatik olarak veya kullanıcı cevabına göre devreye girip girmemesini sağlayan ayarların yapıldığı ve alarm durumlarının izlenebildiği ortamı oluşturmaktadır [11]. Ramlee ve arkadaşları nem ve sıcaklık algılamaya yönelik bir ev otomasyon sistemi geliştirmişlerdir. Kontrol ünitesi olarak çalışmalarında PIC18F2550 kodlu mikrodenetleyiciyi kullanmışlar ve düşük maliyet unsuruna vurgu yapmışlardır [12]. Madan ve arkadaşları GSM ve Bluetooth modüllerini birlikte kullanarak enerji sarfiyatını azaltmaya yönelik otomatik ışık kontrol sistemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında öne çıkan nokta kullandıkları modüller sayesinde yüksek maliyetli bir ağdan destek alma zorunluluğunu ortadan kaldırmış olmalarıdır [13]. Babu ve arkadaşları geliştirdikleri ev otomasyon sisteminde ses ile elektrikli ev aletlerinin kontrol edilebildiği bir düzenek önermişlerdir. Çalışmalarında Arm tabanlı işlemci kullanmışlar ve uygulama için Android tabanlı arayüz programı

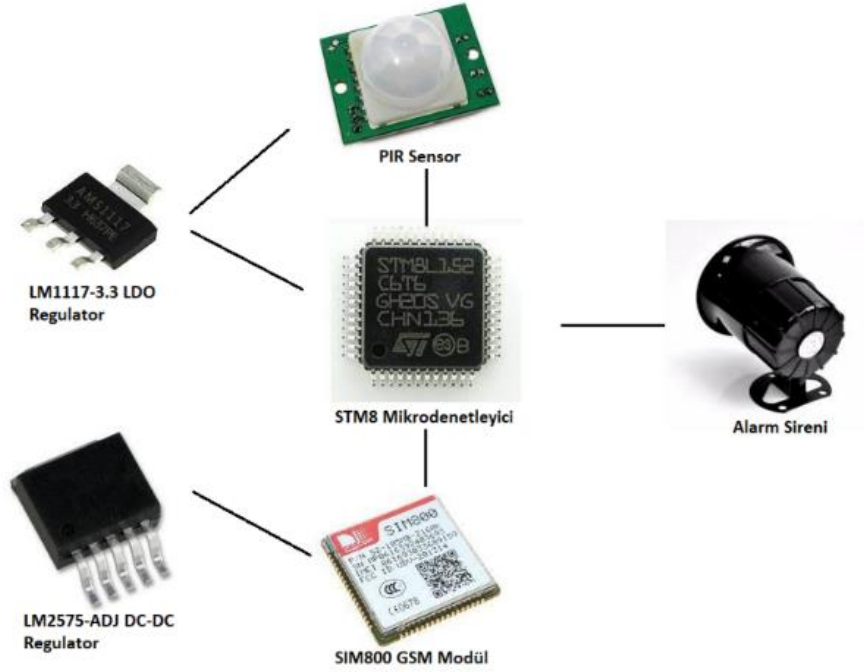
gerçekleştirmişlerdir [14]. Javale ve arkadaşları Android ADK geliştirme kiti ile TV, lamba gibi ev aygıtlarını kontrol edebilecek bir ev otomasyon sistemi gerçekleştirmişlerdir[15]. Hırsızlık, gaz sızıntısı ve yangın, evler için en büyük risklerdendir ve büyük hasarlara neden olmaktadır. Ev güvenlik sistemleri sayesinde bu tehlikelerin oluşması durumunda uyarı verecek ve çeşitli güvenlik önlemlerini devreye alacak bir cihaz tasarlayarak bu sorunların çözülmesi mümkün olmaktadır. Güvenlik, bir ev otomasyon sistemine eklenebilecek önemli bir konudur. Hırsız alarm, yangın alarmı, kapı kilidine uzaktan erişim kontrolü, elektrik, su ve gazın uzaktan kontrol edilebilmesi, ev sahibine telefon üzerinden otomatik haber verilebilmesi vb. tüm farklı denetim ve güvenlik sistemlerini bir araya getirmek hayatımızı daha güvenli hale getirmektedir. Bahsedilen tüm bu güvenlik ve kontrol sistemleri bir ev otomasyon sistemine entegre edilebilir [16]. GSM teknolojisi, dünyada en yaygın kullanılan hücreli teknolojilerden birisidir ve internet alt yapısı bulunmayan ya da yeteri kadar iyi olmayan bölgelerde iletişim açısından büyük öneme sahiptir. Bu yaygın kullanım sebebiyle kullanıcının sürekli etkileşime geçebileceği bir ev otomasyon sisteminde GSM alt yapısını kullanmak özellikle internet alt yapısının iyi olmadığı ya da bulunmadığı bölgelerde tercih sebebi olmaktadır. Hücreli teknolojiler arasında GSM şebekesi, tüm sistemi neredeyse her zaman çevrim içi hale getiren geniş kapsama alanı [17] nedeniyle ev aletleri ile kullanıcı arasındaki iletişimde tercih edilmektedir. GSM şebekesini ev otomasyonunda kullanmanın bir diğer avantajı, yüksek güvenli altyapısıdır.

Çalışmamızda düşük maliyetli, modüler ve GSM tabanlı bir uyarı sisteminin tasarımı hedeflenmiştir. Tasarlanan sistem genel amaçlı düşünülerek geniş voltaj aralığına sahip girişler ve kuru kontak röle çıkışları ile farklı ev otomasyonu sistemlerine entegre edilebilir halde olması sağlanmıştır. Malzeme seçiminde ve donanım tasarımında maliyetlerin düşük tutulmasına dikkat edilmiştir. GSM üzerinden çağrı ve kısa mesaj gibi işlemlerle güvenlik sisteminin kontrolü basit bir şekilde sağlanabilmiştir. Yapılan çalışmada düşük maliyetli tasarımın yanı sıra pil destekli ve düşük güç tüketimi ile çalışabilir bir tasarım olmasına da dikkat edilmiştir. Böylece elektrik kesintilerinde sistemin faal olabilmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca güvenlik sistemi üzerindeki teknik komplekslik azaltılmış, üretim sırasında ve sonrasında oluşan maliyetler düşürülmüştür.

II. SİSTEMİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Günümüzde ev, ofis ve diğer pek çok yerde güvenlik en önemli konuların başında gelir. Akıllı bina sistemleri başta olmak üzere birçok binada konutları güvenli kılmak için elektronik güvenlik sistemleri sıklıkla kullanılır. Yapılan uygulamada düşük maliyetli ve işlevsel bir sistemin tasarlanması ön planda tutulmuştur. Çalışmanın içeriğinde bir GSM modem ve bir PIR sensörü kullanılarak mikrodenetleyici tabanlı ev güvenlik sistemi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, konuta herhangi bir izinsiz giriş bulunduğu önceden belirlenmiş bir telefon numarasına çağrı yapıp SMS gönderilmektedir.

PIR sensörü, kablosuz konut güvenlik sistemlerinde, ev alarm sistemlerinde ve hareket dedektörü sensörü olarak daha birçok güvenlik devresinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tipik bir PIR sensörü, insan vücudundaki Kızılötesi (IR) dalgaları algılar ve bu nedenle "insan sensörü" olarak da bilinir. Tasarlanan sistemde, insanın varlığını algılamak için PIR sensörü, sistemin genel işleyişini sağlamak amacıyla bir mikrodenetleyici birimi ve mobil GSM şebekesi üzerinden SMS ve arama yapabilmek amacıyla da bir GSM modem kullanılmıştır. Herhangi bir kişi PIR sensörünün menziline girdiğinde, sensör mikrodenetleyiciye bir mantık sinyali gönderir ve mikrodenetleyici kontrolü ele alarak verilen bir görevi yerine getirir. Şekil 1'de gerçekleştirilen sistemin donanım bileşenlerinin basitleştirilmiş blok yapısı görülmektedir.

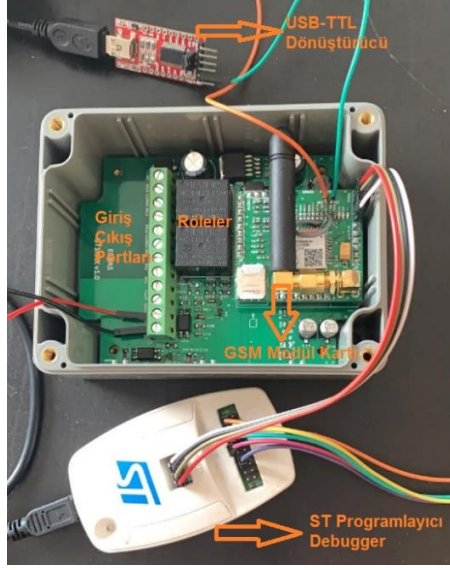


Şekil 1. Donanım bileşenlerinin basitleştirilmiş blok görüntüsü

Sistemde, mikrodenetleyici birimi açık kaynak kodlu yazılımın koşmasını sağlayan beyin görevi görmektedir. İşlemci, kesme destekli yapı ile sürekli olarak PIR sensöründen ve GSM modemden gelebilecek komutları takip etmekte ve herhangi bir komut alması durumunda yazılımda tanımlı görevi yerine getirmektedir. Burada veriler kesme ile alındığı için işlemcinin PIR sensöründen gelebilecek uyarıları kaçırmaması söz konusu olmamaktadır. Böylece ihtiyaç halinde pil destekli ve düşük güç tüketimli bir yapıya geçilmek istendiğinde işlemcinin sürekli uykuda kalması ve PIR sinyali kesmesi ile uyanarak GSM modülü enerjilendirip alarm aktivitesini gerçekleştirmesi de mümkün olmaktadır. Tercih edilen işlemcinin uyku halindeki tükettiği güç ve PIR dedektörün çalışma anındaki gücü toplamda birkaç mikroamperi geçmeyeceğinden tasarımın pil destekli yapıyla çalışabilmesi de mümkündür [18]. GSM modem ve mikrodenetleyici devresinin çalışma voltajları farklı olduğu için iki ayrı regülatör tercih edilmiştir.

III. DONANIM VE YAZILIM BİLEŞENLERİ

Devre üst ve alt kart olmak üzere iki farklı devrenin birleşiminden oluşmaktadır. Şekil 2’de görüldüğü gibi üst kart modül şeklinde tasarlanıp alttaki kartın üstüne soket ile yerleştirilmektedir. Bunun sebebi üst karttaki modülde yer alan GSM modem ya da işlemci değiştirilmek istendiğinde devrenin genelinde değişiklik yapmaya gerek olmadan hızlı bir şekilde sadece üst kartları değiştirmek yeterli olacaktır. Genel olarak güç devresi ve giriş çıkış devrelerinin bulunduğu alt kartlar standart bir donanım olarak kullanılabilirliğinden çeşitliliği artırmak daha kolay hale gelecektir. Örneğin bazı ülkelerde sadece 2G şebekesi kullanılıyorken bazı ülkelerde artık 2G şebekesi kullanılmamaktadır. Gelişen nano teknolojiler sayesinde zamanla daha ucuz işlemciler üretilebilmektedir. Üretirken maliyet avantajlarını her zaman kullanabilmek için işlemci ve GSM modem gibi şartlara göre değişkenlik gösterebilen malzemeler üst kartta modül şeklinde toplanmıştır. Daha standart donanım olarak düşünülen alt kartta ise regülatörler ve giriş-çıkış devreleri bulunmaktadır. Giriş-çıkış sayısında değişiklik yapılmak istendiğinde alt kartı değiştirmek yeterli oluyorken, farklı bir GSM modem ya da farklı bir mikrodenetleyici kullanılmak istendiğinde ise sadece üst kartı değiştirmek yeterli olmaktadır. Böylece daha az kart çeşidi ile daha çok ürün çeşidi elde etmek, böylelikle stok ve üretim maliyetlerini düşürmek ve değişen malzeme maliyetlere göre tasarımı daha hızlı modifiye edebilir hale gelmek mümkün olmaktadır.



Şekil 2. Devrenin görüntüsü ve hata ayıklayıcı (Debugger) bağlantısı

Hedeflenen donanımda gerek üst kartta gerek alt kartta herhangi bir hazır modül kullanılmamış olup devre bu çalışma kapsamında tasarlanıp gerçekleştirilmiştir. Her iki devrenin de şematik ve baskı devre çizimleri Proteus programında yapılmıştır. Sistemin ana birimleri ile ilgili detaylı bilgiler takip eden bölümlerde sunulmuştur.

A. MİKRODENETLEYİCİ

Mikrodenetleyici birimi (MCU), devrenin yazılımının çalıştığı, girişlerinden aldığı bilgilere ve hafızasına yüklenen programın algoritmasına göre belirli işlemleri yapabilen ve birtakım çıktılar üretebilen programlanabilir işlem birimidir. Sensörden ve diğer girişlerinden gelen bilgiler doğrultusunda alarm durumu olup olmadığını anlamak ve alarm durumu varsa programlanmış olduğu senaryoya göre aksiyon almayı sağlamak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada ST firmasının 8 bitlik bir mikrodenetleyicisi olan STM8L152 serisi tercih edilmiştir.

16MHz hızında ve aynı pin yapısında 16KB ve 32KB'lık hafızaya sahip modelleri olan bu mikrodenetleyici gerek giriş-çıkışı bakımından gerekse de donanımsal özellikleri bakımında istenilen özellikleri sağlamaktadır. İşlemcinin dahili gerçek zamanlı saat takvim (RTC) donanımı olması ve ultra düşük güç modunda çalışabilir olması, yurt içinde kolay temin edilebilir olması ve derleyicisinin lisanslı olarak ücretsiz bir şekilde kullanılabilir olması başlıca avantajları arasında yer almaktadır. Fiyat performans olarak değerlendirildiğinde benzer özelliklere sahip 8 bit mikrodenetleyiciler arasında rakiplerine göre avantaj sağlaması tercih sebebi olmuştur. Ancak modüler yapı sayesinde fiyat performans açısından daha avantajlı işlemcilerin temini sağlandıkça mevcut sistemin adaptasyonu kolay bir şekilde yapılabilir halde olmaktadır.

B. PIR SENSOR

PIR sensörleri, canlıların hareketini tespit etmek için kullanılır. PIR sensör, kızılötesi ışınları algılayan bir Pasif Kızılötesi Sensördür (Passive Infrared Sensor). Mutlak sıfırın üzerinde bir sıcaklığa sahip tüm canlılar, ışınlar şeklinde ısı enerjisi yayar. İnsan gözü bu ışınları göremez çünkü bu ışınlar kızılötesi dalga boyunda yayılır. Herhangi bir canlı PIR sensörünün menziline girdiğinde, sensör varlığın hareketine bağlı olarak yaydığı kızılötesi dalga boyundaki ısı değişimlerini algılar ve bir çıktı üretir. PIR hareket dedektörleri, video gözetimi veya aydınlatma ağırları gibi uygulamalarda, endüstriyel ve bina otomasyon sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [19].

PIR sensörler analog ve dijital olarak iki tür olmaktadır. Dijital PIR sensörleri devre tasarımını basitleştirdiği için tasarım alanını küçülmesini sağlar. Buna karşın eşik seviyesi ayarlama analog PIR sensörleri kadar esneklik sağlamaz. Analog PIR sensörleri daha çok yan devre elemanı kullanılmasına sebep olur fakat daha hassas algılama ayarı yapılabilmesini sağlar [19]. Dolayısıyla kullanım yerine göre tercih yapılmalıdır. Bu çalışmada tasarım olabildiğince sade tutulmak istendiği ve algılama eşiklerinin hassas bir şekilde ayarlanılmasına ihtiyaç duyulmadığı için dijital PIR sensörü tercih edilmiştir. VCC,

GND ve ÇIKIŞ (OUTPUT) olmak üzere üç adet bağlantı pini vardır. Kullanılan dijital PIR sensörünün çıkışı (output) boştayken lojik-0 verirken bir canlıdan yayılan kızılötesi sıcaklık ışınması algıladığında ise lojik-1 seviyesinde çıkış vermektedir.

C. GSM MODÜL

Mobil iletişim sistemi, ses iletişimi ve hücresel veri aktarımının mobil olarak sağlanabildiği hücresel teknolojidir. Bir GSM modem, bir SIM kartı kabul eden ve bir mobil operatöre abonelik üzerinden bağlanabilen mobil iletişimi sağlamak için kullandığımız özel bir modem türüdür. GSM modemleri SMS ve MMS mesajları göndermek ve almak için de kullanılabilir. GSM modülü UART seri haberleşme protokolü üzerinden AT komut seti ile çalışır. Çalışmamızda SIM800 GSM modemi tercih edilmiştir. Bu modem düşük maliyet parametresi ile öne çıkmaktadır. Otomatik baud rate özelliği olan bu modem, MCU ile 9600 baud hızında haberleşmektedir. Çekim gücünü artırmak için modem ile birlikte harici GSM anteni tercih edilmiştir. SIM800 GSM modem 3.4V ~ 4.4V aralığında bir besleme voltajı ile çalışabilmektedir ancak GSM modülün besleme voltajının üst sınırlara yakın olması çalışma performansını olumlu etkilemektedir. Bu nedenle 4V çıkışa sahip bir regülatör ile beslenmektedir. Türkiye’de imei kayıtlı olarak satılan 2G modemler arasında fiyat performans olarak en uygun modemlerden birisidir.

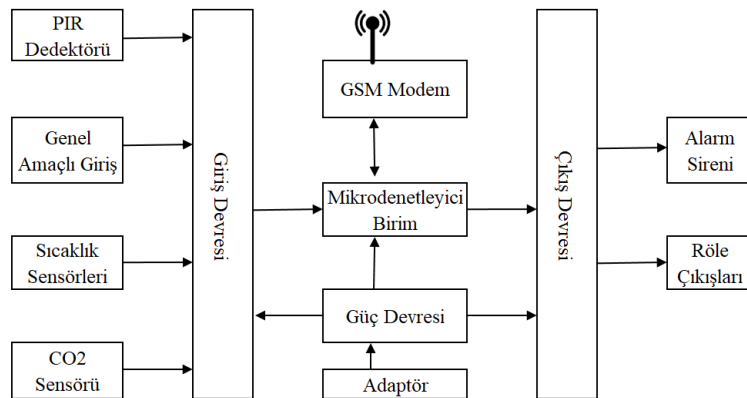
D. REGÜLATÖRLER

Devrede MCP1711-3.3 LDO ve LM2576-ADJ anahtarlamalı regülatörleri kullanılmıştır. 3.3V’luk regülatör mikrodenetleyici için kullanılmaktadır. Çıkış kaybı düşük özellikli bir regülatördür. LM2576-ADJ regülatörü ise 3A DC-DC anahtarlamalı bir regülatördür. 3.3V’luk düşük kayıplı sabit voltaj regülatörünün aksine anahtarlı regülatör çıkışı ayarlanabilir özellikte seçilmiştir. Böylece 4V gibi standart dışı bir çıkış değeri GSM modülü besleyebilmek için sağlanmıştır. GSM modülün güç tüketimi, arama ve mesaj işlemleri esnasında ciddi bir artış [20] gösterdiği için bu tarz yüksek güç harcayan devre elemanlarının beslemelerinde doğrusal regülatörlere göre daha az ısı yayını yapıtığı ve daha verimli çalıştığı için anahtarlamalı regülatör tercih edilmiştir [21].

E. DEVRENİN DONANIMI

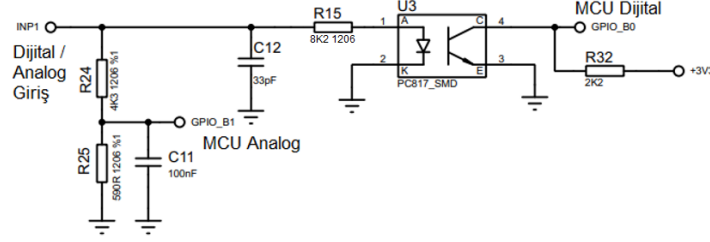
Devrede işlemci olarak STM8 kullanıldığı için kod geliştirme sürecinde programlama ve hata ayıklama (debug) işlemlerinde Şekil 2’de görülen ST-Link Utility V2 programmer/debugger cihazı kullanılmıştır. Kod geliştirme ortamı olarak ise STVD (ST Visual Developer) IDE’si kullanılmıştır. Bu IDE ortamı ücretsiz olarak sunulan bir kod geliştirme ortamıdır. Derleyici olarak ise STM8 serisi mikrodenetleyiciler için lisanslı olarak serbest kullanıma açık olması sebebiyle Cosmic compiler derleyicisi kullanılmıştır.

Şekil 3’de akıllı güvenlik sistemi için geliştirilen GSM tabanlı genel amaçlı kontrol devresinin blok şeması görülmektedir. Devrede 3V ~ 27V aralığında giriş kabul eden geniş aralıklı, genel amaçlı giriş devresi ve kuru kontak röle çıkışı sağlayan çıkış devresi bulunmaktadır. Çıkıştaki rölelerden birisine alarm sireni verilirken diğerine elektrik-su-doğal gaz gibi kaynakların kontrolü veya güvenlikle ilgili farklı önlemleri devreye alabilecek mekanizmaların kontrolü imkânı verilmektedir.



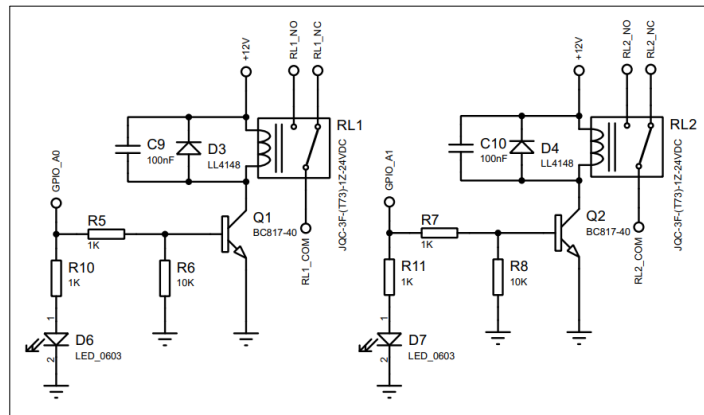
Şekil 3. Sistemin blok şeması

Şekil 4’ de alt karttaki giriş devresinin açık devre şeması görülmektedir. Giriş devresi oldukça geniş voltaj aralığında (3-27V) analog ve dijital özellikte giriş sinyallerini işlemcinin okuyabileceği (0-3,3V) aralığa indirir.



Şekil 4. Alt kart – Genel amaçlı giriş devresi

INP1 girişindeki voltaj değerinin R24 ve R25 gerilim bölücü dirençlerinde bölünmüş hali, mikrodenetleyicinin GPIO_B1 girişinden ADC vasıtasıyla analog değer olarak okunabildiği gibi, GPIO_B0 girişinden dijital değer olarak da okunabilmektedir. Gerilim bölme değeri ($R25/(R24+R25)$), ADC girişindeki gerilimi, girişin 0,120 katı olacak şekilde belirlenmiştir. Böylece giriş geriliminin 0-27V arasındaki değişimi mikrodenetleyiciye 0-3,3V arasında bir değer olarak yansıyacaktır. Böylece sistem endüstriyel uygulamalarda kullanılan 12V/24V gibi seviyelerde voltajları kabul edebilecek şekilde tasarlanmış olur. Dijital tarafta ise opto kablolu transistör vasıtasıyla aynı giriş voltaj aralığının (0-27V) işlemci tarafında 0-3,3V arasında lojik seviyede değerlendirilmesi sağlanmıştır. Dijital değerlendirme için 3-27V aralığındaki girişler lojik “1” olarak, yaklaşık 2,5V’un altındaki giriş değerleri ise lojik “0” olarak kabul edilmiştir. Bunun için R15 led akım sınırlama direncinin değeri, giriş yaklaşık 3V seviyelerindeyken opto kablolu transistörün iletme geçebileceği minimum akım sınırını sağlayacak şekilde seçilmiştir. Giriş voltajı 2,5V’un altında olduğunda opto kablolu transistörün led akımı opto transistörü iletme geçiremeyecek kadar düşük kalmaktadır ve bu şekilde lojik “0” durumu sağlanmaktadır. Tabii bu durumda MCU tarafında ters lojik işletilir. Yani INP1 girişinde 3-27V arasında bir voltaj bulunduğu opto çıkışı olan GPIO_B0 girişinde lojik “0” bulunurken, INP1 girişinde 0-2,5V arasında bir gerilim olduğunda ise opto kesimde olacağından bu kez GPIO_B1 girişi (R32 pull-up direnci üzerinden) lojik “1” seviyesinde kalır. Burada görüldüğü üzere 0-27V gibi geniş aralıkta bir giriş gerilimini opto kablolu transistör vasıtasıyla güvenli bir şekilde MCU tarafına lojik sinyal şekliyle iletebiliriz. Ayrıca lojik kısmı opto kablolu transistör ile okumanın bir diğer avantajı da analog girişlerin kullanılmadığı durumlarda R24 ve R25 dirençlerinin takılmaması ve giriş sinyali toprağı ile devre toprağının ayrılması sağlanarak girişleri kolayca elektriksel izolasyonlu hale getirmek mümkün olabilmektedir. R15, R24 ve R25 dirençleri 27V gibi bir seviyedeki voltaja maruz kalacakları için üzerlerinde harcanacak güce dikkat edilmelidir. R15 direnci üzerinde maksimum düşecek olan gerilim $27V - V_{led}$ voltajı kadar olacaktır. V_{led} voltajı kullanılan opto kablolu transistörün normal çalışmada üzerinde düşen led voltajı kadardır. PC817 için bu değer 1.1V civarı olmaktadır. Dolayısıyla R15 üzerinde düşen voltaj 25,9V ve harcanan güç ise 81,8mW olmaktadır. Bu nedenle kullanılacak direnç kılıfı olarak 1/8W güç sağlayan 1206 kılıf yüzey montaj tipi direnç seçilmiştir. Şekil 5’ de alt kart çıkış devresi görülmektedir.

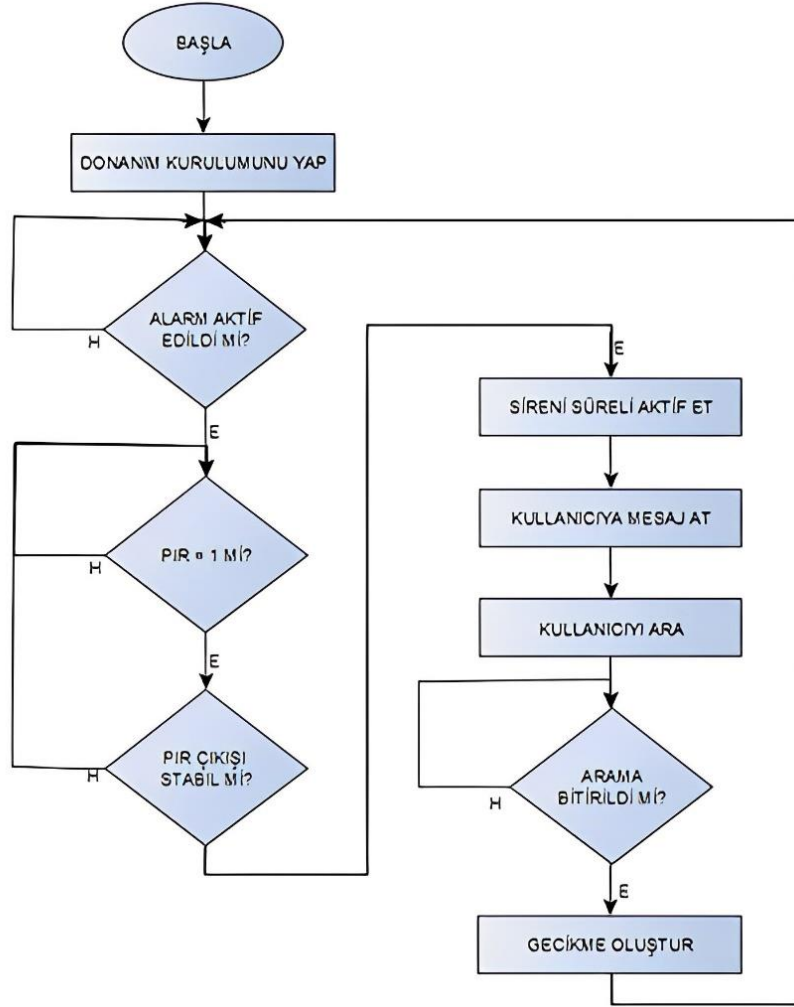


Şekil 5. Alt kart – Genel amaçlı çıkış devresi

Şekil 5 'de iki adet kuru kontak röle sürme devresi bulunmaktadır. LED indikatör ile röle durumunu izlemek mümkündür. İhtiyaca göre alt karttaki modifikasyonlar ile röle çıkışı sayısı artırılabilir. Böylece akıllı ev uygulamalarında, ev elektroniğinin kontrolünde ve güvenliğin sağlanmasında daha zengin kontrol imkânı sağlanacaktır. Devrenin giriş çıkış sayısının artırılması ile daha çok sensor bağlanabilir ve daha çok aygıt kontrol edilebilir.

F. DEVRENİN ÇALIŞMA PRENSİBİ VE YAZILIMI

Piyasada bulunan güvenlik sistemlerine aylık abonelik ücretleri gerekiyorken tasarlanan sistemde düzenli bir aylık abone ücreti ödenmesine gerek olmayacağı için ve ticari güvenlik sistemlerinde olduğu gibi alarmları değerlendiren ayrı bir birim olmayacağı için alarm mesajları düşük maliyetlerle hızlı bir şekilde, direkt olarak kullanıcıya (ev sahibine) ulaşabilecektir. Bu sistemin yazılımı C programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yazılım ile otomatik olarak çalışan bir güvenlik sisteminin gerçekleştirilmesi mümkün kılınmıştır. Şekil 6'da Akıllı ev güvenlik sistemi akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 6. Akıllı ev güvenlik sistemi akış diyagramı

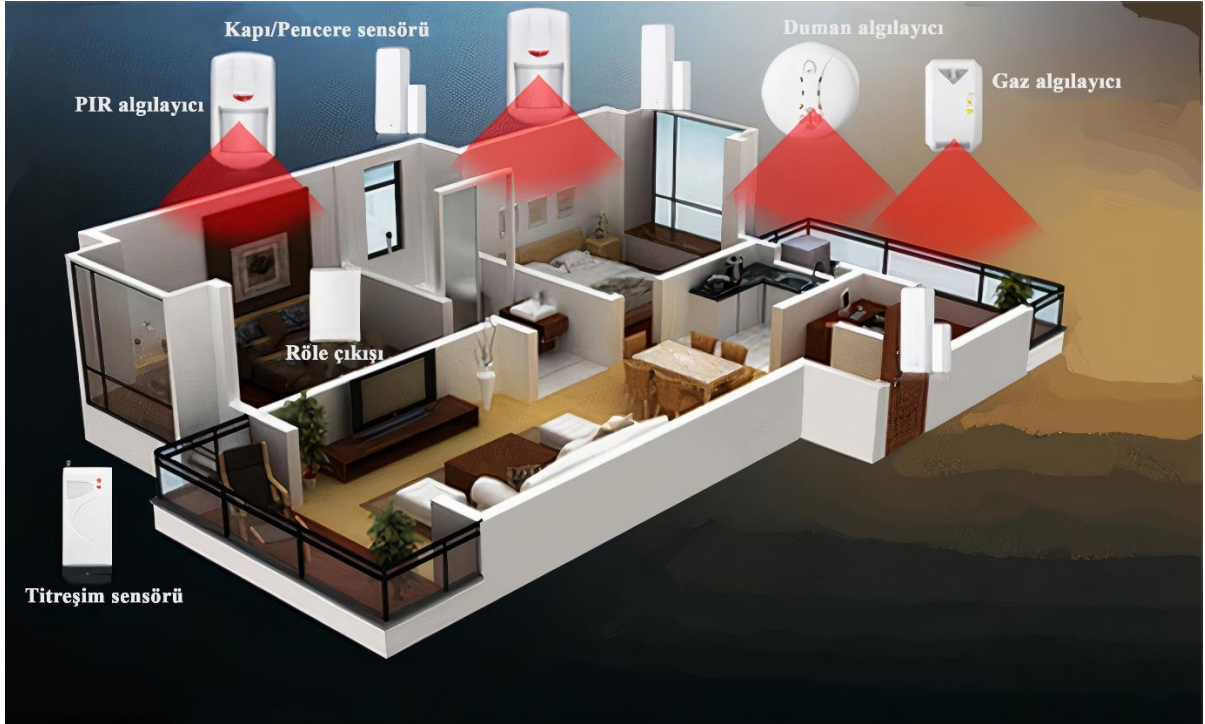
Şekil 6 'da yazılımın akış diyagramı görülmektedir. Bu sistemin çalışması için öncelikle kullanıcının kendini akıllı evdeki alarm sistemine yönetici (admin) olarak tanıtmayı ve bir şifre belirlemesi gerekmektedir.

Kullanıcı bu şifreyi kullanarak (sadece admin olarak kayıtlı numaradan) mesaj atmak suretiyle istediği zaman güvenlik sistemini aktif ya da pasif yapabilmektedir. Bu sayede evde olmadığı zamanlarda

alarmın devreye girmesi sağlanabilecektir. Alarm aktif olduğunda, mikrodenetleyici PIR sensöründen aldığı bilgiyi işler ve görüş alanında bir hareketli tespit ederse GSM modemi kullanarak yönetici olarak hafızada kayıtlı cep telefonu numarasına çağrı ve mesaj göndermektedir. Yöneticinin akıllı ev güvenlik sisteminden gelen çağrıyı meşgule alması veya çağrının kapanması için gereken sürenin dolması beklenir. Çağrı sonlandırıldıktan sonra da belli bir süre boyunca alarm ile birlikte aktif edilen alarm sireni çalışmaya devam eder ve sonrasında siren susturularak tekrar alarm durumu kontrol edilir. Yönetici tarafından alarm susturulmadı ise ve evin için de halen hareketlilik varsa aynı prosedür tekrarlanır. Bu noktada farklı rölelerin yönetici tarafından kontrol edilmesi ile akıllı evin kapıları kilitlenebilir, elektriği kesilebilir vb. farklı güvenlik önlemleri de devreye alınabilir. Tüm bunlar akıllı alarm sistemi tarafından otomatik bir şekilde yapılabileceği gibi yöneticinin uzaktan cep telefonu ile cihaza erişmesi ve SMS ya da DTMF komutları göndermesi ile de mümkün olacaktır.

IV. UYGULAMA

Tasarlanan sistem genel amaçlı kullanıma uygun modüler bir yapı barındırdığı için giriş çıkış sayısı ihtiyaca uygun şekilde ayarlanabilmektedir. Şekil 7 'de tipik bir mesken güvenlik sisteminin temsili uygulama gösterimi görülmektedir. Uygulamada PIR dedektörler ile odalarda canlı hareketi algılanabilmektedir. Kapı pencere sensörleri ile dışarıdan içeriye girişler algılanabilmektedir. Odalarda bulunan duman dedektörleri ve gaz dedektörleri ile de olası yangın riskleri algılanabilmektedir. Ayrıca titreşim sensörü ile bina dışında kapı ve pencerelere yapılan zorlamalar anlık olarak tespit edilebilmektedir. Tüm bu sensör ekipmanları ile meskenlerin birçok yönden güvenliği ve takibi gerçek zamanlı olarak yapılabilmektedir. Böylece olası tehlike anlarında bu durumda anında haberdar olmak mümkün olabilmektedir.



Şekil 7. Sistemin uygulaması [22]

Yukarıda sayılan tüm sensörler geliştirilen sistemin girişlerine bağlanır ve donanım kısmında anlatılan seviye uygunlaştırıcı devre vasıtasıyla mikrodenetleyici tarafından düzenli olarak algılanabilir. Röle çıkış katı vasıtasıyla çeşitli fiziksel güvenlik önlemlerini de aktif etmek mümkün olmaktadır. Örneğin duman ve gaz sensörleri ile ilgili bir güvenlik sorunu tespit edildiğinde elektrik ve gaz sistemleri otomatik olarak kapatılıp, yangın söndürme sistemleri aktif edilebilmektedir. Herhangi bir sensör

gurubundan alarm durumu tespit edildiğinde kullanıcıya GSM modem vasıtasıyla mobil şebeke sistemi kullanılarak kısa mesaj ve arama yapmak suretiyle bilgilendirme yapılabilmektedir. Tablo 1’de bu çalışmada geliştirilen modüler yapıdaki sistemimiz ile benzer çalışmalarla öne çıkan özellikler bakımından karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Yapılan çalışmalara göre özelliklerin karşılaştırılması

Referans	GSM/SMS	Düşük Güç	Telefon Uygulaması	Mobil Telefon	Bluetooth	Düşük Maliyet	Kablosuz Uzaktan Kontrol
Ramlee[12]		+	+	+	+	+	+
Madan[13]	+	+			+		
Babu[14]			+	+	+		+
Javale[15]				+			+
Isa[10]	+			+		+	
Hedeflenen Sistem	+	+		+		+	

V. SONUÇ

Kullanıcılara telefon vasıtasıyla uzaktan erişim imkânı veren sistem ile akıllı evin elektrik, gaz ve suyunu uzaktan kontrol etmek mümkün olmaktadır. Böylece uzak noktadan sadece hırsızlık kontrolü değil, aynı zamanda su kaçağı, gaz kaçağı ya da yangın gibi önemli risklere karşı da güvenlik önlemi sağlanabilmektedir. Bu çalışmada, çok boyutlu güvenlik imkânı sağlamanın yanı sıra güvenlik sistemi üzerindeki teknik komplekslik azaltılmış, üretim sırasında ve sonrasında oluşan maliyetler düşürülmüştür. Malzeme alım adetlerine ve kullanılacak olan modüler ekipmanların kullanımına göre değişmekle birlikte minimum üretim maliyeti bu çalışmanın yapıldığı sırada yaklaşık 10-15\$ arasında olabilmektedir. Çağrı merkezi olan, aylık sabit abonelik ücretleri ile düzenli gelir elde eden ticari güvenlik sistemlerine ciddi kaynaklar ayırmadan, düşük maliyetli, düşük güç tüketimine sahip, otonom çalışabilen, uzaktan kontrol edilebilen, hızlı bir akıllı ev güvenlik sistemi geliştirilmiştir. Çağrı merkezi ile destek veren güvenlik operatörleri kuruma göre değişmekle birlikte bu çalışmanın yapıldığı sırada ortalama 20-30\$ bandında ödeme almaktadır. Tasarlanan sistem ise güvenlik alanında bu şekilde ücretli hizmet veren herhangi kuruma ihtiyaç duymadan sadece kişisel GSM hattı üzerinden kontrol edilebilmektedir. Bu nedenle telefon operatörü dışında herhangi bir kuruma ödeme yapılmaya ihtiyaç olmadan, düşük maliyetlerle çalışabilmektedir. Yapılan tasarım en düşük donanım konfigürasyonu ile doğrudan hedef odaklı yapılmıştır. Modüler yapısı sayesinde üst kart modülünü değiştirerek 2G - 4G geçişleri ya da çip krizi, tedarik sorunu gibi sebeplerle mikrodenetleyici değişimi gibi işlemleri kolayca yapmak mümkün olmaktadır.

Tasarlanan sistem geliştirilmek istendiğinde eklenebilecek bir şarjlı batarya desteği ile elektrik kesildiğinde dahi güvenliğin kesintisiz devam etmesi sağlanabilir. Aynı zamanda Wi-Fi ağına bağlanabilecek bir donanım eklentisi ile hali hazırda evlerde kullanılan bir Wi-Fi ağına bağlanabilme imkânı sağlanabilir. Böylece SIM hattı gereksinimi gibi ihtiyaçlar ve maliyeti ortadan kaldırılabilir. Ancak alt yapısal ya da teknik nedenlerle internetin veya elektriğin kesildiği durumlarda bu bir dezavantaj olacağından hibrid bir yapı kullanılmasının daha başarılı sonuçlar verebileceği değerlendirilmektedir. Böylece internet ve elektrik varken mevcutta bulunan Wi-Fi ağı üzerinden akıllı alarm sistemine erişim sağlanabiliyorken, internet veya elektrik kesintilerinde GSM operatörleri üzerinden iletişim kurulabilmesi ve olası elektrik kesintileri için de batarya desteğinin bulunması halinde kesintisiz ve kararlı çalışan bir akıllı alarm sistemi sağlayacaktır. Ayrıca üst karttaki 2G GSM modülü BLE destekli GSM modül ile değiştirilmek suretiyle evin farklı noktalarına kablosuz sensörler koyulması ve bu sensörlerden veri toplanarak sistemin çalıştırılması sırasında daha kullanışlı bir ortam sağlayabilir.

VI. KAYNAKLAR

- [1] F. Hussain, M. Qi and A. Induruwa, "Security Vulnerabilities of Popular Smart Home Appliances," *The Twentieth International Conference on Networks*, Porto, Portugal, 2021, pp.13-19.
- [2] V. Riquebourg, D. Menga, D. Durand, B. Marhic, L. Delahoche and Christophe "The Smart Home Concept : our immediate future," *1ST IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics*, pp. 23-28 2006.
- [3] G. Mussi, Toschi, L. Barreto, C. C. Eduardo and Cugnasca "Home automation networks: A survey," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 50, pp. 42-54, 2017.
- [4] R.Ciffee, G.Sudha, S.Saranya and G.K. Thyagesh "Zigbee based automation systems for homes with the deployment of smart sensors," *Materials Today: Proceedings*, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.01.043.
- [5] J.Rajasekhar, M. TrinathBasu and N.S.S.Sowjanya, "Smart governance of home through IoT," *Materials Today: Proceedings*, 2021, doi :10.1016/j.matpr.2020.11.359.
- [6] Karaduman, Ozgur Can, et al. "Developing a Security Software for Android-based Systems ("Secand")." *The Anthropologist*, vol. 17 no. 1, pp. 37-43, 2014.
- [7] Özgön, İbrahim, et al. "The Design In Mobile And Web Platform Of The Location Identification Application With GPS Signals And Its Reporting Process." *3rd International Symposium on Computing in Science & Engineering*, vol. 24, pp. 62-67, 2013.
- [8] R. Hasan, M. M.Khan, A. Ashek and I. J. Rumpa "Microcontroller based home security system with GSM technology," *Open Journal of Safety Science and Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 55-62, 2015.
- [9] Y. Zhao and Z. Ye "A low cost GSM/GPRS based wireless home security system," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 54, no. 2, pp. 567-572, 2008.
- [10] Isa, Eleni, and N. Sklavos. "Smart Home Automation: GSM Security System Design & Implementation," *Journal of Engineering Science & Technology*, vol. 10, no. 3, 2017.
- [11] R. K. Sharma, A. Mohammad, H. Kalita and D. Kalita "Android interface-based GSM home security system," *International Conference On Issues And Challenges In Intelligent Computing Techniques (ICICT)*, pp. 196-201, 2014.
- [12] Ramlee, Ridza Azri, et al. "Smart home system using android application." *2013 International Conference of Information and Communication Technology (ICoICT). IEEE*, 2013.
- [13] Madan, Vini, and S. R. N. Reddy. "GSM-Bluetooth based remote monitoring and control system with automatic light controller." *International Journal of Computer Applications*, vol. 46, no.1, pp. 20-28, 2012.
- [14] Babu, B. Suresh, and Dr C. Venkata Narasimhulu. "Robust Model to Access Consumer Appliances Using Android." *International Journal of Research in Advent Technology*, vol.2, no.10, pp. 68-72, 2014.

- [15] Javale, Deepali, et al. "Home automation and security system using Android ADK." *International journal of electronics communication and computer technology (IJECCCT)*, vol. 3, no. 2, pp. 382-385, 2013.
- [16] C. Sisavath and L. Yu, "Design and implementation of security system for smart home based on IOT technology," *Procedia Computer Science*, vol.183, pp. 4-13, 2021.
- [17] M.otaz Daadoo, S. M.A Atallah and S. Tarapiah "Development of Low Cost Safety Home Automation System using GSM Network," *European Journal of Social Sciences*, vol.53, no. 3, pp. 338-353, 2016.
- [18] STMicroelectronics. (2021, March 26). *STM8L152X6 Datasheet* [Online]. Available: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm8l152c6.pdf>.
- [19] Texas Instruments. (2022, Feb 16). *Low Power PIR Motion Detector Design: Analog vs. Digital Solutions* [Online]. Available: <https://training.ti.com/low-power-pir-motion-detector-design-analog-vs-digital-solutions>.
- [20] Smart Machine Smart Decision. (2021, June 30). *SIM800_Hardware Design_V1.09 datasheet* [Online]. Available: <https://www.coursehero.com/file/39898814/sim800-hardware-design-v109pdf/>.
- [21] Texas Instruments. (2022, Feb 16). *Power Supplies, Switching Regulators, Inverters, and Converters, TAB Books, a division of McGraw-Hill Inc* [Online]. Available: <https://www.ti.com/power-management/non-isolated-dc-dc-switching-regulators/overview>.
- [22] Allpro Security Services Limited. (2019, October 23). *Image* [Online]. Available: <https://www.allpro-security.com/build-your-system/>.