Telefon Şebekesi Üzerinden Şifre Güvenlikli Akıllı Ev Kontrol Sistemi

Uğur Bekçibaşı, Mahmut Tenruh
Muğla Üniversitesi
ugur@mu.edu.tr, tmahmut@mu.edu.tr

Özet: Bina otomasyonu gelişen günümüz akıllı bina tasarımlarında üzerinde yoğun olarak çalışılan konuların başında gelmektedir. Otomasyon; veri toplama, acil durum algılama ve uzaktan kontrol olarak üç ana başlık altında toplanabilir. Mevcut iletişim altyapıları üzerinden haberleşmesi tercih edilen otomasyon sistemleri esneklik, fiyat/performans ve geliştirilebilirlik konularında kıstaslara sahiptir. Bu çalışmada mevcut telefon hattı üzerinden esnek veri iletimine sahip, geliştirilebilir ve fiyat/performans oranı yüksek bir sistem tasarlanmış ve mevcut çözümlerin güvenlik sorunları şifreleme algoritması ile düzeltilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Bina Otomasyonu, Ev Otomasyonu, DTMF, Mikro denetleyici

Abstract: Building automation is one of the most researched subjects in the area of the intelligent buildings. Automation can be studied under three subsections as the data acquisition, emergency, and remote control. Automation systems which use the present communication infrastructure have requirements such as flexibility, cost/performance, and upgradability. In this study, a system communicating on present telephone line has been designed with flexibility, high cost/performance ratio, and upgradability features. In the system, a new solution has been introduced for the security problem of the previous studies.

Keywords: Smart Buildings, Smart House, DTMF, Microcontroller

1. Giriş

Telefon hattı üzerinden uzaktan kontrol sistemleri günümüzde akıllı evlerde [1], bina güvenliğinde [2], tarım alanlarının sulama otomasyonunda [3] ve besi hayvancılığındaki tesislerin yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür sistemler herhangi bir telefon hattı ile mevcut telefon ağı altyapısını kullanarak kontrol işlemi yapılmasına olanak sağlar. Telefon ile uzaktan kontrol sistemlerinin avantajı uzaktaki cihazların kontrolü için gerekli kontrol sinyalini göndermek ve karşıdan bu kontrol sinyalini almak için bir hat veya bir sistem tasarlamak yerine hazırda bulunan telefon hatları üzerinden kontrol sinyalini göndererek kontrol işleminin gerçekleştirilmiş olmasıdır. Böylelikle haberleşme için kullanılacak yapılardan tasarruf edilip, telefon altyapısı nedeni ile esnek çalışma ortamı sağlanmaktadır.

Günümüzde akıllı evler için tasarlanan ev otomasyon ürünleri hızla yaygınlaşmaktadır. Daha güvenli ve daha konforlu bir yaşam sağlayan bu ürünler sayesinde, dünyanın herhangi bir yerinden evdeki cihazlara kumanda etmek mümkün olabilmektedir. Telefon şebekesi aracılığıyla evdeki aydınlatma, ısıtma/soğutma, güvenlik ve benzeri sistemler uzaktan kontrol edilebilmektedir. Mevcut telefon altyapısının pratik kullanıma katkıları ile fiyat/performans açısından çok avantajlı konuma gelen bu tür sistemler yaşam kalitesine de olumlu katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışma ile yaşam kalitesine katkı sağlanmakta; fiyat/performans değerleri ile günümüz ürünlerine uygun bir seçenek sunulmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde yapının neden gerekli olduğu üzerinde durulmuş, ikinci bölümde mevcut çalışmalar ve sistemler incelenmiş, dördüncü bölümde sistem tanıtımına geçilmiş ve çalışmanın yapısını oluşturan donanım-yazılım bütünü açıklanmıştır. Beşinci bölümde ise değerlendirme sunulmaktadır.

2. Mevcut Çalışmalar

Günümüzde mevcut akademik çalışmalar kontrol sistemlerinden çok algılama üzerine yoğunlaşmıştır. Gelişen algılayıcılar ve haberleşme altyapısı ile acil durum tespitleri güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Güvenlik sistemlerinin iki alt başlığı olan algılama ve müdahale farklı yapı birimleri ile kontrol gerektirmekte ve sistem güvenirliği açısından bağımsız sistemler istemektedir. Yapılan çalışmalar acil durum tespitleri üzerine yoğunlaşsa da kullanılan sistemlerin ortak altyapıları ve haberleşme protokollerinin ortaklığı gibi konularda çalışma alanları kesişmektedir.

Farklı veri kaynaklarından iletilen bilgiler ile sistem kontrolü uzun zamandır gerçekleştirilmektedir. Günümüz haberleşmesinde kullanılan internet, GSM, telefon hatları ve GPS sinyalleri sistem kontrolleri için kullanılabilmektedir [4, 5, 6, 7]. Haberleşme teknolojisinin gelişimi sistem kontrollerini zorlaştırıyor gibi görünse de kontrol birimleri sabit kalmakta ve yapıya haberleşme tipine uygun birimler eklenmektedir [4]. Gerek internet, gerek telefon hatları, gerekse de GSM şebekesi kullanımında farklı çözümleyicilerle çözümlenen 'yapılacak iş' sorgusu merkezi kontrolcüye iletilmekte ve istenilen işlem gerçekleştirilmektedir.

Sistem kontrolleri telefon hatları ve GSM şebekesi altyapısında DTMF (Dual Tone Multi Frequency - çift tonlu çoklu frekans kodlama) haberleşmesi ile 'yapılacak iş' çözümlemesi gerçekleştirilirken; internet haberleşmesinde IP (Internet Protocol) altyapısı çözümlenmekte; GPS (Global Positioning System - Küresel Yer Belirleme Sistemi) haberleşmesinde ise farklı uydulardan gelen sinyallere göre konum tespiti yapılmaktadır. Farklı haberleşme protokollerinden gelen bu farklı bilgiler işlenmek üzere bilgisayara iletilebileceği gibi mikro denetleyici ile de denetimi mümkün olmaktadır [4, 5, 6, 7].

3. Ev Otomasyounu

Gelişen teknoloji ile kullanılan elektronik cihaz sayısı; dolayısı ile kontrol ünitesi sayısı artmaktadır. Her yeni ürün, yapısı veya tasarımı gereği uzaktan kontrole uygun olarak üretilmekte ve uygun yapılar ile kontrolleri mümkün olmaktadır. Aydınlatma birimlerinden ısıtma birimlerine, güvenlik kontrolünden acil durumların otomatikleştirilmesine kadar tüm kontrolleri kapsayan bina kontrolü günümüzde büyük önem arz etmektedir ve gelecekte akıllı binaların gelişimi ile önemi daha da artacaktır.

Bina içindeki bireysel tasarruf ne kadar önemli ise genel tasarruf da aynı ölçüde önem arz etmektedir. Günümüzde kullanılan tasarruflu lambalar gibi bu lambaların gereksiz kullanımlarının önüne geçmekte aynı oranda tasarruf sağlamaktadır. Günümüzün en çok dikkat edilmesi gereken hususlarından olan enerjiyi verimli kullanma başlığında mevcut sistemlerden tasarruflu bir şekilde en yüksek verimi almak önem kazanmaktadır.

Bu çerçevede binanın boş halini iklimlendiren klimalardan, gereksiz aydınlatılan alanlardan; gereksiz takip edilen güvenlik kameralarından ve kayıt aygıtlarından tasarruf etmek fiyat/performans ilkesine olumlu katkı yapacaktır.

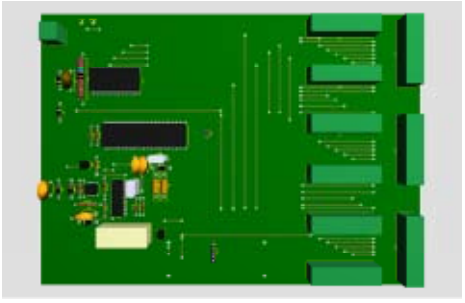
Çalışmada mevcut altyapı kullanımına ağırlık verilmiş ve sistemlerin denetiminin uzaktan kontrolle gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Böylece geçiş süreci olarak kabul edilebilecek şu anki duruma uygun fiyat/performans gerçekleştirilmiş olup altyapı değişimine gerek bıra-

kılmamıştır. Akıllı teknoloji kullanımı her ne kadar bina kontrolü içinde önemli bir yer teşkil etse de mevcut altyapının eski binalarda uygulanması fiyat/performans açısından olumlu olmayacağından sistem tasarımı sadece uzaktan kontrole yönelik tasarlanmıştır.

4. Sistemin Tanıtımı ve Çalışması

4.1. Donanımsal Yapı

Kontrol için tasarlanan devre, telefon hat bilgilerini sayısal veri haline dönüştüren DTMF entegresi ve hazırlanan yazılım ile kontrol edilen mikro denetleyiciyi içermektedir. Sistem, çalışma yapısı olarak telefondan gelen analog iletişim sinyalini DTMF kod çözücü entegresine iletmekte; çözülen kodlar ilgili görevleri gerçekleştirmek üzere mikro denetleyiciye iletilmektedir. Görev karşılıkları belirlenen sinyallere göre devre uygun çıkış birimini aktif hale getirmekte ve böylece kontrol sağlanmaktadır. Sistem bileşenleri olarak CM8870 DTMF kod çözücü entegresi ve 16F628 mikro denetleyici entegresi kullanılmıştır.



Şekil 1 – Uygulama Devresi Yerleşim Planı

4.2. DTMF

Telefon hat terimlerinden biri olan DTMF, telefon abonesi ile telefon santrali arasındaki bilgilerin iletildiği yöntem olarak standartlaşmış bir kodlama türüdür. DTMF (Dual Tone Multi Frequency) çift tonlu çoklu frekans kodlama sistemidir. Esas olarak Amerikan ordusu için Bell telefon laboratuvarlarında geliştirilmiş bir kodlama sistemi olan DTMF; daha sonra telefon şebekelerinde bilgi yollamanın güvenli yolu olarak tercih edilmiş ve günümüzde standart yöntem olarak kullanılmaktadır.

Sinyaller DTMF kodlayıcısı tarafından üretilir. Kodlama mantığı olarak farklı frekanstaki iki sinüzoidal işaret cebirsel olarak toplanır ve kodlama elde edilir. Tuş takımındaki herhangi bir tuşa basıldığında, tuşa ait iki tane farklı frekansta sinyal üretilir. Bu sinyallerden düşük frekanslı olanı basılan tuşun hangi satırda yer aldığını; yüksek frekanslı olanı da hangi sütunda bulunduğunu belirtir. Tablo 1'de DTMF kodlama tablosu görülmektedir.

Frekanslar	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Tablo 1 – DTMF kodlama frekansları

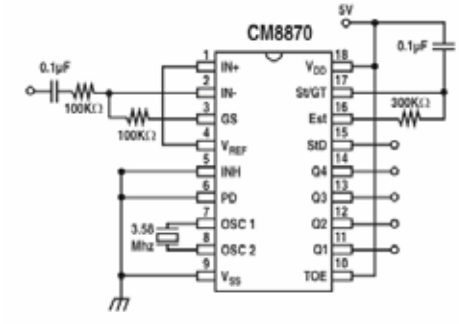
Ton frekansları harmoniklerden ve diğer bozucu girişlerden etkilenmeyecek şekilde seçilmişlerdir. Sinyallerin telefon tarafından doğru olarak iletilmesi ve merkez santral tarafından doğru olarak algılanması önemlidir. Sinyal frekansları nominal değerin ±%1.5 tolerans aralığında olmalıdır[8].

DTMF kodlama sistemi radyo amatörlüğünde de yerini son yirmi yıl içinde yaygın olarak almıştır. Günümüz telsiz cihazlarının çoğunda DTMF sinyallerini yollamaya ve almaya yarayan modüller ile tuş takımı bulunmaktadır. Bu imkân sayesinde telsiz yardımıyla DTMF kodlu mesajlar, çağrı kodları yollamak; uzaktan kumanda amaçlı rölelerin kontrolü gibi işler gerçekleştirmek mümkün olmaktadır.

DTMF sinyalleri telefon hatlarının özelliklerine bağlı olarak gerçekleştirilen aramalarda, aranan ve arayan kişilerin numaralarının kaydedilmesinde, konuşma sürelerinin tespitinde, uzaktan sistem kontrolünde ve telekonferans sistemlerinde kullanılmaktadır.

4.3. CM 8870 Entegresi

DTMF kod çözücü görevini yerine getiren bu entegre telefon hattından gelen sinyalleri çözümlemek ve anlamlı hale getirilmesi için ikilik kod düzeninde çıkış vermek üzere tasarlanmıştır. Şekil 2'de CM8870 entegre devresi verilmiştir.



Şekil 2 – CM 8870 entegresi

Q uçları olarak isimlendirilen kısımlar, verilerin kodlarının çözümünden sonra iletildiği çıkış uçlarıdır. 4 bitlik ikili sistemde verilen bilgiler işlenmek üzere mikro denetleyiciye iletilmektedir. Tablo 2'de kod çözüm işlemi sonrası tuş bilgilerinin frekans ve ikilik karşılıkları görülmektedir [6, 9, 11].

Tuşlar	Tuşların Frekans Aralıkları		Çıkışlar			
	Düşük	Yüksek	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
1	697	1209	0	0	0	1
2	697	1336	0	0	1	0
3	697	1447	0	0	1	1
4	770	1209	0	1	0	0
5	770	1336	0	1	0	1
6	770	1447	0	1	1	0
7	852	1209	0	1	1	1
8	852	1336	1	0	0	0
9	852	1447	1	0	0	1
0	941	1209	1	0	1	0
*	941	1336	1	0	1	1
#	941	1447	1	1	0	0

Tablo 2 – Kod çözümü gerçekleşmiş DTMF bilgileri

4.4. PIC 16F628 Entegresi

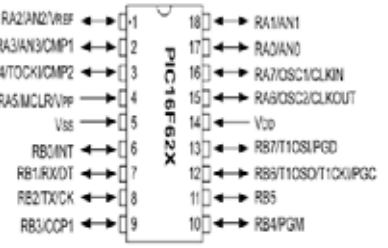
PIC (PERIPHERAL INTERFACE CONTROLLER) adı verilen mikro denetleyiciler Microchip firması tarafından 1994 yılında üretilmişlerdir. Üretim amacı olarak zamanın 16 ve 32 bitlik işlemcilerine giriş-çıkış hatlarında yardımcı görevler belirlenmiş ve zaman içinde hızlı, uygun maliyetli, fiyat/performans oranı yüksek çözümler olarak sektörde kendilerine yer bulmuşlardır [10].

PIC mikro denetleyicilerinin kendilerini kabul ettirme sebeplerinin başında seri olarak dört (4) adet bağlantı ucu ile programlaması gelmektedir. İkincil önemde ise sektörün gelişimine öncülük eden E^2PROM hafıza yapısı gelmektedir. Kolay programlanabilir yapısı, tekrar tekrar programlamaya uygun hafıza birimleri gibi yapı kolaylığı yanında maliyet uygunluğu ve enerji tasarruf değerleri gibi önemli bileşenler de eklenince sektörün gelişimine önemli katkılar sağlamış ve günümüz kullanım düzeyine ulaşmıştır.

PIC 16F628 entegresi RISC yapısı üzerine kurulu Harvard mimarisi ile üretilmiş ve 128 byte program belleğine sahip olan 8 bitlik PIC mikro denetleyicisidir. Entegre yapı:

- Lojik uygulamalardaki hızı,
- Ekonomik fiyatı,
- Veri ve kod için ayrı hafıza birimlerine sahip olması,
- Ve oldukça az devre elemanı ile devre bütünlüğünün sağlanabilmesi açısından tercih edilmiştir.

Şekil 3'te entegre yapının bacak bağlantıları görülmektedir.



Şekil 3 – 16F628 entegresi

4.5. Yazılım

Çalışma; yapı olarak, gelen sinyal kodlarına göre farklı çıkışları aktif etmektedir. Yapılan tasarım ile birlikte mevcut çözümlerin eksikleri olan tek basamak ve tek işlem sınırlılığını ortadan kaldırmaktadır. Kontrol eden kişi telefon hattı üzerinden sistemi aradığında yapacağı her bir iş için bir kod yazmakta ve işlemin gerçekleşmesi için diyez (#) tuşuna basarak işlemin yerine getirilmesini sağlamaktadır. Tasarım aşamasında oluşturulan kodlar Tablo 3'te görülmektedir.

Kodlama Algoritması					
Yüzler Basamağı (Yer Bilgisi)		Onlar Basamağı (Kontrol Birimi)		Birler Basamağı (Yapılacak İşlem)	
1	Salon	1	Aydınlatma	1	Aç
2	Oturma Od.	2	Kilitleme	2	Kapat
3	Misafir Od.	3	Görüntüleme	3	Kontrol
4	Mutfak	4	Perde	4	Kilitle
5	Hol	5	İklimlendirme	5	Kilit aç
6	Banyo	6	-	6	-
7	Tuvalet	7	-	7	-
8	Balkon	8	-	8	-
9	Tüm ev	9	Tüm birimler	9	Test

Tablo 3 – Kodlama Algoritması

Örneğin evin salonundaki aydınlatmaları açmak isteyen kişi; sistemin bağlı olduğu telefonu aradıktan sonra, işlem yapacağı 111 kodlaması ile diyez (#) tuşuna basmalıdır. Sistem gelen görevin yüzler basamağı bilgisi ile salon devre kartını aktif hale getirecektir, onlar basamağındaki bilgi ile aydınlatma birimini bekletecek ve birler basamağındaki bilgi ile birime açma komutunu gönderecektir. Benzer şekilde tek bir işlem ile evin tüm kilitleme mekanizmalarını aktif etmek isterse 924# kodlaması ile yaklaşık 10 saniyelik bir telefon görüşme süresi içinde ev güvenceye alınabilecektir.

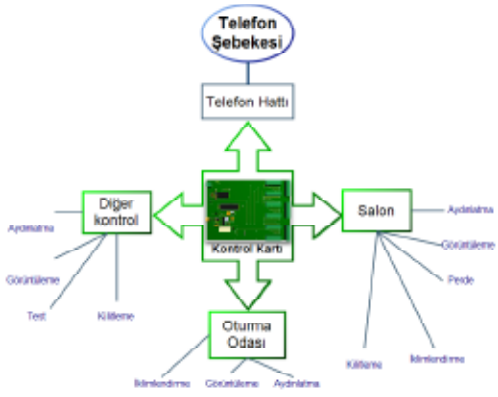
Yanlış yapılacak aramaların önüne geçmek için ise şifreleme yazılımı eklenmiştir. Şifre yazılımına göre sistem; telefon sinyalinin alınmasından itibaren üç (3) çalma süresi kadar bekleyip ilk güvenlik önlemi olan yanlış aramaların önüne geçecektir; fakat bundan sonraki maksatlı aramalarda ise şifre kısmı ile sistemin devreye alınma kodunu göndermeden herhangi bir işlem yapılamayacaktır. Yazılan kod akışına göre sistem veri olarak önce şifreyi istemekte, hemen ardından ise yapılacak iş bilgisini almaktadır.

Örnek olarak şifreyi 1234 olarak belirleyen kullanıcı, sistemde oturma odasındaki kilitleme birimlerini kontrol etmek istediği zaman telefondaki tuş kombinasyonu 1234*223# olmaktadır. Tablo 4'te sistemin veri alış bilgisi gösterilmektedir.

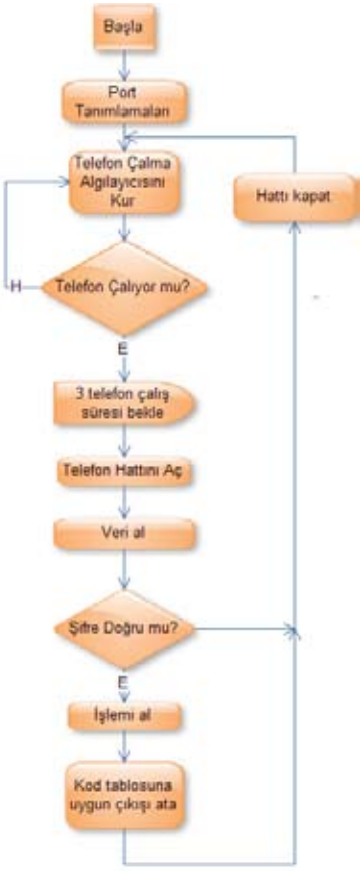
Şifre Baremi	Şifre Onayı	Oda Seçimi	Birim Seçimi	Görev Seçimi	İşlem Onayı
1234	*	2	2	3	#

Tablo 4 – Sistemin Veri Bilgisi

Şekil 4'te sistemin blok şeması; Şekil 5'te ise akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 4 – Sistem blok şeması



Şekil 5 – Sistem akış şeması

5. Değerlendirme

Tasarlanan çalışma ile mevcut uzaktan kontrol ünitelerinin tek bir alt birim kullanım zorunluluğu ortadan kaldırılmış, kombinasyonel çıkış katı tasarlanmış, ardışık görevler tek bir seferde işlenebilir hale getirilmiş ve kontrol ünitesinin esnek yapısı nedeni ile akıllı bina entegrasyonuna da uygun alt yapı sağlanmıştır. Mevcut alt yapı düzenine en uygun maliyet ile entegre edilebilecek olan sistem fiyat/performans analizi olarak oldukça iyi bir konumda bulunmaktadır. Gerek kullanılan malzemelerin temin kolaylığı, gerek kullanılan yapıların güvenirliği; gerekse de bakım maliyetlerinin düşüklüğü sebepleri ile ortaya konulan çalışma tercih sebebi olacaktır.

Kaynaklar

[1] http://t-com-haus.idmedia.com/

[2] http://www.bilesim.com.tr/dergi/yazi/7938/akilli-bina-sistemlerinde-son-trendler.html

[3] BIÇAKLI M., "Açık Tarımda Sulama Otomasyonu", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2005.

[4] ERDEM, H., ÜNER A., 'A Multi-Channel Remote Controller For Home and Office Appliances', IEEE Transactions on Electronics, Vol. 55, No. 4, Kasım 2009.

[5] Yun Chan Cho, Jae Wook Jeon, 'Remote Control System based on DTMF of Mobile Phone', IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN 2008), DCC, Daejeon, Korea, July 13-16, 2008.

[6] Coşkun, I., Ardam H., 'A Remote Controller For Home And Office Appliances By Telephone ', Ieee Transaction On Consumer Electronics. Vol. 44, No. 4, November 1998.

[7] Rohit Sharma, Kushagra Kumar, Shashank Vig, 'DTMF Based Remote Control System', IEEE 1-4244-0726-5/06/$20.00, 2006.

[8] Ali M. Shatnawi, Ahmad I. Abu-El-Haija, Abid M. Elabdalla, 'A Digital Receiver for Dual Tone Multifrequency (DTMF) Signals', Technology Conference, Ottawa, Canada, May 19-21, 1997.

[9] Tuljappa M Ladwa, Sanjay M Ladwa, R Sudharshan Kaarthik, Alok Ranjan Dhara, Nayan Dalei, 'Control of Remote Domestic System Using DTMF', ICICI-BME, Bandung, Indonesia, 2009.

[10] Tanriverdi, I. Z., 'Pic Mikro Denetleyicileri Ve Pic Ile Frekansmetre Uygulamasi', Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, Mayıs 2003.

[11] Korkmaz Y., Korkmaz F., 'Elektrikli Cihazlar ve Güvenlik Sistemlerinin Cep Telefonu ile Uzaktan Denetlenmesi', Politeknik Dergisi Cilt 10 Sayı 1 s. 15-19, 2007.