

Akıllı Ev Sistemlerinde Ethernet Üzerinden Cihaz Kontrolü Ve İzlenmesi

Okay Tosunoğlu, Mehmet Göktürk

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
tosunoglu@gyte.edu.tr, gokturk@bilmuh.gyte.edu.tr

ÖZET: Günümüzde insanların yoğun olarak kullandığı ve yaşam kalitesini yükseltmeye yarayan teknolojik gelişmeler ve ürünler, ev otomasyonu ya da akıllı ev sistemleri adı altında hayatımıza girmiştir. İletişim teknolojileri, bilgisayarlar, iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerinin yanı sıra çoklu-ortam sistemleri gibi çok çeşitli tekniklerin birleşimi ile hayatımıza dahil olan akıllı ev sistemleri; daha rahat, daha güvenilir ve aynı zamanda daha ekonomik bir yaşam ortamı yaratmaktadır. Temel amacı insan rahatlığı ve hayatı kolaylaştırmak olan akıllı ev sistemleri, insana bağlılığı en aza indiren otomasyon sistemleri ile desteklenmektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile bir Akıllı Ev Otomasyon Sistemi hazırlanarak, Çamaşır Makinesi ile ilgili tüm bilgilerin sayısal olarak erişilebilir hale getirilmesi ve bu bilgilerin bir Örün Sayfası aracılığı ile kullanıcıya bildirilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmadaki ana düşünce, “Akıllı Ev Sistemleri” olarak tanımlanan otomasyon yapılarının ve bu yapı elemanlarının, bir aracı olmaksızın izlenebilmesi ve kontrol edilebilmesidir. Örnek çalışma olarak, “Akıllı Ev Sistemi”nin bir elemanı olan ve bir ağa bağlanan Çamaşır Makinesi ile ilgili bilgiler, bir mikroişlemci aracılığı ile aynı ağa bağlı bir bilgisayar tarafından görüntülenmektedir. Sunucuya da kaydedilen bu veriler, birçok alanda kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Çamaşır Makinesi; Akıllı Ev; Otomasyon; Ethernet

ABSTRACT: Nowadays, many people use technologically advanced systems and devices to improve quality of life. These systems are called “Smart Homes” or “Home Automation”. “Smart Homes” which include Communication Technologies, Computers, Climatology, Lightning, Security and Multimedia Systems provide people more comfortable, more secure and also more economic environments. The main purpose of these “Smart Homes” is to make life more easier for people. The main concept of this study is, controlling and monitoring automated system components combined in “Smart Home”. In this study, needed information from a Washing Machine which is a part of the “Smart Home”, will be obtained by a microprocessor and will be displayed on a web page via a TCP/IP network or internet. All these and other several information are recorded to server and useful for many areas.

1.Giriş

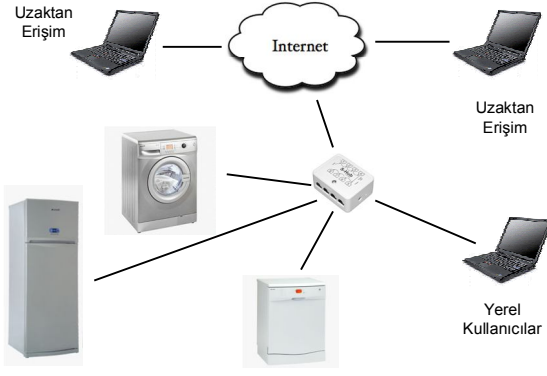
Ev otomasyonu ve ev teknolojisi kavramlarıyla da adlandırılan Akıllı Ev Sistemleri, ev tasarımı teknik yazınına yeni katılan

kavramlardır. Bu kavrama göre, evde bulunan birçok cihazın kontrolü, Akıllı Ev çatısı altında bir araya gelmektedir. Gerçekte, geçmişi 1970'lere kadar uzanan Akıllı Ev Sistemleri, önceleri yalnızca aydınlatma ve ısıtma gibi yapıların denetiminde kullanılıyordu [1]. Bu teknolojinin pahalı olması, ekonomik ve sosyal getirilerinin fazla olmaması, tüm cihazları kapsayacak şekilde esnek yapıya sahip olmaması gibi nedenlerle ev yaşamına dahil olmamıştır. Daha sonraları 90'lı yıllarda teknolojinin ivme kazanması ve birçok cihazdaki gelişmeler, akıllı ev sistemlerindeki gelişmeleri de tetiklemiştir. Tüm bu gelişmelerle birlikte, neredeyse tüm elektriksel ve elektronik cihazlar, “Akıllı Ev Sistemi” kapsamına girmiştir [2]. Çünkü günümüzde algılayıcılar, ağ altyapıları (İnternet, ADSL vb.) ve kablosuz sistemlerde gelinen nokta, yapılabileceklerin sınırının olmadığı göstermiştir.

Artık birçok uygulama, elektriksel cihazların sadece açıp kapanmasından çok, birçok özelliğinin kontrolünü mümkün kılmaktadır [3]. Bunun da ötesinde, aynı teknoloji ve/ya sistemi kullanan birçok cihaz, birbirleri arasında haberleşerek, insana bağlılığı da ortadan kaldırmaktadır. Böylelikle, insan bileşeni çıkarıldığı için, “Ev Otomasyonu” deyimini tam anlamıyla gerçekleşmektedir. Tüm bu yönleriyle sistem, bir evi tam anlamıyla “birbirine bağlı” hale getirebilmektedir [4]. Bu çeşit otomasyon sistemleri için tasarlanan birçok proje, ısıtma-soğutma ve aydınlatma kontrolünü, güvenlik ve gözetim sistemlerini, evde azalan yiyecekler için bakkala gitme zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır [5]. Fakat tasarımcı ve araştırmacılar yemek pişirme ihtiyacı, ev ve çamaşır temizliği gibi insan yaşamını daha da kolaylaştıracak işlevler için çalışmaktadır.

Bu makalede açıklanan örnek sistem, bir evde bulunan çeşitli cihazların, ayrı bir sunucu olmadan yalnızca cihaza bağlanarak nasıl görüntülenebileceğini veya kontrol edilebileceğini göstermektedir. HTML ve TIDE programlama dilleri kullanılarak yazılan örün uygulamaları, cihazların durumunu görüntülemek ve cihazları kontrol etmek için tasarlanmıştır. Tasarlanan bu uygulamalar, TIBBO cihazı içine gömülmüştür. Çamaşır Makinesi Elektronik Kartı mikroişlemcisi içine gömülen ve kart ile TIBBO cihazının haberleşebilmesi için gerekli program, C programlama dili kullanılarak yazılmıştır.

Bölüm 2’de, örnek sistemin bileşenleri ile çeşitli teknolojilerin birleşimi anlatılmaktadır. Bölüm 3’te ise sistemi oluşturan servisler detaylandırılmıştır. Bölüm 4, sistemde elde edilen veriler ve yapılan veri madenciliği çalışmasını, Bölüm 5 sistemin sonuçlarını ve sistemi geliştirmek için düşünülen bazı önerileri içermektedir.



Şekil 1. Tasarlanan örnek sistem

2. Sistemin Yapısı

Bu çalışmada yapılanlar, temelde Çamaşır Makinesi Elektronik Kartından alınan bilginin ethernet üzerinden gönderilmesine dayanmaktadır. Yapılan çalışmalar sırasıyla; Çamaşır Makinesi Elektronik kartı mikrodenetleyicisinin Veri Alma (RX) ve Veri Gönderme (TX) uçlarından gerekli bilginin alınabilmesi için mikrodenetleyicinin uygun şekilde programlanması, gelen verinin seri bağlantı noktası üzerinden gönderilmesi, seri bağlantı noktasından gelen verinin ethernetten gönderilebilmesi için iletişim kuralının dönüştürülmesi, ethernet (TCP/IP) üzerinden gelen verinin HTTP iletişim kuralı ve 80 bağlantı noktası aracılığı ile gösterilmesinden oluşmaktadır. (Makine Elektronik kartından seri bağlantı noktası üzerinden veri alınması işlemi ve iletişim kuralları gizli olduğu için detaylandırılmayacaktır.)

2.1 Çamaşır Makinesi ile Mikrodenetleyici Arası Haberleşme

Önce Çamaşır Makinesinin dış dünya ile haberleşmesi için beyaz eşya kontrol kartı üzerindeki mikrodenetleyicinin RX ve TX uçları (UART), kart üzerindeki "edge connector" ile dışarı çıkarılmıştır. Farklı haberleşme yazılımlarının ve iletişim kurallarının kullanıldığı bu haberleşme altyapısı daha sonra, standart, güvenli ve esnek bir hale getirildi. Tamamlanan bu haberleşme altyapısında, RS232 seri haberleşme kablosu üzerinden 9600 baud, 1 başlangıç, 1 durdurma bitli, eşiksiz fiziksel altyapı üzerinde çalışan özel bir iletişim kuralı geliştirildi.

Bu kural için, kısıtları ve geliştirilen çözümleri şu şekilde özetleyebiliriz:

1. Hafıza kullanımı: Beyaz eşyalarda günümüzde kullanılan mikrodenetleyicilerde belli bir ROM ve RAM kısıtı vardır. Asıl görevleri beyaz eşyaları çalıştırmak olan anayazılımlar zaten bu hafızayı sınırlarına yakın bir şekilde kullanmaktadır. Geliştirilen kuralın olabildiğince az hafıza kaplaması gerektiğinden, 250 Bayt ROM ve 11 Bayt RAM kullanılarak kural gerçekleştirildi. Fakat kullanılan mikrodenetleyiciye bağlı olarak bellek bloğu işlemlerinden dolayı ROM kullanımı diğer alt fonksiyonlara olabilecek zincirleme bir etki ile tahminen 2-3 katına çıkabilmektedir.

2. Anayazılım ve izlenebilirlik birlikteliği: Yapılan iyileştirmeler ile varılan noktada beyaz eşyanın, kendi başına veya dışarıdan izlenirken, çalışması etkilenmemektedir.

3. İletişim kuralının esneklik kısıtı: Geliştirme aşamasında, daha sonra dışarıdan takip ve kontrol edilmesi istenen bilgilerin değişmesi ve en baştan kesinleştirilememesi nedeniyle, RAM'den okuma ve yazma mantığı oluşturuldu.

4. Güvenlik kısıtı: Beyaz eşya üzerinde her türlü kontrolün yapılabileceği bu kuralın dışarıdan izlenerek çözümlenmesinin güçleştirilmesi ve yetkili olmayan dış kullanıcıların haklarının kısıtlanması için bir şifre ve deşifre algoritması kullanıldı.

5. Algılayıcılar sadece anayazılım tarafından kullanıldığında değil, sürekli olarak ve zamana bağlı kesilim istemine cevaben yazılımla, gürültüden filtrelenmiş şekilde veri derler hale getirildi.

6. Beyaz eşyanın her çalıştırılışında, hangi programda çalıştığına dair sayaçlar, eğer varsa EEPROM'da saklandı.

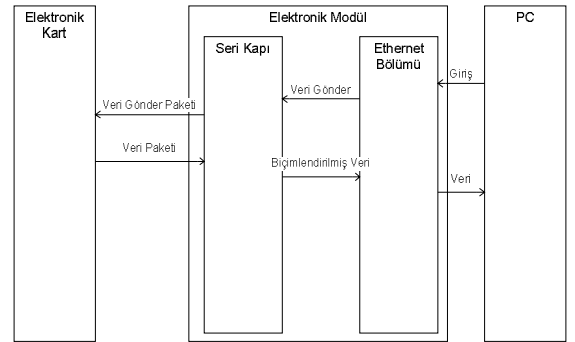
Sonuçta ortaya çıkan iletişim kuralı, beyaz eşyalar yanı sıra özel geliştirilebilecek motor ve veri toplama sistemleri gibi her türlü elektronik ürün üzerinde uygulanabilecek şekilde tasarlandı.

2.2 Geliştirilen İletişim Kuralının Yapısı

Beyaz eşya ve PC arasındaki haberleşme, PC'nin beyaz eşyaya bir paket göndermesi, beyaz eşyanın da bir cevap vermesi şeklinde olmaktadır.



Şekil 2. Çamaşır Makinesi ile dış dünya (PC) haberleşmesi



Şekil 3. Elektronik Kart ile PC arasında haberleşme durum çizgesi

2.3 Kuralın Biçimi

Beyaz eşya her yeniden başlatıldığında "Bağlantı" bayrağı sıfırlanmış olarak açılır [6]. İlk geçerli paketi aldığı anda, bir PC

ile bağlantı kurduğuna hükmeder ve “Bağlantı” bayrağını etkinleştirir.

Gönderilen Paket

Veri	Sağlama Toplamı
------	-----------------

Alınan Paket

Veri	Sağlama Toplamı
------	-----------------

Şekil 4. Haberleşme yapısı

Bir paketin iki baytı arasında maksimum süre $T_{ByteGap}$ kadar olabilir. Bir paketin iki baytı arasında bu süre aşıldığında beyaz eşya alınmaya başlanmış olan paketin bozulduğuna karar verir, alınmış olan baytları ihmal eder ve yeni bir paket beklemeye başlar.

Beyaz eşya geçerli paket aldıktan sonra sağlama toplamı doğru ise, maksimum $T_{ReplyTimeout}$ kadar süre içinde cevap verir. Sağlama toplamı hatalı ise bir cevap göndermez.

PC, $T_{ReplyTimeout}$ kadar beklemesine rağmen cevap alamazsa, gönderdiği paketin beyaz eşya tarafından doğru şekilde alınmadığına hükmeder ve paketi tekrar gönderir. Aynı hata bir daha oluşur ise PC aradaki haberleşmenin koptuğuna karar verir.

Haberleşmenin her iki yönünde de, paketin boyutu ne olursa olsun, paketin son baytı sağlama toplamıdır.

Kullanılan şifre ve deşifre algoritmasına göre, beyaz eşya ilk açıldığında ve şifre sorulduğunda bir şifre anahtarı yaratmakta ve anahtarı bu komutla dışarı göndermektedir. Şifreleme, sağlama toplamı hesaplandıktan sonra tüm paket üzerinde her bayt için aynı işlemle yapılmaktadır.

Çalışmada kullanılan komut PropertyRead komutudur. Beyaz eşyanın RAM’ında hazırladığı özel işlem sonucu değerlerden oluşan dizinin tamamını okumak için kullanılır. Beyaz eşya kendi hazırladığı dizinin tamamını cevap olarak gönderir. PC gelecek paketin uzunluğunu daha önceden “GetID” komutuyla öğrenmiş olmalıdır. Bu paket şifresiz olarak gönderilmektedir ve herkesin kullanımına açıktır.

Tüm bu haberleşme altyapısı, şu an elektronik karta sahip tüm beyaz eşyalarda bulunmaktadır Bu sağlanan altyapı, özellikle işletme içi satış öncesi testlerde kullanılmaktadır.

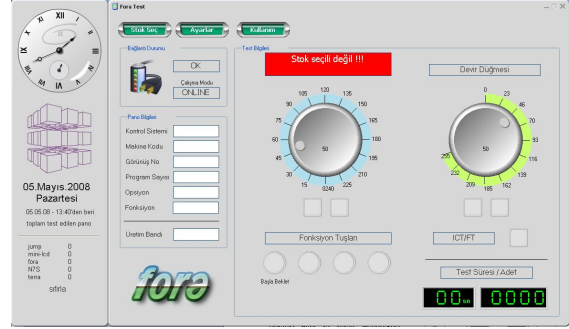
Bununla ilgili bir örnek, kartın gövdeye yerleştirilmeden önce tuş, program düğmesi ve ekran testinden geçirildiği uygulamadır. Aşağıda örnek uygulamaya ait arayüz görülmektedir.

Bu program, test edilecek elektronik kartın görünüş özelliklerini test etmektedir.

Test programı aşamaları:

1. Program düğmesi sağ ve sola dönüş testi
2. Fonksiyon tuşları basıp basmadığı testi
3. Sonuçta ekranda çıkması gereken “Tamam” yazısı

Program bu testleri 100 ms aralıklarla kartın durum bilgilerini okuyarak yapmaktadır. Karta gönderdiği komut ve aldığı durum bilgilerini yorumlar ve kullanıcıya göstermektedir.



Şekil 5. Örnek kart test uygulaması

2.4 Mikrodenetleyici ile Haberleşme

Görüldüğü gibi bir elektronik eşya ile akıllı bir sistemin kurulmasının ilk aşaması olan, elektronik eşyaya ait bilgilerin elde edilmesi kısmı, belli kısıtlar dahilinde tamamlanmıştır. Buradaki kısıtlarımız, dış dünya haberleşme biriminin seri haberleşme (RS232 iletişim kuralı) olmasından dolayı uzak mesafelerde veri kaybının olması ve PC’nin izlenecek eşyanın yanına götürülmesi zorunluluğudur.

Sıradaki adım seri haberleşmeyi Ethernete çevirmek ve makinenin yerel ağ (LAN) üzerinden kontrol ve gözlemlenmesini sağlamaktır.

Seri haberleşmeyi (RS232) ethernet aracılığı ile iletebilmek için TIBBO şirketinin EM202-EV adlı ürünü kullanılmıştır.



Şekil 6. TIBBO EM202-EV

Ürünün özellikleri aşağıdaki gibidir [7] :

- Uzaktan kontrol edilebilir seri bağlantı noktaları
- Tek veya çift yönlü işlem
- Seri bağlantı noktası ya da Ethernet üzerinden kurulum ve programlama
- Sabit ya da dinamik (DHCP destekli) IP
- ADSL modem üzerinden kontrol edilebilirlik
- UDP, TCP, ARP, ICMP (PING), DHCP, PPPoE ve LCP iletişim kurallarını desteklemesi

- TIBBO BASIC programı ile programlanabilirlik
- FLASH bellek
 - Temel olarak BASIC programlama dilini almıştır.
 - Sistem uygulamaları dışında içerdiği Örün Sunucusu sayesinde Örün uygulamalarını da (HTML, JavaScript destekler) çalıştırabilir.
 - Çeşitli yüksek-seviye nesnelere:
 - Sock: TCP-UDP olarak en fazla 16 bağlantı
 - Ser: UART haberleşme
 - IO: Seri bağlantı noktası hatlarının denetimi
 - STOR: EEPROM'dan okuma ve EEPROM'a yazma
 - ROMFILE: Değişmeyen verilerin saklanması



Şekil 7. Sistemin Akış Çizelgesi

Ürünün en basit özelliği olan Ethernet-Seri bağlantı noktası dönüşümü çift taraflı olacak ve döngü okuma halinde sürecektir. Bu nedenle sürekli bir haberleşme olacaktır.

Önceden belirtildiği gibi, amaç, yerel ağ üzerindeki tüm yetkili kullanıcıların erişimi olduğu için, kullanıcı girişi ve gelen verinin gösterildiği ekranlar örün sayfası olacaktır. Bunun için ürünün örün sunucu özelliğinden faydalanılmaktadır.

3. Sistem Servisleri

Projenin EM202 dahili yazılımı tarafında geliştirilen ilk kısım, sadece yetkili kullanıcıların girebilmesi için tasarlanan kullanıcı giriş sayfasıdır.



Şekil 8. Kullanıcı giriş sayfası

Geliştirilen örnek kullanıcı giriş sayfası ise yukarıdaki gibidir. Burada ekrana gelen kullanıcı adı ve şifre sorgusundan geçebilenler, elektronik karta ait bilgilerin görüntülediği “veri görüntüleme” sayfasına geçer.



Şekil 9. Verilerin gösterildiği sayfa

Bu sayfada, döngü halinde ethernet kısmı ile seri bağlantı noktası arasında devamlı haberleşme olduğu için sayfanın 5 sn

aralıklarla seri bağlantı noktasından veri alma komutunu göndermesi ve önceden gelen komutu sayfada göstermesi sağlanmaktadır.

Kodun önemli kısmını, seri bağlantı noktasından veri gönderme ve alma alt yordamları oluşturmaktadır. Bu alt yordamlar, "TIBBO BASIC IDE (TIDE)" tarafından oluşturulan "Ser" ve "Sock" nesnelere kullanılarak veri alma-gönderme işlemlerini yapmaktadır. Alt yordamların hem HTML hem de TIDE tarafında tanınabilmesi, "global.h" başlık dosyasında tanımlanması ile sağlanmaktadır. Global.h içeriği aşağıdaki gibidir:

```
declare function get_password(byref
user_name as string) as string
declare function get_http_argument(byref
http_req_string as string, byref argument
as string) as string
declare function sendSer as integer
declare function getSer as string
declare function giris as integer
```

Programda en önce derlenecek kaynak dosyada, tüm nesne ve olaylar ile dahili işletilecek yordamlar tasarlanır. Kullanılan "Ser" ve "Sock" nesnelere sahip olduğu olaylar sayesinde veri gönderme-alma işlemleri yapılmaktadır.

4. Veri Toplanması ve Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında, makineden istenilen veriler alınabilmekte ve internet üzerinde herhangi bir yerden bu veriler görüntülenebilmektedir [8]. Gelen veriler, ayrıca, internet üzerinde bulunan bir sunucuda toplanmaktadır. Bu durum iki şekilde kullanılmıştır; Makineyle ilgili servisin herhangi bir hata durumunda otomatik olarak uyarılması ve elde edilen verilerden veri madenciliği kullanılarak kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesi.

Makine çalışırken, üzerinde bulunan aygıt aracılığı ile sürekli sunucu ile haberleşmekte ve çalışma durumu, çalıştırdığı program ve o anda kullandığı su miktarı vb. verileri sunucuya kaydetmektedir. Bu veriler arasında, çalışırken hata oluşup oluşmadığı, hata oluştuysa hangi hatanın meydana geldiği de yer almaktadır. Kullanıcı bilgilerine göre en yakın servise anlık olarak düşen, hangi kullanıcıda hangi hatanın meydana gelmesi, problemin çözümü için hızlı ve etkili bir yoldur. Aynı zamanda tüketici memnuniyeti açısından da önemlidir.

Sunucu tarafından saklanan bilgiler, kullanıcılarla ilgili bazı istatistik bilgilerin de elde edilmesini sağlar. Bu alanda 5 kişi üzerinde Çamaşır Makinesi ile ilgili yapılan örnek çalışma ile hangi günler daha çok çamaşır yıkandığı ve daha çok hangi programların kullanıldığı bilgisine ulaşıldı. Bunun gibi daha birçok bilgi, beyaz eşya firmalarının ARGE bölümlerinde geliştirme amaçlı kullanılmaktadır. Örneğin az kullanılan programlar zaman içerisinde yerini başka programlara bırakmaktadır.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Çamaşır Makinesi ile ilgili yapılmış bu çalışma, aynı ağa bağlı bir çamaşır makinesi ve bir bilgisayar arasındaki veri alış-verişini göstermektedir. Elde edilen veri, yetki sınırlandırılmı bir ürün sayfası aracılığı ile son kullanıcıya açılmıştır. Çalışma, kullanım alanı olarak üretim sahası ve akıllı ev

ortamları ile sınırlı kalmayıp, servislerin herhangi bir arıza durumunda faydalanacağı önemli bir kaynak olarak ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde ortaya çıkan gereksinimler, makinenin internete bağlı hale getirilmesi (örneğin ev içi yerel ağ oluşturulup modem üzerinden internet çıkışı) ve bu internet bağlantısına sabit IP verilip, her çamaşır makinesinin IP numarasının servislere bildirilmesidir.

Meydana getirilen sistem, internet üzerinden direk veya VPN aracılığı ile ev otomasyon sisteminin kontrolü gibi genişletilebilir özelliklere sahiptir.

6. Referanslar

- [1] Yamazaki, T., Beyond the Smart Home, *Hybrid Information Technology, 2006. ICHIT'06, Vol 2. International Conference* Volume 2, 350 – 355, Nov. 2006
- [2] Riquebourg, V., Menga, D., Durand, D., Marhic, B., Delahoche, L., Loge, C., The Smart Home Concept: Our Future *E-Learning in Industrial Electronics, 2006 1st IEEE International Conference*, 23 – 28, 18–20 Dec. 2006
- [3] Baeg S.H., Park J.H., Koh J., Park K.W., Baeg M.H., Building a Smart Home Environment for Service Robots Based on RFID and Sensor Networks, *International Conference on Control, Automation and Systems 2007*, Oct. 17-20, 2007 in COEX, Seoul, Korea
- [4] Mokhtari, M., Ghorbel, M., Kadouche, R., Feki, M.A., From Smart Home to Smart Space in Independent Living: A Framework for Multiple Contexts Management, *Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications 2007*, 8–10 Oct. 2007.
- [5] Shan, Q., Liu, Y., Prosser, G., Brown, D., Wireless intelligent sensor networks for refrigerated vehicle, *Emerging Technologies: Frontiers of Mobile and Wireless Communication, 2004. Proceedings of the IEEE 6th Circuits and Systems Symposium*, Vol.2 525- 528, 2004
- [6] ARÇELİK A.Ş. Beyaz Eşya İletişim Kuralı, Şirket Raporu, Referans gösterilemez
- [7] TIBBO Kullanım Kılavuzu, http://docs.tibbo.com/index.html?em202_ev.htm
- [8] Nunes, R.J.C., Delgado, J.C.M., An Internet Application For Home Automation, *Electrotechnical Conference, 2000. MELECON 2000. 10th Mediterranean*, Vol.1 298–301, 2000