

Kablosuz Duyarga Ağları ile Engelli İnsanlar İçin Akıllı Ev Uygulamaları

Ali Haktan Işılak Şebnem Baydere
Yeditepe Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
haktanisilak@hotmail.com; sbaydere@cse.yeditepe.edu.tr

Özetçe

Akıllı evler geleceğin tasarım kavramları arasında olmaktan çıkmıştır. Günümüzde, içinde yaşayanların yaşam tarzlarını doğrudan etkileyen evler tasarlanmaktadır. Akıllı ev sistemlerinin amacı, tanımlanmış aktivitelerin farkında olan bir ortam yaratmaktır. Engelli insanlar günlük hayatlarını kolaylaştırmak için bu sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu çalışmada engelli insanların hayatlarını kolaylaştırmak amacıyla farklı engel türleri için duyarga ağları ile bazı akıllı ev uygulamaları geliştirilmiştir. Tasarlanan sistem, karar alma süreçlerinin merkez düğümde yapıldığı ve önceden tanımlanmış görevleri yerine getiren diğer düğümleri içeren bir yıldız ağ mimarisinden oluşmaktadır. Tmote Sky duyarga düğümleri kullanarak oluşturulan test ortamında üç temel senaryo gerçekleştirilmiş ve başarımlar testleri sonucunda sistemin doğru kararlar verdiği görülmüştür. Gerçeklenen sistemler otomatik kapı kontrol sistemi, gaz kaçağı algılama sistemi ve işitme engelli insanları uyarı sistemidir. Bu makalede sistemin genel çalışma prensipleri ve senaryolar anlatılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kablosuz Duyarga Ağları, Akıllı Ev, Engelli İnsanlar

Smart Home Applications for Disabled People using Wireless Sensor Networks

Abstract

Smart homes are no longer design concepts of the future. They are being built now, and having a direct impact on the lifestyles of people living in them. The aim of smart home systems is to create an environment that is aware of the activities taking place within it. Disabled people may benefit from

such systems to make their life easier. In this study, we designed a wireless sensor network based smart home system for different kinds of disabilities. The system consists of a star network with a sink node at the center responsible for decision processes and different sensor nodes with pre-defined tasks responsible for actuations. We developed a real testbed with Tmote Sky nodes for the realization of three basic actuations; an intelligent door control system, gas leakage detection and warning system. The whole system is tested against failures for several times and 100% success is observed.

Keywords: Wireless Sensor Networks, Smart Home, Disabled People

1 Giriş

Mikro elektronik, iletişim ve diğer ilgili teknolojik alanlardaki gelişmeler, çok çeşitli türlerde kablosuz duyargaların geliştirilmesine imkân sağlamıştır. Bu duyarga düğümleri farklı bölgelerdeki sıcaklık, ses, titreşim, basınç, hareket veya kimyasal faktörler gibi çevresel ve fiziksel koşulları gözlemlemek için bazı aygıtlarla donatılmışlardır. Bir yandan algılama ve bilgi ölçme işlemlerini yaparken, bir yandan da haberleşme ve hesaplama yapabilme yeteneğine sahiptirler [1].

“Akıllı Ev” duruma bağlı olarak bazı akıllı uygulamaları harekete geçiren özel sistemlerle donatılmış bir evi ya da bir yapıyı tanımlamak için kullanılan terimdir. Bu sistemlerin evlere yerleştirilmesiyle birlikte önceden programlanmış senaryoların kontrolü mümkün hale gelmektedir. Örneğin, kişi evin dış kapısına yaklaştığı zaman sistem kişinin kimliğini tespit eder ve kapıyı açmamaya gerektiğine karar verir. Bu sistem, kişinin nerede olduğunun farkında olarak, buna göre hangi uygulamanın gerçekleşeceğine karar verebilme yeteneğine sahip olması sebebiyle bağlama duyarlı bir sistemdir. Akıllı tasarlanan ve işletilen yapılar

üretimlilik, enerji tasarrufu ve yönetsel kazançlar bakımından da dramatik bir artış sağlamaktadır. Bütün akıllı ev sistemlerinin amacı insanların hayatını kolaylaştırmaktır. Bu sistemler engelli insanların da günlük hayatını kolaylaştırabilir.

Engelli insanlar günlük hayatlarında sağlıklı insanlara göre daha fazla problemlere maruz kalmaktadır. İşitme engelli insanlar kapı zilini duyamazken, Alzheimer hastaları da gazı açık unutabilirler. Bunlar özellikle evde yalnız kaldıklarında karşılaşılabilecekleri bazı problemlerdir. Kablosuz duyurga ağları (WSN) teknolojisi ile bu problemleri çözmek mümkün hale gelmiştir. Akıllı evler ayrıca engelli insanlar için güvenli ve güçlü bir çevreyi destekleme için de kullanılır. Sistem, kullanıcıya teknik detayları bilmeden bütün özelliklerini kullanma ve otomatize etme imkânı sağlar. Ayrıca güvenliği sağlamak ve tehlikeli bir durum olduğunda kullanıcıyı uyararak için de çevreyi gözlemleyebilir. Bu çalışmada engelli insanların hayatını kolaylaştıracak bir sistem tasarlanması hedeflenmiştir. Üç farklı engel türü için farklı senaryolar gerçekleştirilmiştir. Bilgisayara bağlı olan merkez düğümü kimlik belirleme ve karar verme işlemleri için kullanılırken, diğer duyurga düğümleri olayları algılama ve harekete geçirme işlerinden sorumludur. Senaryolarda ayrıca kullanıcı üzerinde taşınan hareketli duyurga düğümünden de faydalanılmıştır.

Makalenin içeriği şu şekilde düzenlenmiştir: Bölüm 2'de benzer çalışmalar irdelenmiş, Bölüm 3'de sistemin genel tasarımı verilmiştir. Bölüm 4, uygulama senaryolarını içermektedir. Bölüm 5'de merkez düğümün fonksiyonları anlatılmıştır. Bölüm 6 sonuçları vermektedir.

2 Benzer Çalışmalar

Günümüzde yaşlı nüfus genç nüfusa göre daha hızlı artış göstermektedir [2]. Bu nedenle ev otomasyon sistemleri yaşlı ve engelli insanlar için uygulanabilir bir seçenek haline gelmiştir. Literatürde kablosuz duyurga ağların akıllı ev tasarımında kullanılması ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Hussain vd. tarafından yapılan çalışmada Kablosuz Duyurga Ağları (WSN) ve Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisi birleştirilerek kapı kontrol sistemi geliştirilmiştir. Bu proje Alıcı Sinyal Seviyesi Göstergesi (RSSI) değerini temel alarak yapılmıştır. RSSI değeri çevresel etkenlere bağlı olarak anlık değişkenlikler gösterir. Kapıya

yerleştirilen iki adet düğüm sayesinde RSSI değerindeki ani değişimler gözlemlenerek kapıdan birinin geçtiği algılanır. RFID cihazları kullanılarak da kapıdan giren kişinin kimliği tespit edilir. Bu çalışmada problem duyurga düğümlerinin çok kısa zaman aralıklarıyla ve devamlı olarak birbirleri arasında radyo iletişimi yapmalarıdır. Çünkü düğümler iletişim esnasında en yüksek enerjiyi tüketirler. Bu da düğümlerin çalışma ömrünü kısaltır. Bu çalışmada ise kapıya birinin yaklaştığını Pasif Kızılötesi Duyurga (PIR) kullanarak tespit etmekteyiz. Gelen kişinin kimliğini ise merkez düğümün bağlı olduğu bilgisayardaki veri tabanı üzerinden belirlemekteyiz. Bu sayede radyo iletişiminin kullanımını büyük ölçüde azaltarak pilin ömrünü artırmış bulunmaktayız. Radyo iletişimi ve PIR duyurgalar arasındaki güç tüketimi Çizelge-1 ve Çizelge-2'de verilmiştir.

Çizelge-1: Radyo enerji tüketimi

Radyo Güç Seviyesi	Bekleme Durumundaki Akım Tüketimi (μA)	Radyo İletimi Esansındaki Akım Tüketimi (mA)
Max	365	17.4
Min	365	7.2

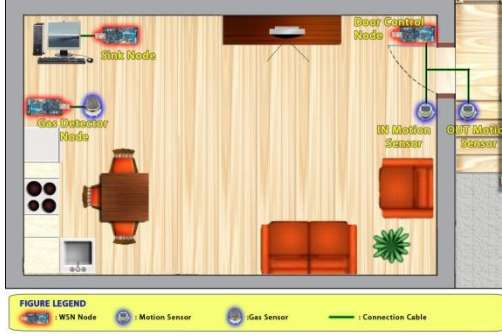
Çizelge-2: PIR duyurganın akım tüketimi

Bekleme Durumundaki Akım Tüketimi (μA)	Radyo İletimi Esansındaki Akım Tüketimi (μA)
52	136

3 Sistem Tasarımı

Tmote Sky duyurga düğümleri IEEE 802.15.4 Zigbee standardı ile çalışan Chipcon CC2420 [5] radyo kırmığı ile iletişimi sağlamaktadır. IEEE 802.15.4 standardının hassaslığı ve düşük enerji işlemi sayesinde, CC2420 radyo kırmığı bize güvenli bir kablosuz iletişim sağlamaktadır.

Bu sistemde duyurga düğümleri “merkez düğüm”, “kapı kontrol düğümü”, “gaz algılayıcı düğüm” ve “hareketli düğüm” olmak üzere, işlevlerine göre isimlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Örnek ev planı ve duyurga düğümlerin konumları Şekil 1'de verilmiştir.



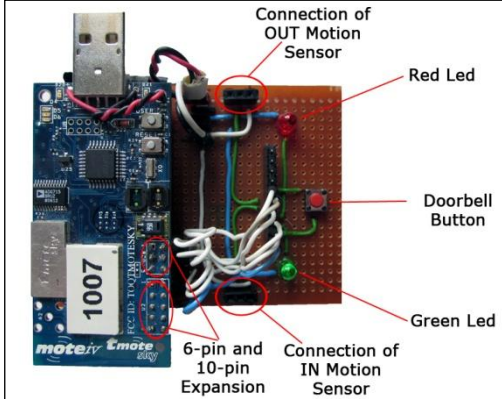
Şekil-1: Örnek ev planı ve duyarga düğümlerinin konumları

3.1 Merkez Düğüm

Bu düğüm USB ile bilgisayara bağlıdır. Ağdaki diğer düğümlerle bilgisayar arasındaki bilgi akışını sağlar. Merkez düğüm ile bilgisayara aktarılan bilgiler bir veritabanına kaydedilir veya başka bir işlemi tetikleyebilir.

3.2 Kapı Kontrol Düğümü

Bu düğümün görevi otomatik kapı kontrol sistemini kontrol etmektir. Hem algılayıcı hem de olayları harekete geçirici düğümdür. Hareketi ve zile basıldığını algılamasının yanında, kapıyı açma ve kilitleme işlemlerinden de sorumludur. Otomatik kapı kontrol sistemini benzetim yoluyla gerçeklemek amacıyla Şekil 2’de görülen donanımı hazırlanmıştır.



Şekil-2: Kapı kontrol düğümü ve diğer harici aygıtlarla bağlantısı

Hareketi tespit etmek için iki adet Pasif Kızılötesi Duyarga (PIR) kullanılmış ve kapıya yerleştirilmiştir. Hareket duyargası düğümlerinden biri evin dışındaki hareketi algılamaktan sorumluyken, diğeri evin içindeki hareketi algılar. Böylece sistem gelen kişinin dışarıdan mı, içeriden mi kapıya yaklaştığını algılar. Ayrıca, duyarga düğümüne bağlı bir düğme kapı zili fonksiyonunu görmektedir. Biri düğmeye bastığında 4. bölümde anlatılan Senaryo 2 gerçekleşir. Kapıyı kilitleme ve açma işlemlerini benzetmek için ise yeşil ve kırmızı ışıklar kullanılmıştır. Eğer sistem kapıyı açarsa yeşil ışık yanar, kilitletiği zaman ise kırmızı ışık yanar. Gerçek sistemde ise röle devresi kullanarak kilitleme ve açma işlemleri yapılmaktadır. Rölenin çalışma mantığı kendi üzerinden geçen büyük ölçekteki akımı, çok daha küçük ölçekli bir akımla açıp kapayabilen bir yapıdır. Bu sayede kapı kontrol düğümü röleyi açıp kapayacak, röle de kapıyı açıp kilitleyecektir.

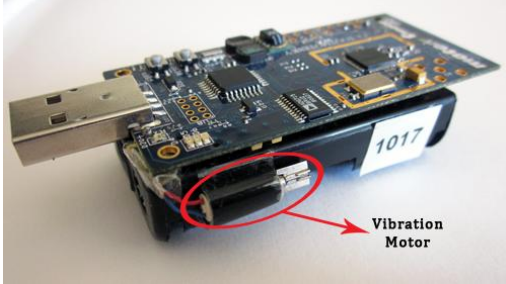
3.3 Gaz Algılayıcı Düğüm

Gaz kaçaqlarını tespit etmekle görevli düğümdür. Harici bir gaz duyarga devresi düğümüne bağlanmıştır. Ortamda herhangi bir gaz sızıntısı olduğunda, gaz duyarga devresinin çıkışı mantıksal olarak “1” değerine getirilir ve düğümün giriş bacağı bu durumu algılayarak düğümü uyarır.

3.4 Hareketli Düğüm

Kullanıcı tarafından taşınması gereken düğümdür. Diğer düğümlerle kullanıcının haberleşmesini ve kullanıcının kimliğinin tespit edilmesini sağlar. Her hareketli düğüm farklı kimlik numarası verilerek programlanmıştır.

Şekil 3’te görüldüğü gibi düğümüne harici olarak küçük bir titreşim motoru bağlanmıştır. Titreşim motoru düğümün çıkış bacakları sayesinde kontrol edilerek, işitme engelli kullanıcının fiziksel olarak uyarılması sağlanmıştır.

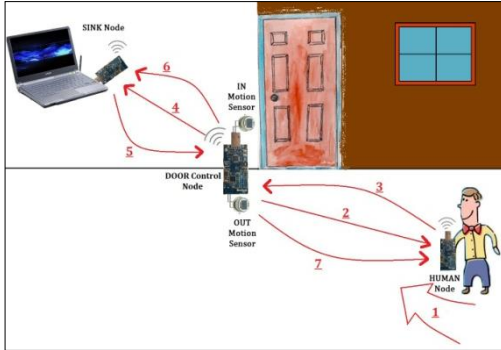


Şekil-3: Titreşim motoru bağlanmış İnsan Dügümü

4 Uygulama Senaryoları

4.1 Senaryo 1: Otomatik Kapı Kontrol Sistemi

Bu senaryonun aktörü ellerini kullanamayan bir engellidir. Bu kişi engelinden dolayı kapıyı açmak ve kilitlemek için anahtar kullanamamaktadır. Kişi kapıya yaklaştığında sistem bunu fark edip kişiyi tespit eder ve kapıyı otomatik olarak açar. İçeri girdikten 5 saniye sonra da tekrar kapıyı otomatik olarak kilitletler. Eve girişte ve çıkışta da aynı senaryo uygulanır.



Şekil-4: Otomatik kapı kontrol sistemi (Senaryo 1)

Şekil 4'te görüldüğü gibi kapı kontrol düğümü ve buna bağlı iki hareket duyargası kapıya yerleştirilmiştir. Hareket duyargalarından biri evin dışına, diğeri ise evin içine yerleştirilmiştir. Merkez düğümün bağlı olduğu bilgisayarda ev otomasyon programı çalışmaktadır. Kullanıcılar bilgisayarda bulunan kontrol panelinden sisteme tanımlanmaktadır. Aşağıda anlatılan senaryoda kullanıcının tanımlı olduğu ve kimlik numarasının veri tabanına kayıtlı olduğu varsayılmıştır. Kullanıcının yapması gereken tek şey önceden

programlanmış olan hareketli düğümü taşımaktır. Şekil 4'te bu senaryonun şeması verilmiştir. Sistemin arka plandaki çalışma mantığı şu şekildedir.

Adım 1: Kullanıcı dışarıdaki hareket duyarganın algı alanına girdiğinde, duyurğa hareketi tespit eder ve kapı kontrol düğümünü uyarır. Bu uyarının anlamı dışarıdan eve girmek isteyen biri olduğudur.

Adım 2: Kapı kontrol düğümü hareket duyurğa tarafından uyarıldığında, ortama en düşük sinyal gücüyle bir mesaj yayınlar. Mesaj şu soruyu sormaktadır: "kimlik numaran nedir?". Normalde düğümler arasındaki radyo haberleşmesi mesajın doğrudan istenilen kimlik numaralı düğüme gönderilmesiyle olur. Burada ise kapıya yaklaşan hareketli düğümün kimlik numarası bilinmediği için özel bir düğüme mesaj göndermek yerine, tüm düğümlerin alabileceği bir mesaj yayınlanır. Bu mesajın en düşük radyo sinyal gücü ile yayınlanması yayın alanını daraltarak çevrede bulunan olayla ilgisiz düğümlerin mesajı alma olasılığını düşürmektedir. Tmote Sky düğümleri radyo sinyal gücünü çalışma zamanı esnasında ayarlama yeteneğini sahiptir. Bu sayede mesajın erişim uzaklığını 1 metreye kadar düşürmeyi başardık. Bu da yayınlanan mesajın sadece kapıya yaklaşmakta olan hareketli düğüm tarafından alınmasını sağlamaktadır.

Adım 3: Hareketli düğüm "kimlik numaran nedir?" mesajını aldıktan sonra, kimlik numarasını cevap olarak kapı kontrol düğümüne geri yollar.

Adım 4: Kapı kontrol düğümü gelen mesajdaki kimlik numarasını veritabanından kontrol edilmesi için merkez düğüme gönderir.

Adım 5: Merkez düğüm gelen kişinin kimlik numarasını kapı kontrol düğümünden alarak seri iskele üzerinden ev otomasyonu programına aktarır. Ev otomasyon programı ise gelen numarayı veritabanından kontrol eder. Eğer numara veritabanında kayıtlı ise kapı kontrol düğümüne "kapıyı aç" mesajı yollar. Kayıtlı değilse "kapıyı açma" mesajı yollar. Kapı kontrol düğümü kapıyı açarsa, kapıyı 5 saniye sonra otomatik olarak tekrar kilitletler.

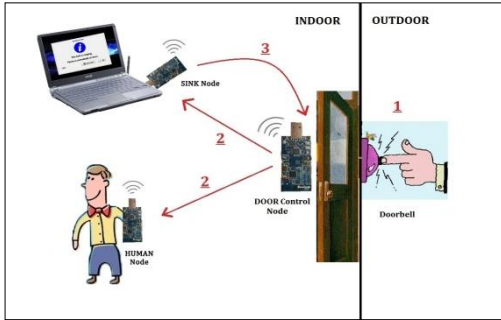
Adım 6: Bu adımda kapı açılmış ve kullanıcının içeri girmesi beklenmektedir. Eğer içerideki hareket duyurğa herhangi bir hareket tespit ederse, sistem kişinin içeri girdiğini algılar. Sonra tekrar kapıyı kilitletler. Merkez düğümü ve hareketli düğümü içeri

girme olayından haberdar eder. Bu bilgi veri tabanına kaydedilir.

Adım 7: Bu adım kişi içeri girdikten sonra gerçekleşir ve hareketli düğüm ilgili kişinin durumunu “içeride” olarak değiştirir. Aynı adımlar kişi içeriden dışarı çıkarken de gerçekleşir.

4.2 Senaryo 2: İşitme Engelli Kullanıcıları Uyarma

Bu senaryoda işitme engelli kullanıcılara yardım etmek hedeflenmiştir. Amaç, kapı ziline algılamasını sağlamaktır. Bu senaryonun gerçekleşmesi için hareketli düğümüne bir titreşim motoru yerleştirilmiştir. Kapı ziline basıldığı zaman akıllı sistemin birbiri ile etkileşerek titreşim motorunu harekete geçirmesi sağlanmıştır. Bu sayede hareketli düğümü üzerinde taşıyan işitme engelli kullanıcının uyarılması sağlanmıştır.



Şekil-5: İşitme engelli insanların titreşim ile uyarılması (Senaryo 2)

Şekil 5’te verilen senaryo adımları anlatılmıştır.

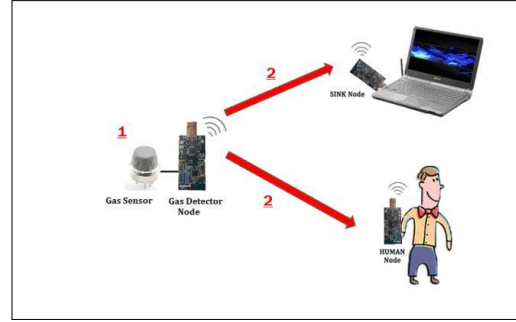
Adım 1: Kapı kontrol düğümüne bağlı olan zile basılması kapı kontrol düğümü tarafından bir “olay” olarak algılanır.

Adım 2: Kapı kontrol düğümü kapsama alanında bulunan diğer düğümlere “kapı zili çalıyor” anlamına gelen mesajı gönderir. Bu mesaj kişi üzerinde bulunan hareketli düğüm tarafından algılanır ve üzerinde bağlı olan titreşim motoru çalışmaya başlar. Motor 5 saniye boyunca titreşir. Böylece kişi fiziksel olarak uyarılmış olur. Aynı mesaj ayrıca merkez düğüm tarafından da algılanır. Ev otomasyonu ara yüzü üzerinde durumla ilgili bir bilgilendirme penceresi görüntülenir ve olay gerçekleşme zamanı ile birlikte veri tabanına kaydedilir.

Adım 3: Bu adım istenirse kullanılır. Otomasyon programı üzerinden kapının ilk senaryoda anlatıldığı şekilde otomatik açılması imkânı sağlar. Eğer kullanıcı bir önceki adımda ekranda beliren bilgilendirme mesajındaki “kapıyı aç” seçeneğine tıklarsa, merkez düğüm kapı kontrol düğümüne “kapıyı aç” mesajı yollar ve kapı açılır. 5 saniye sonra kapı otomatik olarak tekrar kilitlenir.

4.3 Senaryo 3: Gaz Kaçağı Algılama Sistemi

Bu senaryo çeşitli sebeplerle gazın açık unutulması durumunda devreye girer. Örneğin Alzheimer hastası kullanıcılar için düşünülebilir. Tasarlanan sistem gaz kaçağı olması durumunda ev ortamında kişinin uyarılmasını sağlar.



Şekil-6: Gaz Kaçağı Algılama Sistemi (Senaryo 3)

Şekil 6’da senaryo özetlenmiştir. Bölüm 3.3’te anlatıldığı gibi, gaz algılayıcı düğüm bu senaryodan sorumludur ve üzerine harici bir gaz duyurucu devresi yerleştirilmiştir. Gaz sızıntısı olduğunda, gaz duyurucu devresi bunu algılar ve gaz algılayıcı düğümü uyarır. Duyurucu düğümü olay hakkında uyarıcı bir mesaj yayımlar. Mesaj hareketli düğüm tarafından algılanır ve titreşim motoru tekrar devreye girer. Ayrıca merkez düğüm de mesajı alır ve ses mesajı ile birlikte ekranda uyarı mesajı görüntülenir. Bu durum aynı zamanda gerçekleştiği zaman bilgisiyle birlikte veritabanına kaydedilir. Böylece kullanıcıların tehlikeye karşı uyarılması gerçekleşmiş olur.

5 Ev Otomasyon Programı

Sistem, kullanıcı ara yüzünü sağlayan Java tabanlı bir ev otomasyon programı ile etkileşmektedir. Tüm sistemin yönetilmesi ve gözlenmesi merkez bilgisayar üzerinde sağlanmaktadır. Otomasyon

programı ayrıca merkez düğüm ile bilgisayar arasındaki iletişimi de sağlar.



Şekil-7: Ev otomasyon programının ana menüsü

Şekil 7’de görüldüğü gibi sıcaklık ve nem bilgisi gerçek zamanlı olarak program üzerinden görülebilmektedir. Düğümler üzerinde gömülü olan sıcaklık ve nem duyargaları sayesinde bu değerler okunabilmektedir.

Program üzerinde duyargaların konumlarının bulunduğu örnek bir ev planı ile testler yapılmıştır. Senaryolar gerçekleşirken ev planı da görsel olarak değişmektedir.

6 Sonuç

Yukarıda bahsedilen senaryoları gerçek ortamda test etmek amacı ile bir düzenek oluşturulmuştur. Her senaryo farklı zaman dilimlerinde 50 kez test edilmiş ve senaryolar %100 başarı ile tamamlanmıştır. Geliştirilen sistemin ağ paket kayıplarına toleranslı olması için olaylar gerçekleşene kadar mesajlar periyodik olarak yayınlanmaktadır. Ayrıca, düğümler üzerinde mesaj trafiğinden kaynaklanan yığılmaların paket kaybına sebep olmaması için çok sayıda test yaparak uygun değer tepkime süreleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada kablosuz duyarga ağların akıllı ev tasarımlarında etkin bir şekilde kullanılabilceği gösterilmiştir. Akıllı evler konusunda daha önce birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen engelli insanları hedefleyen çalışmaların daha kısıtlı olduğu görülmektedir. Kablosuz duyarga ağları ile kolay kullanım, programlama ve konfigürasyon imkânı veren, güvenilir ve taşınabilir akıllı evler tasarlanabileceği gösterilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bilgi birikimi daha kapsamlı senaryoların hazırlanmasını sağlayacaktır.

7 Kaynakça

- [1] Michel Banâtre (ed.), Pedro Jose Marron (ed.), Anibal Ollera (ed.) and Adam Wolisz (ed.) (2008) Cooperating Embedded Systems and Wireless Sensor Networks, UK, Wiley, 2008.
- [2] Mount Allison University, Aging and the Canadian Population, [Online] Available from: http://www.mta.ca/faculty/arts/canadian_studies/english/about/aging/ [Accessed 23rd May 2010].
- [3] Sajid Hussain, Scott Schaffner, Dyllon Moseychuck (2009) Applications of Wireless Sensor Networks and RFID in a Smart Home Environment, 2009 Seventh Annual Communications Networks and Services Research Conference.
- [4] Moteiv Datasheet, [Online] Available from: <http://www.moteiv.com/products/docs/tmote-sky-datasheet.pdf> [Accessed 23rd May 2010].
- [5] CC2420 Radio Chip Datasheet, [Online] Available from: <http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs150/Documents/CC2420.pdf> [Accessed 23rd May 2010]