

İnternet üzerinden kontrol edilen tam otomasyonlu akıllı ev sistemleri için örnek bir uygulama

An example application for fully automated smart home systems controlled over internet

Özen Sine¹, Yücel Koçyiğit^{2*}

¹ Manisa Büyükşehir Belediyesi, Ek Hizmet Binası, 2. Anafartalar mah., Şehzadeler, Manisa, ozensine@windowslive.com

^{2*} Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yunusemre, Manisa, yucel.kocyiigit@cbu.edu.tr

MAKALE BİLGİLERİ

Makale geçmişi:

Geliş: 21 Ekim 2019
Düzeltilme: 3 Nisan 2020
Kabul: 6 Nisan 2019

Anahtar kelimeler:

Akıllı Ev, Otomasyon, İnternet, MSP432

ÖZET

Bu çalışma ile günlük yaşamda ev ortamında gerçekleştirilen bazı rutin işlerin internet üzerinden akıllı cep telefonu, tablet veya Wifi desteği olan TV üzerinden kablosuz olarak uygulaması yapılmıştır. Sulama, ısı, ışık düzeyi, vb. parametreler de internet üzerinden periyodik veya isteğe bağlı kontrol edilerek insan hayatını kolaylaştıran uygulamalar incelenmiştir. Bu amaçla kontrol sisteminin verimini maksimumda tutabilmek için düşük güç tüketimi ve performansı ile öne çıkan MSP432 mikrokontrolör kullanılmıştır. Bu çalışma, mevsimsel sıcaklıklara göre ev ortamında sıcaklık kontrolü ve bahçe sulamasını ayarlamak için gelecekteki tam otomatik sistemlere bir örnek olarak kullanılabilir. Ayrıca evde yatağa bağımlı bir hastanın aniden bir sağlık problemi ile karşılaşması durumunda bir hasta takip senaryosu da içermektedir.

Ev ortamını birebir yansıtabilmek ve kontrol edilen parametrelerin rahatça gözlemleyebilmek için tez çalışmada ev maketi tasarımı yapılmıştır. Ev otomasyonu sisteminde kontrol edilmek istenen her bir parametreye ait sensör, sistemin konforunu artırması için mikrokontrolörle kablosuz haberleşmektedir. Alıcı ve verici arasındaki kablosuz veri aktarımı ESP8266 modülüyle sağlanmaktadır. Sistemin hem verimli veri işleme hem de gelişmiş düşük güç tüketimi konusunda sorunsuz çalışabilmesi için MSP432 mikrokontrolör tercih edilmiştir.

İnternet üzerinden kullanıcı bilgileri girildikten sonra ev otomasyon sistemine erişim sağlanmaktadır. İnternet arayüz programı ile ev ortamının haberleşebilmesi için MQTT haberleşme protokolü kullanılmaktadır. Evdeki her bir parametre anlık olarak gözlemlenebilmekte ve istenildiği zaman müdahale edilebilmektedir.

Doi: 10.24012/dumf.635296

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 21 October 2019
Revised: 3 April 2020
Accepted: 6 April 2019

Keywords:

Smart home, Automation, Internet, MSP432

ABSTRACT

In this study, some monotonous works performed in the home environment in daily life can be provided wireless over the internet via smart mobile phone, tablet or TV supported by Wifi. The applications facilitated human life have been examined by controlling parameters of irrigation, heat, light level, etc. periodically or optionally via internet. For this purpose, MSP432 microcontroller, which stands out with its low power consumption and performance, is used in order to keep the efficiency of the control system at maximum. This study can be used as an example of future fully automated systems to adjust temperature control and garden irrigation in the home environment according to seasonal temperatures. It also includes a patient follow-up scenario if a bed-dependent patient suddenly encounters a health problem at home. Each parameter in the house can be observed instantly and intervened at any time. The sensor of each parameter that is wanted to be controlled in the home automation system communicates wireless with the microcontroller to increase the comfort of the system. The wireless data transmission between the receiver and transmitter is provided by the ESP8266 module. The MSP432 microcontroller has been chosen to ensure that the system runs smoothly for both efficient data processing and improved low power consumption. After entering user information over the internet, access to home automation system is provided. MQTT communication protocol is used for the communication of the home environment with the internet interface program.

* Sorumlu yazar / Correspondence
Yücel KOCYİĞİT
✉ yucel.kocyiigit@cbu.edu.tr

GİRİŞ

Akıllı ev tanımı, genel olarak her şeyi kontrol edebilen merkezi kontrol sistemine sahip olan ev şeklinde yapılmaktadır. Daha ayrıntılı olarak tanımlamak gerekirse; akıllı bir ev, çeşitli sistemleri bir arada koordineli bir şekilde kullanarak teknik performansı, yatırımları ve işletim maliyetlerini düşürmeyi, esneklik kazandırmayı en üst seviyeye taşıyan yapıdır [1].

Akıllı Ev teknolojisi ile insanların, günlük yaşamlarında modern teknolojiler kullanılarak oluşturulan otomasyon sistemleri sayesinde güvenlik, iletişim, konfor, tasarruf, kontrol vb. birçok alanda hizmet almaları mümkündür. Bunlardan bazıları aydınlatma kontrolü, güvenlik sistemleri, hareket detektörleri, iklim kontrolü ve benzerleridir. Ayrıca günümüzde her evde ve yanımızda sürekli taşıdığımız akıllı telefonlarda bulunan internet sayesinde akıllı ev uygulamaları son zamanlarda internet üzerinden kontrol edilmeye başlanmıştır [2].

Akıllı ev otomasyon sistemleri, evlerde kullanılan elektrik ve elektronik cihazların kullanıcı dostu bir arayüzle uyumlu şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Bu sistemler konfor ve ergonomi sağlamalarının dışında enerji tasarrufunu da beraberinde getirirler; hatta belirli bir zaman diliminden sonra maliyetlerini amorti etmektedirler. Özellikle yaşlı ve özürli insanlar için yaşam kalitesini arttırmaktadırlar. Örneğin birçok fiziksel fonksiyondan yoksun biri otomasyon sistemi sayesinde evdeki cihazlarını çalıştırıp durdurabilmekte (açıp kapatabilmekte), gerekli ayarlamaları yapabilmektedir [3]. Günümüzdeki akıllı ev sistemleri genellikle kullanıcının doğrudan veya dolaylı olarak müdahil olduğu kısmi otomasyonlu yapılardır.

Gelecek yıllarda teknolojik alt yapının gelişmesiyle bu yapıların tam otomasyonlu sistemlere dönüşerek hiçbir dış faktör (insan müdahalesi) etkisi olmadan gerçekleşebileceğine şüphe yoktur [4].

Bu alanda yapılan çalışmaların bazılarında GSM teknolojisi üzerine akıllı bir ev otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Bu teknoloji, sayısallaştırılmış tonları işleyerek bir telefon hattı üzerinden çalışır ve zamandan ve yerden bağımsız olarak kullanılma avantajına sahiptir [3,5-9]. Aynı şekilde sabit telefon üzerinden kontrol edilen çalışmalar da mevcuttur [10,11]. İnternet kontrolü, tasarım web arayüzüne gömülü bir sunucu kartı ile yapıp sisteme internet üzerinden erişilmiştir [3,12,13]. Diğer araştırmacılar bilgisayar kontrollü akıllı ev otomasyon sistemlerini inceleyerek bir masaüstü veya dizüstü bilgisayardaki arayüz programı aracılığıyla mikro portlara devreden erişilen mikro devrelere erişerek kontrol sağlamışlardır [14,15].

Şekil 1'de gösterildiği gibi çalışmada tasarlanan ev maketindeki deneme odasının sıcaklık kontrolü ve bahçe sulaması, mevsimsel sıcaklıklara göre ayarlanabilmektedir. Isıtma ve soğutma sisteminin mevsimsel sıcaklıklara göre senkronize bir şekilde çalışması kullanıcıya hem ev ortamını daha yaşanabilir kıldığı için konfor açısından hem de sistem değişen sıcaklık değerlerine göre kısa süreli ve daha az enerji gerektiren tepkiler verdiği için tasarruf açısından oldukça avantaj sağlamaktadır. Ayrıca akıllı ev otomasyonuna tümleşik olarak evde yatağa bağımlı bir hastanın sağlık durumunu sürekli kontrol eden hasta takibi de gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1. Tasarlanan kontrol sisteminin genel yapısı

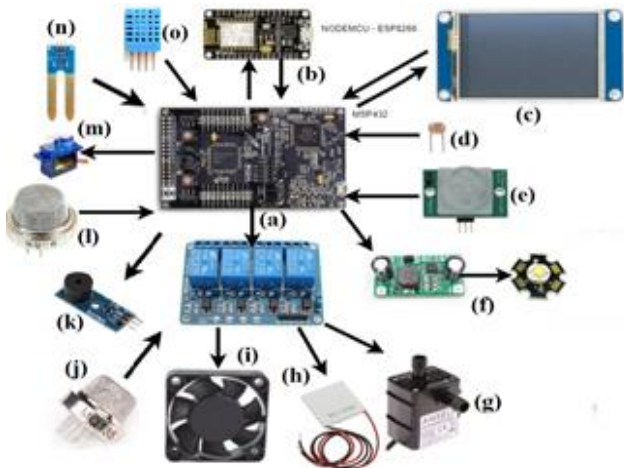
Figure 1. General structure of designed control system

DONANIMSAL TASARIM

Kullanılan Elektronik Malzemeler

Bu çalışmada akıllı ev uygulaması için kontrol edilecek parametrelere karar verilerek her bir parametre için piyasadaki en uygun sensör araştırılmış ve istenilen özellikleri karşılayabilecek en küçük boyutlu olanlar seçilmiştir. Böylece yapılan ev maketinin boyutları minimum düzeyde tutulmuştur.

Şekil 2’de mikrokontrolör ve her bir parametrenin kontrol edilmesini sağlayan elektronik malzemeler (sensörler ve yükler) arasındaki veri alış-verişi gösterilmiştir.



Şekil 2. Projede kullanılan elektronik malzemeler arasındaki veri alış-verişi
Figure 2. Data exchange between electronic materials used in the project

1) *MSP432 Kontrolör:* Texas Instruments tarafından piyasaya sürülen SimpleLink MSP EXP432P401R LaunchPad geliştirme kiti, sistemde kontrolör-denetleyici olarak görev yapmaktadır. Her vericiden (sensörden) gelen veriyi yorumlamaktadır. Programcı-kullanıcı tarafından yazılan algoritmaya göre gerekli çıkışları vererek istenilenler doğrultusunda sistemin tepki vermesini sağlamaktadır. Yazılım geliştirme seti (SDK) ve zengin araç seti ile kullanımı, kolay geliştirme ortamı sunması büyük avantaj sağlamaktadır. Kablosuz bağlantı çözümlerini temel alan uygulamalara yüksek hassasiyetli analog ve bellek uzantısı eklemelerine izin vermektedir [16].

2) *NodeMCU ESP8266:* Espressif Systems tarafından tasarlanan üzerinde ESP8266 denetleyicisi bulunan NodeMCU kiti, çevre parametrelerini kontrol eden sensörler ile kontrolörün kablosuz haberleşmesini sağlayan Wifi modülüdür [17]. Aynı zamanda internet ortamından mevsimsel sıcaklık değerlerinin çekilmesini sağlamaktadır. Veri akışını kablosuz olarak gerçekleştirerek sistemin verimli bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Kablo yığından kullanıcıyı kurtarması oldukça avantaj sağlamaktadır.

3) *3,2" Nextion Dokunmatik Ekran:* İnsan Makine Arabirimi (HMI) çözümü olan Nextion ekran, ev maketi üzerine yerleştirilerek her bir parametrenin programcı-kullanıcı tarafından manuel olarak kontrol edilmesini sağlamaktadır. “Nextion Editör” programı

vasıtasıyla kontrol edilecek parametre sayısı ve cinsine göre kullanıcı ekran arayüzü oluşturulmuştur. Ekran MSP432'ye bağlanarak kontrolör aracılığıyla ev ortamındaki her bir parametrenin kontrol edilmesi sağlanmaktadır. Acil bir durumda veya internet olmadığı zamanlarda ana kontrol ünitesi olarak sistemin çalışmasını ve denetlenmesini sağlamaktadır.

4) *LDR Foto Diyot*: LDR, bahçe aydınlatmasının devreye girmesi için akşam karanlığından faydalanılmasını sağlamaktadır. Gün ışığına LDR tepki göstererek direnç değerinde değişmeye neden olur. Direnç değerindeki değişimle ev maketindeki bahçenin aydınlanması için LED'ler devreye sokulmaktadır.

5) *HC-SR501 PIR Hareket Sensörü*: İçerisinde infrared sensörü olan PIR modülü, eve hırsız girme veya beklenmedik bir durumda can ve mal güvenliği sağlamaktadır. Sensör deneysel odada herhangi bir hareket olup olmadığını düzenli olarak denetlemektedir. Herhangi bir hareket algılanırsa buzzer'ı devreye sokarak kullanıcının uyarılması sağlanmaktadır.

6) *PWM LED Sürücü Modülü ve Power LED*: Ev içi ve bahçe aydınlatmasında 1 Watt'lık Power LED'ler kullanılmıştır. PWM LED sürücü modülü sayesinde aydınlatma şiddeti seviyesi ayarlanarak deneme odasında kullanıcının istediği derecede aydınlatma sağlanmaktadır.

7) *DC40-1245 Su Pompası*: Otomatik bahçe sulamasının kullanıcının isteğine göre yapılmasını sağlamaktadır. Toprak nem sensöründen gelen nem verileriyle senkronize bir şekilde çalışmaktadır. 4,5 metreye kadar saatte 480 litreye kadar su basabilmektedir.

8) *TEC1-12706 Peltier*: Bir termoelektrik sistem elemanı olan Peltier, ev maketindeki deneysel odanın ısıtılarak sıcaklığının istenilen derecede tutulabilmesini sağlamaktadır. DHT11 sıcaklık-nem sensörünün ölçtüğü sıcaklık verilerine göre kullanıcı algoritması doğrultusunda devreye girip çıkmaktadır.

9) *Fan*: 12 V DC gerilim ile çalışan fan, ev maketindeki deneysel odanın soğutularak sıcaklığının istenilen derecede tutulabilmesini sağlamaktadır. DHT11 sıcaklık-nem sensörünün ölçtüğü sıcaklık verilerine göre kullanıcı algoritması doğrultusunda devreye girip çıkmaktadır.

10) *MQ-135 Hava Kalite Sensörü*: Hava kalite sensörü MQ-135, ev maketindeki deneysel odada benzin, alkol ve yangın-duman kaçağının olup olmadığını tespit edilmesini sağlamaktadır. Herhangi bir yangın durumunda duman tespit edildiğinde buzzer devreye alınır kullanıcı uyarılır. Aynı zamanda deneysel odadaki CO2 miktarının sürekli takip edilerek ortamın hava kalitesinin belirlenmesine de imkân tanımaktadır.

11) *YL-44 Buzzer*: Sesli 2 kHz frekans aralığında çalışan ve küçük bir zil modülüdür. YL-44 Buzzer; yangın, gaz kaçağı ve hırsızlık durumunda can ve mal güvenliği için kullanıcıyı uyarılmaktadır.

12) *MQ-6 Gaz Sensörü*: Gaz sensörü MQ-6, ev maketindeki deneysel odada herhangi bir doğalgaz kaçağının olup olmadığını düzenli olarak tespit edilmesini sağlamaktadır. Herhangi gaz kaçağı durumu tespit edildiğinde buzzer devreye alınarak kullanıcı uyarılır.

13) *Servo Motor*: Hafif ve yüksek çıkış gücüne sahip servo motor, ev maketindeki dış kapının açma kapama manevrasının gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Yaklaşık 180 derece dönebilmektedir.

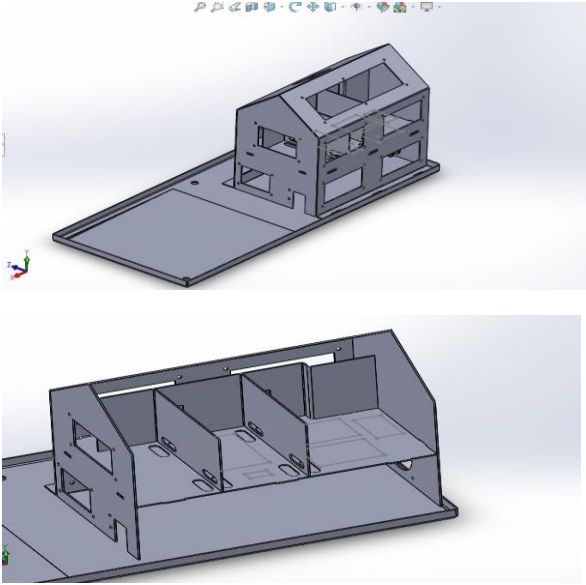
14) *Toprak Nem Sensörü*: Bahçe sulamasının otomatik olarak yapılabilmesi için toprağın nem oranını kontrol edilmesini sağlamaktadır. Sensördeki nem ölçer problemler sayesinde topraktaki suyun neden olduğu dirençten dolayı oluşan gerilim indüklemesinin büyüklüğüne göre nem değeri ölçülebilmektedir. Kullanıcının belirlediği nem eşik değerleri arasında sulama pompası çalışmaktadır.

15) *DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü*: Kalibre edilmiş dijital sinyal çıkışı içeren

DHT11, ev maketindeki deneysel odanın sıcaklığının istenilen derecede olup olmadığının tespit edilmesini ve nem miktarının ölçülmesini sağlamaktadır. Ölçülen sıcaklık değerine göre Peltier ya da Fan devreye girmektedir.

Tasarlanan Ev Maketi

Bu çalışmanın esas işlerliğini ve amaçlanan hedefe ne kadar ulaşılabildiğini göstermek ve oluşturulan sistemi doğal ortamında gözlemlemek amacıyla modern bir ev minyatürize edilerek ev maketi hazırlanmıştır. İki katlı olarak tasarlanan evin ilk katı, kontrol edilmesi planlanan parametrelerin ne derecede kontrol edilebildiğini gözlemlemek amacıyla deneme odası olarak tasarlanmıştır. İkinci kat ise 3 odadan oluşmakta olup entegre kartları ve mikrokontrolörü rahatça yerleştirilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Çizimleri Şekil 3’de gösterilen iki katlı ev maketi, bahçe platformu üzerine yerleştirilmiş ve burada modern bir bahçe sulaması ve aydınlatmasının yapılması planlanmıştır.

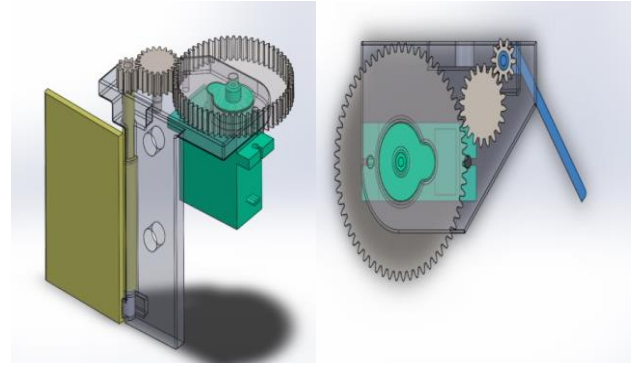


Şekil 3. Tasarlanan ev maketi
Figure 3. Designed house model

Çizimleri yapılan ev maketi 9 parçadan oluşmakta olup birbirlerine kolayca montaj yapılacak şekilde tasarlanmıştır.

Ev ortamında sıcaklık ve soğukluk kontrolü yapıldığı için pencereler ısı yalıtımı için fleksi ile kapatılmıştır.

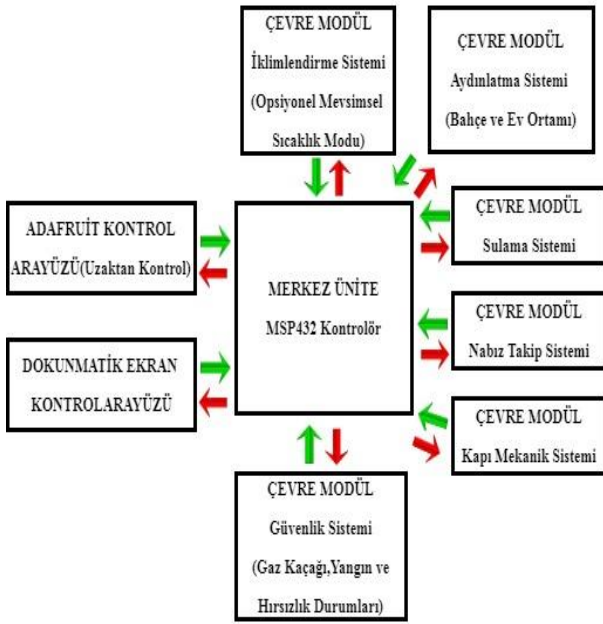
Kullanıcı güvenliği ve konforu için internet üzerinden kapı açma-kapama işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Bu hareketli mekanizmanın sağlanabilmesi için çizimleri Şekil 4’de gösterilen dış kapı özel olarak tasarlanmıştır. Kapının açılması ve kapanması, istenilen derecede ve yönde hareket ettirilmesi için servo motor ve dişli sistemi kullanılmıştır.



Şekil 4. Dış kapı mekanizması
Figure 4. Outer door mechanism

YAZILIM TASARIMI

Bu çalışmada “Energia” programı MSP432 mikrokontrolörün, akıllı ev ortamını denetleyebilmesi ve Şekil 5’de haberleşme yapısı gösterilen sistemin planlanan tepkiyi verebilmesi için gerekli algoritmaların yazılıp derlendikten sonra mikrokontrolörün hafızasına yüklenmesini sağlamıştır. Mikrokontrolörün Node MCU ile Nextion 3,2” dokunmatik ekrana veri gönderim-alımı “Energia” programında yazılan kodlar ile mümkün kılınmıştır. Ayrıca kontrolörün kablosuz haberleşmesini sağlayan NodeMCU modülü ile sensörlerden veri alınmasını sağlayan ESP8266’lara algoritmalar “Arduino” programı vasıtasıyla yüklenmiştir. 3,2” Nextion dokunmatik ekran arayüzünün tasarlanması için “Nextion Editör” programı kullanılmıştır. İnternet üzerinden sistemin kontrol edilebilmesi için “Adafruit IO Sistemi” kullanılmış ve kontrol arayüzü tasarlanmıştır.



Şekil 5. Sistem modülleri ile kontrol arayüzlerinin haberleşme yapısı
Figure 5. Communication structure of system modules and control interfaces

Uygulama Senaryoları

İnternet üzerinden akıllı ev otomasyon uygulamasında toplam 6 adet senaryo gerçekleştirilmiştir. Aşağıda bu senaryolar ayrıntılarıyla birlikte verilmiştir.

1) *İklimlendirme Senaryosu:* Kullanıcının talebine göre ev ortamındaki sıcaklığın istenilen derecede tutulması sağlanmaktadır. Ev ortamındaki sıcaklık sürekli olarak DHT11 sıcaklık-nem sensörü ile ölçülerek kontrolöre iletilir. Yazılan algoritma doğrultusunda kontrolör, alınan sıcaklık değerlerine tepki vermektedir. Ev sıcaklığı, talep edilen değer altına düştüğünde ısıtma elemanı olan Peltier devreye alınarak ortam sıcaklığı yükseltilir. Aynı şekilde ortam sıcaklığı talep edilen değer üstüne çıktığında soğutma elemanı fan devreye alınarak düşürülür. Bu sayede ev ortamının iklimlendirmesi kullanıcı konforu göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

2) *Aydınlatma Senaryosu:* Ev ortamı ve bahçe aydınlatması, 1 watt power LED'ler ile kullanıcı isteğine göre yapılmaktadır. Kullanıcı, ev ortamını PWM modülü sayesinde istediği ölçüde aydınlatabilmektedir. Ayrıca bahçe aydınlatması, sisteme eklenen LDR ile gün

ışığından faydalanılarak otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

3) *Bahçe Sulama Senaryosu:* Bahçe sulaması kullanıcı isteğine göre su pompası ile manuel veya otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Probları toprağa batırılan toprak nem sensörü ile topraktaki nem miktarı ölçülerek kontrolöre iletilir. Yazılan algoritmaya göre kontrolör, topraktaki nem miktarı kullanıcının belirlediği eşik değerinin altına düştüğünde sulama pompasını çalıştırarak bahçe sulamasını gerçekleştirmektedir. Nem miktarı istenilen değere ulaştığında sulama pompasını devreden çıkmaktadır. Böylece tam otomasyonlu bir sulama sistemi kullanıcıya sunulmaktadır.

4) *Güvenlik Senaryoları:* İnternet üzerinden akıllı ev otomasyon uygulamasında kullanıcının can ve mal güvenliği açısından aşağıdaki senaryolar üzerinde çalışılmıştır.

a) *Hırsızlık Senaryosu:* Ev ortamında kullanıcının istediği zaman HC-SR501 PIR hareket algılayıcı sensörü aktif etmesiyle hırsızlığa karşı önlem alınmıştır. Sensör herhangi bir hareket algıladığında buzzer devreye alınarak kullanıcının uyarılması sağlanmıştır.

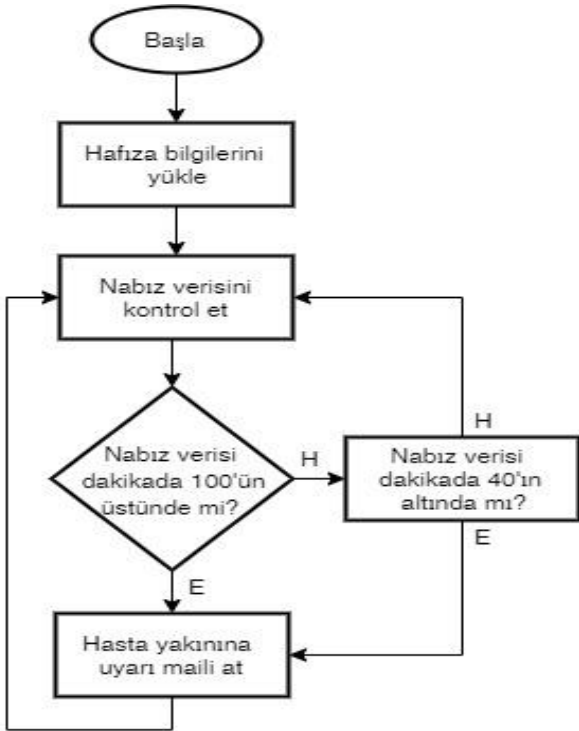
b) *Yangın Senaryosu:* MQ-135 hava kalite sensörü ev ortamında duman tespit etmesi durumunda yangın uyarısı buzzer vasıtasıyla kullanıcıya bildirilmesi sağlanmıştır.

c) *Gaz Kaçağı Senaryosu:* Evde MQ-6 gaz sensörü, gaz kaçağı olması durumunda buzzer devreye alınarak kullanıcı uyarılarak tehlikeden haberdar edilmesi sağlanmıştır.

d) *Dış Kapı Senaryosu:* İki senaryo üzerinde çalışılmıştır. Bunlardan ilki, "Kullanıcının anahtarı içerde unutulması" senaryosuna uygun olarak internet erişimi olan akıllı telefon aracılığı ile kapının açılması sağlanmıştır. Bir diğer senaryoda "kullanıcının evden aceleyle kapıyı çekip çıkması ve kapının kapanmaması" durumunda kapının otomatik olarak kapanması sağlanmıştır. Kapının istenilen derecede ve yönde hareket ettirilmesi servo motor ve dişli sistemi ile sağlanmıştır. Ayrıca kapıya bir adet mıknatıs ve kapı eşiğine bir adet reed switch monte edilmiştir. Reed switch mıknatısı algılayınca kontaklarını kapatmakta, mıknatıs

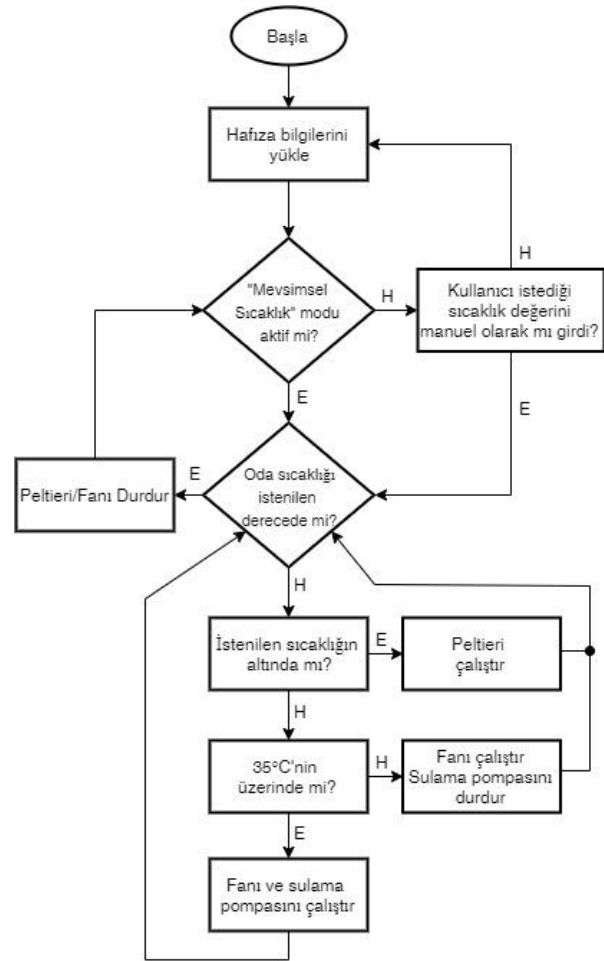
uzaklaşınca kontağını açmaktadır. Böylece kapının açık ya da kapalı olduğu bilgisi mikrokontrolöre iletilmektedir. Eğer kapı açık konumda 30 saniyeden fazla kalırsa kapı kendiliğinden kapanmaktadır.

5) Sağlık (Nabız takip) Senaryosu: Gerentechnology (yaşlılar için teknoloji) kavramı kapsamında evde bakıma muhtaç veya sürekli yatağa bağımlı bir bireyin bulunması ve bu bireyin beklenmedik herhangi bir sağlık sorunuyla karşılaşabilme ihtimali üzerinde durulmuştur. Şekil 6'da akış diyagramı gösterilen senaryoda bakıma muhtaç bireyin sürekli olarak nabız takibi yapılmaktadır. Bireydeki anormal nabız değişikliklerine göre (aşırı düşmesi veya artması durumunda) sistemin acil sağlık ekibine veya yakınına eposta yoluyla haber verilmektedir. Böylece en kısa sürede hastaya müdahale edilerek can güvenliğinin sağlanması amaçlanmıştır.



Şekil 6. Nabız takip sistemi akış diyagramı
Figure 6. Pulse monitoring system flow diagram

6) Mevsimsel Sıcaklık Senaryosu: Çalışmada tasarlanan ev maketindeki deneme odasının sıcaklık kontrolü ve bahçe sulaması, akış diyagramı Şekil 7'de gösterilen internet ortamından çekilen anlık mevsimsel sıcaklıklara göre ayarlanabilmektedir. Mevsimsel sıcaklık değerleriyle ideal oda sıcaklığı değeri arasındaki fark arttıkça yakıt ve enerji sarfiyatı artmaktadır. Bu yüzden kullanıcı konforu ve tasarrufu düşünüldüğünde ev ortamının sıcaklığının kararlılığı çok önemlidir.



Şekil 7. İklimlendirme sistemi akış diyagramı
(Opsiyonel mevsim sıcaklık modu)
Figure 7. Air conditioning system flow diagram
(Optional seasonal temperature mode)

Manisa genelindeki mevsimsel sıcaklık değişimlerine göre ısıtma ve soğutma sisteminin otomatik olarak devreye girmesi kullanıcıya

büyük avantajlar getirmektedir. Örneğin daha az yakıt ve elektrik sarfiyatıyla ev sıcaklığı ideal düzeyde tutulabilmekte ve kullanıcının bunun için ekstra bir önlem almasına gerek kalmamaktadır. Mevsimsel sıcaklık değerlerine göre sistem sürekli olarak tepki gösterebilmektedir. Mevsimsel sıcaklık değerinin 23 °C' nin altına düştüğünde Peltier devreye girerek ev ortamını ısıtmakta, 23 °C' nin üstüne çıktığında ise fan devreye girerek ev ortamını soğutmaktadır.

Diğer taraftan bitkiler olumsuz çevre koşullarına (besin maddesi eksikliği, su eksikliği, düşük veya yüksek sıcaklık, ultraviyole ışınları, tuzluluk, hastalık ve zararlılar, vb. gibi) maruz kaldıklarında gelişmeleri olumsuz etkilenir. Bu duruma bitkisel stres denir. Stres sonucu bitkilerde ortalama verim kaybı %65-90'ı bulabilmektedir [18]. Manisa genelinde yetişen bahçe bitkilerinin çoğu (domates, biber, marul, vb.) 35 °C' nin üzerinde sıcaklığa maruz kaldığında strese girmeye başlamaktadır. 45 °C' in üzerindeki sıcaklık değerleri ise öldürücü etkiye sahiptir. Dolayısıyla mevsimsel sıcaklıklar 35 °C' nin üzerine çıktığında kullanıcının herhangi bir zararla karşılaşmaması için bahçe sulaması otomatik olarak devreye girmektedir.

Kullanılan Kontrol ve Uygulama Programlama Arayüzleri

Akıllı ev otomasyon uygulamasında kontrol sistemi, hem internet üzerinden Web Server aracılığıyla hem de ev ortamında bulunan dokunmatik ekran ile yönetilebilmektedir. Kullanıcının ev otomasyon kontrol sistemini rahat bir şekilde yönetebilmesi amacıyla her iki yöntemle ait kontrol arayüzleri özel olarak tasarlanmıştır. Bu sayede kullanıcının ev otomasyonunu aktif bir şekilde yönlendirebilmesi ve anlık olarak sistemi sürekli takip edebilmesi sağlanmıştır. Ayrıca mevsimsel sıcaklık senaryosunun uygulanması için internet ortamından sıcaklık verileri çekilmektedir. Kullanılan kontrol ve uygulama programlama

arayüzleri hakkında aşağıda bilgi verilmiştir [19].

Adafruit IO Sistemi Kontrol Arayüzü

Adafruit IO, birden fazla veri beslemesini işleyebilmekte ve görselleştirebilmektedir.

Adafruit IO'ya entegre edilmiş, gösterge panoları ile verilerin grafiklerinin çizilmesine, ölçülmesine, kaydedilmesine ve görüntülenmesine izin vermektedir. Yapılan panolara dünyanın her yerinden görüntüleyebilme olanağı sunmaktadır. Bu çalışmada tasarlanan Adafruit kontrol arayüzünün nihai hali Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Adafruit kontrol arayüzü

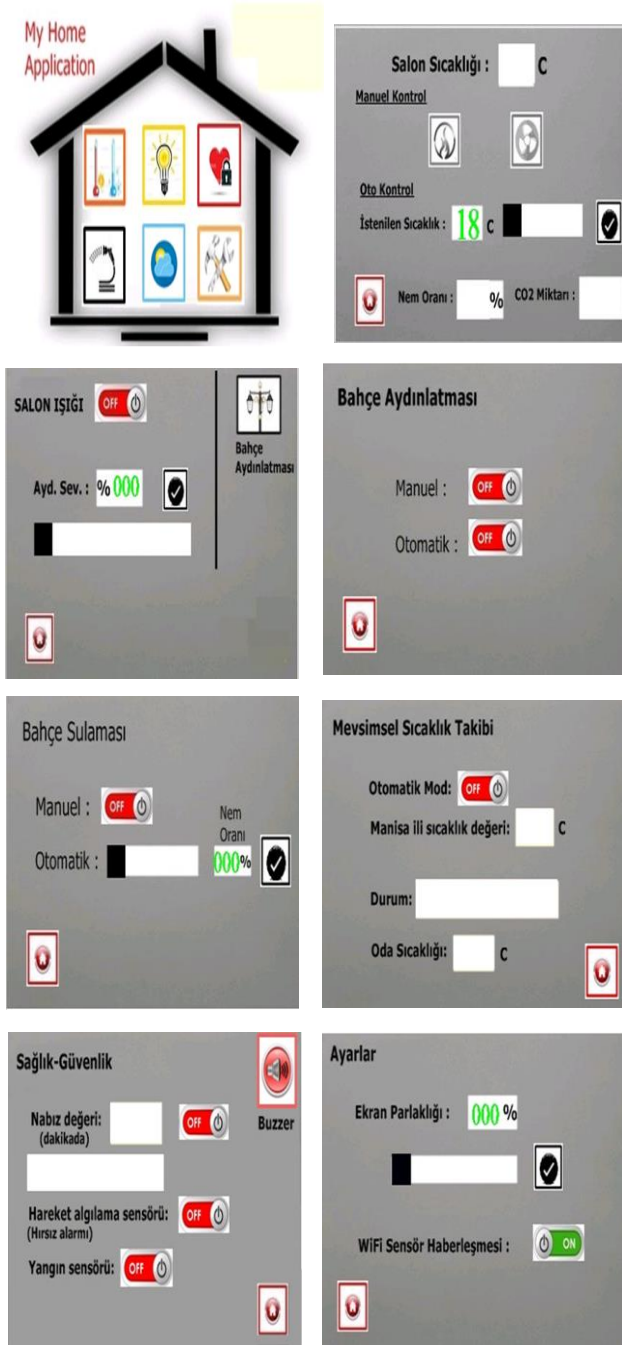
Figure 8. Adafruit control interface

Ev ortamındaki CO₂ miktarının ölçülerek hava kalitesini belirlenebilmesini sağlayan MQ-135 sensöründen Adafruit IO'ya veri gönderimi ve grafiği Şekil 11'de gösterilmiştir. Kullanıcı "Filter" butonuyla istediği tarih aralığındaki verilere erişebilirken "Download All Data" butonuyla da verileri şahsi bilgisayarına indirerek depolayabilir.

Nextion Dokunmatik Ekran Kontrol Arayüzü

Nextion dokunmatik ekranı, akıllı ev otomasyon uygulamasında ana kontrol ünitesi olarak kullanılmıştır. Bu sayede kullanıcıya internet erişiminin olmadığı veya acil müdahale gerektiren durumlarda manuel olarak ev ortamından sisteme sürekli erişebilmesi

açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Şekil 9'da Nextion dokunmatik ekranın nihai arayüz tasarımları gösterilmiştir.

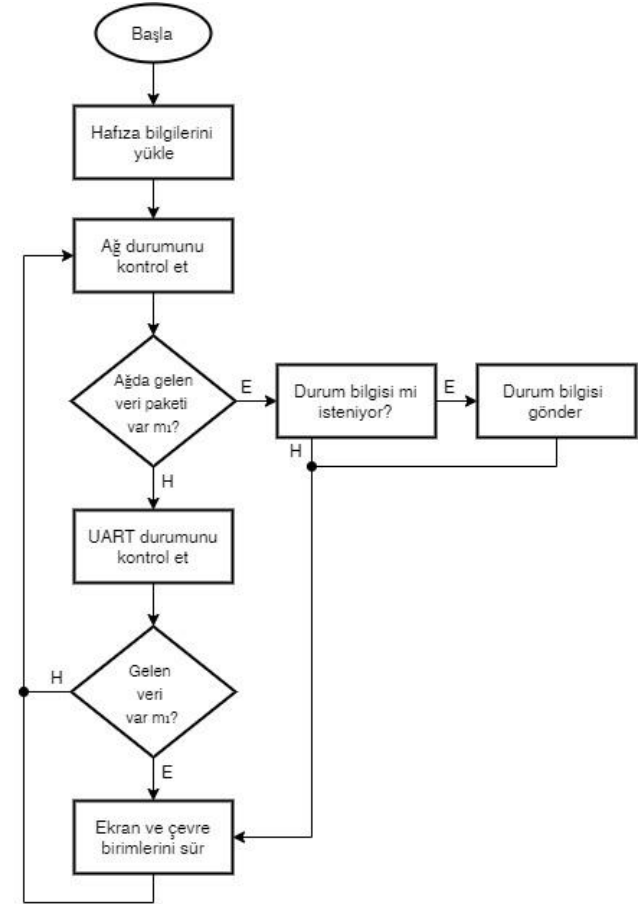


Şekil 9. Nextion dokunmatik ekran kontrol arayüzleri
Figure 9. Nextion touch screen control interfaces.

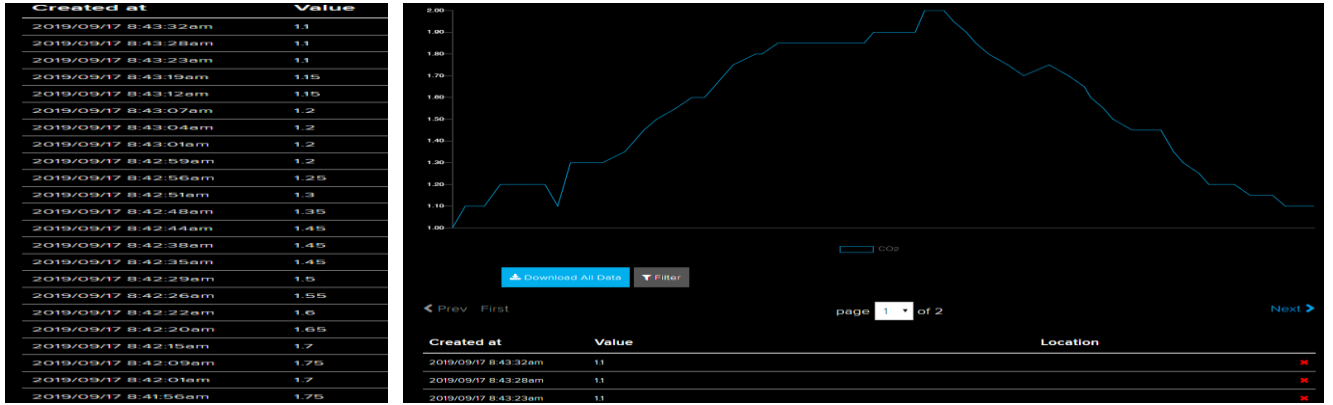
Openweather API Uygulama Programlama Arayüzü

Tasarlanan ev maketindeki deneme odasının sıcaklık kontrolü ve bahçe sulaması, mevsimsel sıcaklıklara göre ayarlanabilmektedir. Sıcaklık verilerinin internet ortamından çekilebilmesi için Openweather API veri tabanı kullanılmıştır. Mikrokontrolöre sıcaklık verilerinin iletimi NodeMCU ESP8266 modülü sayesinde internet erişimiyle sağlanmaktadır.

Kontrol sisteminin kullanıcı isteklerine göre tepki vermesini sağlayan kontrolör birimi olan MSP432'de çalıştırılan algoritma akış diyagramı Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Gelen veri paketine göre kontrolörde çalıştırılan akış diyagramı
Figure 10. Flow diagram operated on controller according to incoming data packet



Şekil 11. Adafruit ekranında ev ortamından çekilen CO₂ ölçüm verileri ve grafiği
Figure 11. CO₂ measurement data and graph from home environment on Adafruit screen

```

78 void makeHttpRequest() // OWM'den veri istemek için
79 {
80 // müşterinin sunucusuyla bağlantı kurmasına izin vermek için yeni bir istek göndermeden önce herhangi bir bağlantıyı kapat
81 client.stop();
82
83 // başarılı bir bağlantı varsa:
84 if (client.connect(server, 80)) // VERİ çekmek için gerekli olan HTTP bilgileri (Sorgu) gönderilir.
85 {
86   client.println("GET /data/2.5/forecast?q=" + nameOfCity + "&APPID=" + apiKey + "&mode=json&units=metric&cnt=2 HTTP/1.1");
87   client.println("Host: api.openweathermap.org");
88   client.println("User-Agent: ArduinoWiFi/1.1");
89   client.println("Connection: close");
90   client.println();
91
92   unsigned long timeout = millis();
93   while (client.available() == 0) {
94     if (millis() - timeout > 5000)
95     {
96       Serial.println(">>> Client Timeout Oldu !");
97       client.stop();
98       return;
99     }
100   }
101
102   char c = 0;
103   while (client.available())
104   {
105     c = client.read();
106     if (c == '{')
107     {
108       startJson = true;
109     }
110   }
111 }

```

```

{"cod":"200","message":0.0078,"cnt":2,"list":[{"dt":1562760000,"main":{"temp":35.18,"temp_min":35.18,"temp_max":36.45,"pressure":1006.73,"sea_level":1006.73,"grnd_level":997.28,"humidity":23,"temp_kf":-1.27},"weather":[{"id":800,"main":"Clear","description":"clear sky","icon":"01d"}],"clouds":{"all":0},"wind":{"speed":7.46,"deg":301.485},"sys":{"pod":"d"},"dt_txt":"2019-07-10 12:00:00"}, {"dt":1562770800,"main":{"temp":33.7,"temp_min":33.7,"temp_max":34.65,"pressure":1005.89,"sea_level":1005.89,"grnd_level":996.86,"humidity":25,"temp_kf":-0.95},"weather":[{"id":800,"main":"Clear","description":"clear sky","icon":"01d"}],"clouds":{"all":0},"wind":{"speed":4.58,"deg":342.127},"sys":{"pod":"d"},"dt_txt":"2019-07-10 15:00:00"},"city":{"id":304827,"name":"Manisa","coord":{"lat":38.6155,"lon":27.4256},"country":"TR","population":243971,"timezone":10800}}

```

Şekil 12. Komut dizini ve Openweather API'dan gönderilen veri bulutu
Figure 12. Command directory and data cloud sent from the Openweather API

Bu çalışmada ESP8266 denetleyicisi kullanılarak Weather API'sı olan "OpenWeather map" sitesinden hava durumu bilgileri çekilip ev ortamındaki Nextion dokunmatik ekranına aktarılmaktadır. Ekran üzerinden sıcaklık takibi yapılabilmekte ve mevsimsel sıcaklık değerinin 23 °C' nin altına düşmesi veya üstüne çıkması durumlarında ısıtma veya soğutma sistemleri otomatik olarak devreye girerek ev ortamı sıcaklık değerinde kararlılık sağlanmaktadır. Yukarıdaki Şekil 12'de Openweather API'dan veri çekmek için yazılan komut dizini ve sonucunda kontrolöre gönderilen veri bulutu gösterilmiştir.

ÇALIŞMA BULGULARI

İnternet üzerinde akıllı ev otomasyon çalışması kapsamında sistemin uygulanabilirliği ev maketi ortamında araştırılmıştır. Ev ortamındaki verilerin düzenli olarak Adafruit IO' da depolanması sağlanmıştır. Bu kapsamda sistem geçmişe dönük ve sürekli güncel bir şekilde rahatlıkla takip edilebilmektedir.

Şekil 13'deki sıcaklık değişimine ait grafik, önce ısıtma elemanı peltierin daha sonrada fanın devreye alınmasıyla çizdirilmiştir. Nem grafiği ise bahçe sulaması yapılarak toprak nem sensörü tarafından ölçülen nemin 70 değerine ulaşmasıyla elde edilmiştir.

böylece kablo montajı için duvar kazısı, sabitlenmesi ve sıva, .vb. gibi işlere de gerek kalmamaktadır. Bu çalışmada hem farkındalık yaratmak hem de geleceğe yönelik hiçbir dış faktör müdahalesi gerektirmeyen tam otomasyon sistemlerine örnek teşkil etmesi için ev ortamındaki sıcaklık ve bahçe sulama parametreleri mevsimsel sıcaklıklara göre kontrol edilebilmesi sağlanmıştır. Ayrıca yine kullanıcı konforu düşünülerek bakıma muhtaç veya yatağa bağımlı bir bireyin herhangi bir sağlık sorunu ile karşılaşabilme senaryosu üzerinde durulmuş ve bu durumun en az kayıpla atlatabilmesi sağlanmıştır.

Teknolojinin ilerlemesiyle ve insan hayatını kolaylaştıracak yeni orijinal fikirlerin bulunmasıyla akıllı ev otomasyonları daha da iyileşecek ve mevcut sorunlara çözümler bulunacaktır. Kullanıcının isteklerini şahsi olarak girmesi yerine biyomedikal cihazlarla isteklerinin tespiti ve sistemin otomatik olarak bu taleplere cevap vermesi ilerleyen yıllarda yeni araştırma konusu olabilir. Örneğin kullanıcının vücut ısısının akıllı kol saatiyle ölçülüp ihtiyaç duyduğu ısıya göre bulunduğu oda sıcaklığının ayarlanması gibi. Günümüzde kısmi olarak yapılabilen akıllı ev otomasyonlarının gelecek yıllarda tam otomasyonlu sistemlere dönüşeceğine hiç şüphe yoktur.

KAYNAKLAR

- [1] A. Ghaffarianhoseini, U. Berardi, H. Alwaer, S. Chang, E. Halawa, D. Clements-Croome, "What is an intelligent building Analysis of recent interpretations from an international perspective" *Architectural Science Review*, vol. 59, no 5, pp. 338-357, 2016.
- [2] M. Gedikpınar, M. Cavaş, "Pic16F84 Mikrodenetleyici ile Akıllı Ev Otomasyonu", *Otomasyon Dergisi*, Sayı 153, Sf. 168-171, 2005.
- [3] B. Yuksekkaya, A. Kayalar, M. B. Tosun, M. K. Ozcan, A. Z. Alkar, "A GSM, internet and speech controlled wireless interactive home automation system", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 52, no 3, pp. 837-843, 2006.
- [4] S. O. Tosunoğlu, "Akıllı Ev Sistemlerinde Merkezi Veri Toplama ve Cihaz Yönetimi", Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2009.
- [5] K. İnan ve M. A. Akçayol, "GSM Tabanlı Akıllı Ev Uygulaması", *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, Sayı 2, Sf. 2, 2009.
- [6] B. Cincirop, "Gsm Kontrollü Akıllı Ev Otomasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi, Sakarya, 2009.
- [7] İ. Çayırhoğlu, S. Görgünoğlu, "Mobil telefon ve PIC mikrodenetleyici kullanarak uzaktan esnek kontrol sağlanması", *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, Sayı 2, Sf. 23-27, 2010.
- [8] Y. Y. Kardaş, M. S. Özerdem, "Gsm kontrollü akıllı ev uygulaması", *DÜMF Mühendislik Dergisi*, Sayı 6, Sf. 9-18, 2015.
- [9] G. Başol, R. Güntürkün, E. Başol, "Smart Home Design and Application", *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 3, no 6, pp. 53-58, 2017.
- [10] K. Çetin, "Home automation", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007.
- [11] G. N. Güğül, "Akıllı Ev Sistemleri ve Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
- [12] O. Tosunoğlu, M. Göktürk, "Akıllı Ev Sistemlerinde Ethernet Üzerinden Cihaz Kontrolü Ve İzlenmesi", *Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı*, 2008, Bursa.
- [13] A. Özkaya, "Mini Bilgisayar Kullanılarak İnternet Tabanlı Ev Otomasyonu Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- [14] İ. Yabanova, S. Taşkın, H. Ekiz, H. Çimen, "Denetleyici Alan Ağı Üzerinden Mekatronik Bir Sistemin Kontrolü", *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Sayı 7, Sf. 63-72, 2010.
- [15] L. Birgül, "Ev Otomasyonunun Bilgisayar Arayüzü İle Gerçekleştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- [16] D. Dang, D. J. Pack, S. F. Barrett, "Embedded Systems Design with the Texas Instruments MSP432 32-bit Processor", *Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems*, vol. 11, no 3, pp. 1-574, 2016.
- [17] D. R. Patnaik Patnaikuni, "A Comparative Study of Arduino, Raspberry Pi and ESP8266 as IoT Development Board", *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, vol. 8, no 5, pp. 2350-2352, 2017.
- [18] H. Korkmaz, A. Durmaz, "Bitkilerin Abiyotik Stres Faktörlerine Verdiği Cevaplar", *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 7, Sf. 192-207, 2017.
- [19] Ö. Sine, "İnternet Üzerinden Akıllı Ev Otomasyon Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 2019.