



Alınış tarihi (Received): 13.11.2017
Kabul tarihi (Accepted): 30.11.2017

Baş editor/Editors-in-Chief: Ebubekir ALTUNTAŞ
Alan editörü/Area Editor: Bülent TURAN

Nesnelerin İnterneti Tabanlı Yangın Alarm Sistemi Tasarımı ve Uygulaması

Seyit Alperen ÇELTEK^a, Mahmut DURGUN^b, Levent GÖKREM^{c*}, Yeliz DURGUN^d,

^aKaramanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, 70100, Karaman-Türkiye. e-posta: salperenceltek@kmu.edu.tr

^bKaramanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, 70100, Karaman-Türkiye. e-posta: mahmutd@yandex.com

^cGaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, 60250,

^dGaziosmanpaşa Üniversitesi, Turhal Meslek Yüksek Okulu, 60250, Tokat-Türkiye. e-posta: yeliz.durgun@gop.edu.tr

Sorumlu yazar, levent.gokrem@gop.edu.tr

ÖZET: Yangın algılama ve alarm sistemleri, binada ve işletmedeki yangınları ilk anda tespit etmek, gerekli güvenlik birimlerini durum hakkında bilgilendirmek, hayat ve mülkiyet koruması için tasarlanmış elektronik sistemlerdir. Günümüzde fabrikaların, iş merkezlerinin, hastanelerin, kısaca insanların yoğun olarak bulunduğu binaların güvenlik ve kontrol sistemlerine son teknoloji yangın algılama sistemlerinin entegre edilmesi önemli bir konudur. Mevcut yangın alarm sistemleri geniş alanlarda, özellikle endüstriyel tesislerde, optimum bir çözüm sağlamamaktadır. Bu çalışmada, nesnelerin interneti tabanlı düşük maliyetli endüstriyel yangın alarm sisteminin tasarımı ve uygulaması anlatılmaktadır. Geliştirilen sistem gaz sensörü, hareket sensörü, sıcaklık nem sensörü, duman sensörü ve haberleşme modülüne sahip yangın düğümlelerinden oluşmaktadır. Tüm yangın modülleri Wi-Fi ile bulut servere bağlanır. Yangın düğümlelerinden bulut servere iletilen veriler burada depolanır. Tasarlanan sistem, kullanıcının dünyanın her yerinden istediği zaman sıcaklık, nem, hareket ve yangın gibi parametreleri grafiksel olarak görüntülemesine olanak tanır. Önerilen bu düşük maliyetli sistemin kablolamaya gerek duymaması, basit bir arayüze sahip olması, kullanıcıya elde edilen verilerin analizi imkanını vermesi ve modüler olmasından dolayı mevcut endüstriyel tesisler için pratikte uygulanabilir olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler – Akıllı yangın alarm sistemi, Nesnelerin interneti, Yangın düğümleri.

Internet of Things Based Fire Alarm System Design and Implementation

ABSTRACT: Fire detection and alarm systems are systems for both life and property protection that are designed to detect fires in all types of buildings and businesses at an early stage, to inform residents about the situation, to inform the necessary security units and fire departments. In today's technological constructions, the need for integration between fire detection systems and other security and control systems systems is an important issue in the buildings, factories, business centers, hospitals and buildings where people are concentrated. For the extensive areas, especially industrial plants, the existing fire alarm systems do not provide an optimum solution. This paper shows the design of the internet of things based low-cost industrial fire alarm system. The developed system connects all the fire nodes to central by using Wi-Fi communication. Each fire nodes consists of the Wi-Fi communication module, gas sensor, smoke sensor, motion, temperature and humidity sensor. The cloud server receives the data from the fire nodes and stores them in the table and plotting the variables simultaneously. The designed system allows the temperature, humidity and luminosity variations to be viewed and controlled whenever users want from anywhere in the world. This low cost system is expected to be practically applicable for existing industrial installations because it does not need to be cabled, has a simple interface, allows analysis of the user's data, and is modular.

Keywords – Smart fire alarm system, Internet of things, Fire nodes.

1. Giriş

Otomatik yangın alarm sistemleri, yangın eylemi sırasında gözetim, izleme ve uyarı sağlamak için tasarlanmış elektronik sistemlerdir (Kasberger ve ark., 2016). Günümüzde otomatik yangın alarm sistemlerinin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Yangının ilk olduğu an tespit edilmesi ve erken müdahale yangının sebebiyet vereceği olası hasarı da minimuma indireyecektir.

Bir yangın alarm sistemlerinin temel bileşenleri şu şekildedir (Goel ve ark., 2017);

- Algılayıcılar,
- Uyarıcılar,
- Kontrol paneli.

Hali hazırda kullanılan endüstriyel yangın algılama sistemlerinin çoğu kablolu sistemlerdir. Mevcut sistemler konvansiyonel (bölgesel bilgilendirme) sistemler ve adreslenebilir (noktasal sistemler) olarak ikiye ayrılabilir. Konvansiyonel sistemlerde tesis yada bina belirli bölgelere ayrılır. Her bir bölgede bölgenin büyüklüğüne bağlı olarak 30-40 adet yangın algılayıcılar bulunur. Konvansiyonel sistemlerde yangın uyarısı bölgesel olarak değerlendirilir. Adreslenebilir sistemlerde tesis bir bütün olarak düşünülür ve algılayıcılar tüm tesise dağıtılır. Yangın uyarısı noktasal olarak değerlendirilir ve yangına en kısa sürede müdahale edilir (Aktaş, 2006).

Yangın alarm sistemlerinde algılayıcı olarak çeşitli sensörler kullanılır. Duman sensörü, alev sensörü, sıcaklık sensörü, ışık sensörü başlıca kullanılan sensörlerden olup, en fazla kullanılan sensör duman sensörüdür. Bir duman sensörü ışık sensörü olarak düşünülebilir. Duman sensör modülü doğrusal ışın yayan bir ışık kaynağı ile fotodiyottan oluşur. Sensör modülünün içine giren duman ışık kaynağından fotodiyota ışık iletimini engeller ve yangın uyarısına sebep olur. Sıcaklık sensörü kullanılarak oluşturulan yangın alarm sistemlerinde ise sıcaklık değeri belirli bir değerin üzerine çıktığında sistem alarm verir. Aynı anda duman sensörü ve sıcaklık sensörünün kullanıldığı yangın algılama sistemleride mevcuttur. Bu sistemler hem sıcaklığa hemde dumana duyarlı olup, yangın tespitinde daha etkin sistemlerdir (Gupta ve ark., 2016).

Mevcut endüstriyel sistemlerin çoğu kablolu sistemler olduğu için kurulumu ve bakımı çok zordur. Mevcut sistemlerin daha verimli çalışabilmesi için algılayıcıların belirli bir yerden yükseklik ve açı ile monte edilmesi gerekmektedir. Montajı yapılan algılayıcıların bakımının yapılması, bakımdan sonra tekrar yerleştirilmesi mevcut sistemlerin maliyetini de arttırmaktadır (Shu-guang, 2011).

Yangın algılama sistemlerinin kullanım amacı, binada ya da tesiste bulunan insanlara haber vererek can ve mal güvenliğini sağlamaktır. Mevcut sistemlerde yangın algılandıktan sonra, sesli ve ışıklı uyarıcılar ile binada bulunan insanların tahliyesinin yapılması sağlanır. Hatta öyle ki, yangın algılama ve uyarma sistemleri projelendirme sürecinde, alarm verme cihazlarının konumu da ayrı bir önem arz etmektedir. Yangın anında sesli yada ışıklı uyarı vermemesi gibi alarm sistemlerindeki olası bir arıza tüm bir yangın algılama sisteminin çalışmasını olumsuz yönde etkileyecektir.

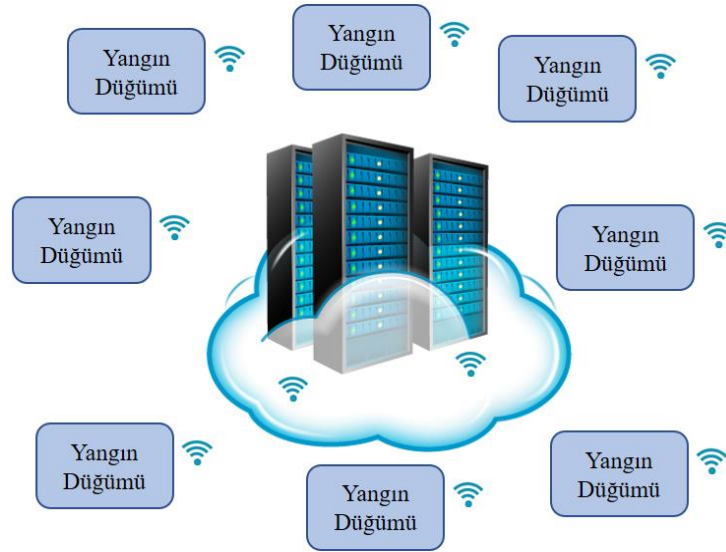
Özet olarak hali hazırda kullanılan yangın algılama sistemleri olarak değerlendirilir ise;

- Konvansiyonel sistemler en ekonomik sistemlerdir ve küçük ölçekli binalar için daha uygundur. Bina ölçeği büyüdükçe verimi düşer ve noktasal uyarıda bulunamaz.
- Adreslenebilir sistemler büyük ölçekli binalar için daha uygundur. Noktasal yangın uyarısı verebilir. Adreslenebilir sistemlerde binanın ölçeği ne kadar büyürse maliyet artar, kurulum ve bakım aynı oranda zorlaşır.
- Mevcut sistemlerin geneli kablolu sistemler olduğu için binaya uygulanması durumunda proje gereklidir. Kabloleme hem iş yükünü hemde maliyeti arttırmaktadır.
- Mevcut sistemlerde uyarı bölgesel olarak sağlanmaktadır. Uyarı anında o bölgede insanın bulunmaması yada uyarı cihazının arızası sistemi tamamen kullanışsız hale getirmektedir.

Yukarıda da açıklandığı üzere, kablolu yangın alarm sistemi yüksek maliyet gerektirir ve kurulumu zordur. Ancak kablolu sinyal iletimi (kılıf ve pirinç boru koruması gibi etkenler göz önüne alınırsa) yüksek sinyal kalitesini garanti eder. Bu nedenle yüksek kapasiteli, yüksek istikrarlı bir sistem gerçekleştirir. Kablosuz yangın alarm sistemi, haberleşme mesafelerinden ve engellerden büyük ölçüde etkilenen açık sinyal iletimini kullanır. Sinyal iletim hızı ve kapasitesi kablolu sisteme kıyasla daha düşüktür (Dong ve ark., 2016). Yapılan çalışmayla mevcut yangın alarm sistemlerinin eksiklerini gidermek ve mevcut olan problemleri daha teknolojik ve ucuz maliyetle çözmek amaçlanmıştır.

2. Sistem Tasarımı

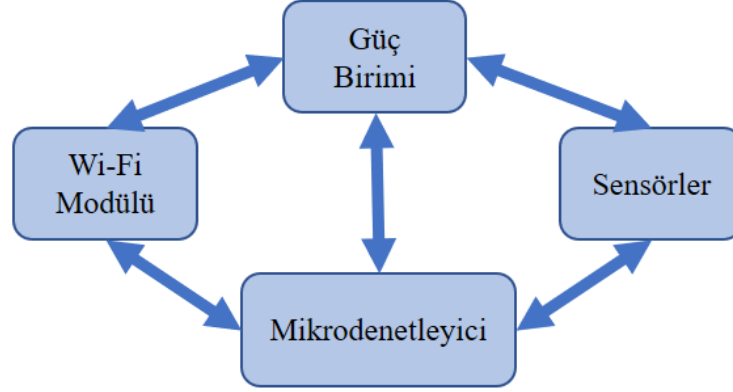
Bu çalışmada, ortamdan alınan verilerin, hatasız ve gerçek zamanlı iletilmesini sağlamak için nesnelerin interneti tabanlı kablosuz yangın alarm sistemi tasarımı yapılmıştır. Önerilen tasarımda yangın alarm sistemi yangın düğümleri ve sunucu olarak iki ana bileşenden oluşmaktadır. Şekil 1’de sistem modeli görülmektedir.



Şekil 1. Tasarlanan sistem modeli.

Figure 1. Designed system model.

Tasarlanan yangın alarm sisteminin donanım kısmını ortam parametrelerini takip etmek için kullanılan yangın düğümleri oluşturur. Bir yangın modülü Wi-Fi haberleşme modülü (ESP 8266), sıcaklık nem sensörü (DHT 22), duman sensörü, gaz sensörü (MQ-2), hareket sensörü, buzzer ve mikrodenetleyici içermektedir (Şekil 2). Yangının net bir şekilde tespit edilmesi için sıcaklık, nem, duman ve gaz sensörü kullanılmıştır.

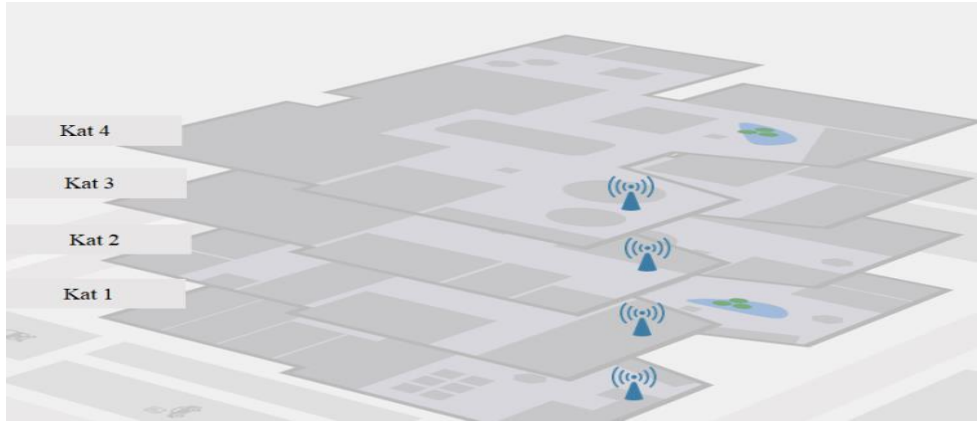


Şekil 2. Yangın düğümü modeli.

Figure 2. Fire-node model.

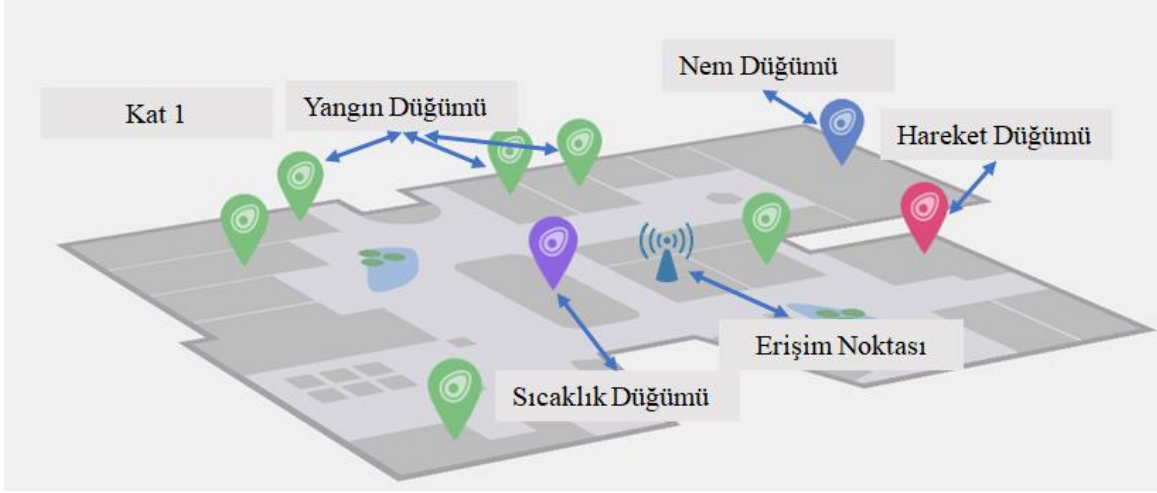
Kullanıcı her düğüm için belirli bir sıcaklık ve nem eşiği belirler. Düğümün algıladığı değerler belirlenen eşik değerlerini aştığı an düğüm alarm durumuna geçer. Duman sensörü ve gaz sensörü de ortamda yangın tespit eder etmez direk yangın alarm durumuna geçer. Alarm durumunda buzzer kullanılarak ses ile ortamda bulunan insanlara ikaz verilir. Aynı zamanda sunucuya uyarı ikazı gönderilir. Sunucuya gönderilen uyarı ikaz paketinde yangının konumu, sıcaklık ve nem bilgisi de iletilir.

Ortamdan toplanan veriler bulut sunucuda depolanır. Verilerin bulut sunucuya kablosuz olarak aktarılması için yangın düğümlerinin konumlandırıldığı ortamda yerel ağ bağlantısının olması gerekmektedir. Küçük ölçekli bina ve tesisler için önerilen sistem sorunsuz bir şekilde çalışmaktadır. Büyük ölçekli binalarda, yangın düğümleri ile sunucu arasındaki veri iletiminin sağlıklı bir şekilde sağlanması kablosuz yerel ağ bağlantısının artırılması gerekmektedir. Bu çalışmada yerel ağ bağlantısının güçlendirmek amacıyla erişim noktası (access point, AP) önerilmiştir. Şekil 3’de görseli verilen binaya tasarlanan sistem uygulanmak istenmiştir.



Şekil 3. Tasarlanan sistemin uygulandığı bina.

Figure 3. The building on which the designed system is installed



Şekil 4. Uygulama binasının bir katı.

Figure 4. One coat of application building.

Şekil 4'te uygulama yapılan binanın bir katına ait görsel verilmiştir. Kullanıcının isteğine göre yangın düğümlerinin sensörleri değişiklik gösterebilir. Sadece hareket sensörünü içeren hareket düğümü, sıcaklık sensörünü içeren sıcaklık sensörü, nem sensörünü içeren nem düğümü yada tüm sensörleri içeren yangın düğümleri binaya yerleştirilebilir (Şekil 4). Düğümler yerleştirilirken dikkat edilmesi gereken kriter erişim noktasına uzaklıktır. Erişim noktası kapsama alanı dışına yerleştirilen düğüm, aldığı ölçüm sonuçlarını sunucuya iletemeyecektir.

Tüm düğümler 9 V pil ile çalışmaktadır. Bu çalışmada düğümlerin güç tüketimini minimize etmek ve bir düğümün çalışma süresini daha da arttırmak adına olay tabanlı (event driven) paket gönderim modeli kullanılmaktadır. Olay tabanlı gönderim modelinde düğümler ayarlanan olayın gerçekleşip gerçekleşmediğini belirli bir periyotta kontrol ederler. Eğer olay gerçekleşmiş ise ortama ait sensör verilerini sunucuya iletirler. Olayın gerçekleşmeme durumunda ise uyku durumuna geçerek pil tüketimini azaltırlar. Aşağıda sıcaklık değeri için ayarlanmış bir olay tabanlı gönderim modelinin algoritması verilmiştir.

Olay Tabanlı Gönderim Modeli Algoritması

Adım 1. Kullanıcıdan istenen sıcaklık değerini al.

Adım 2. Sıcaklık ölçümü yap.

Adım 3. Ölçülen sıcaklık ile istenen sıcaklığı karşılaştır.

Adım 4. Ölçülen sıcaklık istenen sıcaklık değerinden daha fazla ise adım 6'ya git.

Adım 5. Uyku moduna geç.

Adım 6. Alarm durumuna geç ve ölçülen değeri sunucuya gönder.

Her düğüm ortama ait fiziksel parametreleri birer paket yapısı halinde sunucuya iletir. Bu paket yapısı gönderen düğümünün adresi, ölçüm sonuçları ve döngüsel artıklık denetiminden (Cyclic redundancy check, CRC) oluşmaktadır. Her düğümün kendisine özel adresi vardır. Kullanıcı paket yapısını alır almaz ilk olarak paketin hangi düğümden geldiğini kontrol eder ve o ilgili düğüm için tablo açar. Düğümden gelen sonuçları tabloya yazar. Düğümden gelen sonuçları kaydetmeden önce, düğümün ağa ilettiği veri ile sunucunun ağdan aldığı verinin aynı olup olmadığını döngüsel artıklık denetimi ile kontrol

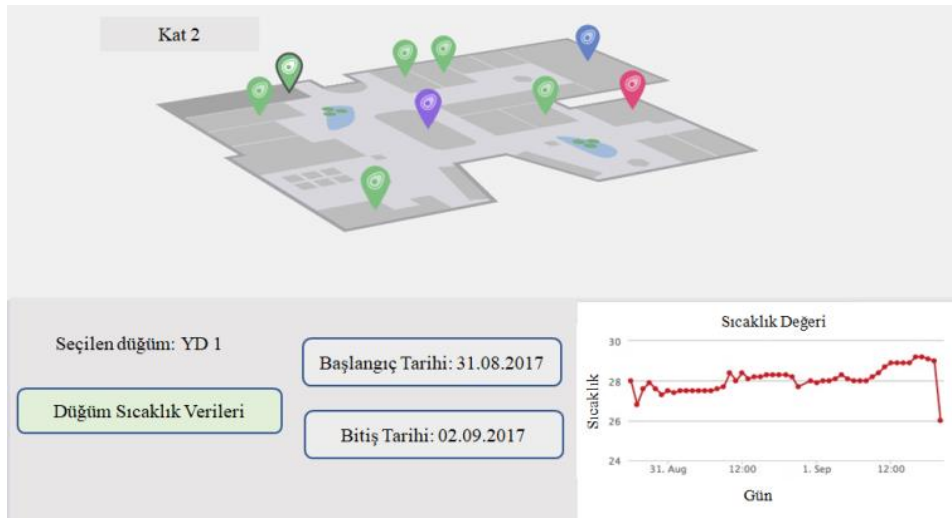
eder. Döngüsel artıklık denetimi sonucu pozitif ise veriler sunucuya kaydedilir. Kullanıcı sunucuya kaydedilen verilere internet aracılığıyla dünyanın her yerinden ulaşabilmektedir. Şekil 5'te gösterildiği üzere sistem basit bir arayüze sahiptir. Kullanıcı seçmiş olduğu düğümüne ait parametrelere Şekil 5'te gibi ulaşabilmektedir.



Şekil 5. Sistem arayüzü.

Figure 5. System interface.

Kullanıcı arzu ederse, seçmiş olduğu düğümün geçmiş değerlerine de ulaşabilmekte ve grafiksel bir şekilde analiz yapabilmektedir. Şekil 6'da seçilen bir düğümün sıcaklık grafiği verilmiştir.



Şekil 6. Bir düğümün sıcaklık grafiği.

Figure 6. Temperature graph of a node.

Şekil 6'da gösterildiği gibi sistem kullanıcılarına istedikleri düğümü seçerek geçmiş günlere ait sıcaklık, nem ve yangın verilerine ulaşma, bu değerleri grafiksel şekilde analiz imkanları verilmiştir.

3. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada nesnelerin interneti tabanlı kablosuz yangın alarm sistem tasarımı yapılmıştır. Alarm sistemi ile kablosuz haberleşme platformu hazırlanmıştır. Tasarlanan sistemin mevcut sistemlere göre öngörülen avantajları şu şekildedir;

- Mevcut kablolu sistemin kurulduğu büyük ölçekli binalar için önerilen sistem yardımcı alt sistem olarak kullanılabilir. Önerilen sistemin alt sistem olarak kullanılması mevcut sisteme esneklik ve uzaktan erişilebilme özelliği kazandıracaktır.
- Hizmet süresi geçici olduğu için kablolanmanın yapılmadığı binalarda (depo, garaj, v.b.) önerilen sistem rahat bir şekilde uygulanabilir.
- Mevcut binalarda iç ünitenin yerleşimi değiştiğinde ya da mevcut sistemlerin genişletilmesi için bina birimleri kısmen arttığında, önerilen sistem yardımcı alt sistem olarak kullanılabilir.

Tasarlanan sistemin öngörülen en büyük dezavantajı ise sunucu-düğüm arası veri iletiminin aksamasıdır. Bu problem çözümü için de anten tasarımı veya haberleşmede topoloji kullanılabilir. Tasarlanan bu sistemin maliyetinin düşük olması, kablolanmaya gerek duymaması, basit bir arayüze sahip olması, modüler ve esnek olması gibi sebeplerden dolayı endüstriyel tesisler için vazgeçilmez olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, O., 2006. "Rf Modül Kullanan Kablosuz Yangın Algılama Sistem Tasarımı," Gebze Yüksek Teknoloji Üniversitesi.
- Dong, W., Wang, L., Yu, G., and Mei, Z., 2016. "Design of Wireless Automatic Fire Alarm System," *Procedia Eng.*, vol. 135, pp. 413–417.
- Goel, P., Datta, A., and Mannan, M. S., 2017. "Journal of Loss Prevention in the Process Industries Industrial alarm systems : Challenges and opportunities," *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 50, pp. 23–36.
- Gupta, S., Mudgil, A., Bhardwaj, P., and Gupta, M., 2016. "Design and Development of Automatic Fire Alert System," pp. 632–636.
- Kasberger, J., Krammer, L., and Kastner, W., 2016. "Reliable IP based Communication for Fire Alarm Systems," pp. 63–68.
- Shu-guang, M. A., 2011. "Construction of Wireless Fire Alarm System Based on ZigBee Technology," vol. 11, pp. 308–313.