

Received: 23.06.2022

Accepted: 25.07.2022

## Gps Öngörülü Nesnelerin İnterneti Tabanlı Klima Kontrol Sistemi

Muhammed ÇELİK<sup>1\*</sup>, Mahmut DURGUN<sup>2</sup>, Levent GÖKREM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Turhal Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Elektronik Ticaret ve Yönetimi Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

<sup>3</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

### Özet

Günümüzde fosil yakıt tabanlı enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Enerjiyi verimli olarak kullanmak çok büyük bir önem arz etmektedir. Bu nedenle enerji sarfiyatının olduğu her bir alanda tasarruf yapmak için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Bu alanlardan biri de kapalı ortam iklimlendirmesidir. Bu çalışmada, kapalı ortam iklimlendirmesinde enerji tasarrufu sağlamak ve kullanıcı konforunu artırmak amacıyla GPS öngörülü nesnelerin interneti tabanlı klima kontrol sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile GPS verisi kullanılarak kişinin konum bilgisi, sıcaklık sensörü kullanılarak da ortamın sıcaklık bilgisi elde edilir. Elde edilen konum bilgisi klimanın ne zaman açılacağına, sıcaklık bilgisi ise klimanın açılıp açılmayacağına karar vermektedir. Klimanın kontrolünü sağlamak için ise bir kızılötesi iletişim modülü kullanılmıştır. Sistemin etkinliğini göstermek için 4 ay boyunca ölçüm yapılmıştır. Ölçümler Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında yapılmış olup ilk iki ay kullanıcı tarafından, son iki ay ise klima kontrol sistemi tarafından kontrol edilmiştir. Yapılan deneysel çalışma sonucunda geliştirilen klima kontrol sistemi yaklaşık olarak 3 kat daha fazla enerji tasarrufu sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Nesnelerin interneti, GPS, enerji tasarrufu, iklimlendirme.

## Gps Predictive Internet of Things (IoT) Based Air Conditioner Control System

Muhammed ÇELİK<sup>1\*</sup>, Mahmut DURGUN<sup>2</sup>, Levent GÖKREM<sup>3</sup>

### Abstract

Energy sources based on fossil fuels are currently running out quickly. Utilizing energy effectively is crucial. As a result, several strategies are being developed to save energy in all areas where it is used. Indoor air conditioning is one of these areas. In this study, an Internet of Things (IoT)-based GPS predictive air - conditioner system has been created to reduce energy consumption and improve user comfort in interior air conditioning. With the created system, the location of the person is determined using GPS data, and the environment's temperature is determined using a temperature sensor. The temperature information determines whether or not to turn on the air conditioner, and the location information determines when the air conditioner will turn on. An infrared communication module is utilized to manage the air conditioner. For four months, measurements were taken to demonstrate the system's efficacy. Measurements were taken in December, January, February, and March. The user controlled the first two months while the climate control system controlled the final two months. The experimental study's resultant air conditioning control method offered around three times the higher energy savings.

**Keywords:** Internet of Things (IoT), GPS, energy saving, air-conditioning.

## 1. Giriş

İletişim teknolojilerinin gelişimi çok uzun bir süreçte gerçekleşmiştir. İlkel çağlarda insanlar birbirleriyle iletişim kurmak için duman ve mağara duvarlarına çizdikleri resimleri kullanmışlardır. Daha ileriki çağlarda ise haberci kuşlar kullanılmıştır. Bunun akabinde elektriğin de bulunmasıyla birlikte analog telefon, radyo ve faks gibi analog iletişim cihazları ortaya çıkmış ve 20. yüzyılın sonlarına doğru ise uydularında yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte telsiz, cep telefonu, internet gibi dijital iletişim teknolojileri de kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde makineler ve cihazlar arası iletişim de giderek yaygınlaşmaktadır. Bu iletişim bir bulut ağı aracılığıyla ortak bir merkezde gerçekleştirilmektedir. Makineler, cihazlar, sensörler, mobil telefonlar, giyilebilir cihazlar gibi internet bağlantısı kurabilen her bir nesneye internet nesnesi, bunların bir internet ağı içerisindeki iletişimi de nesnelerin interneti (IoT) olarak tanımlanmaktadır. Nesnelerin internetinin temel fikri, ortak bir hedefe ulaşmak için aralarında etkileşim ve iş birliği yetenekleri olan çeşitli nesnelerin yaygın varlığıdır [1]. Tipik bir nesnelerin interneti mimarisi üç katmandan oluşur: algılama katmanı, ağ katmanı ve uygulama katmanı [2]. Algılama katmanı, çeşitli sensörlerin iletişim altyapılarında nesnelerin tanımlanmasını, algılanmasını ve geliştirilmesini sağlar. Bu cihazlar, Wi-Fi, Ethernet, veri yolu, 3G/4G/LTE, ZigBee, RFID veya ağ katmanındaki diğer modlar aracılığıyla birbirine bağlanır. Veriler, uygulama katmanında kullanıcılar için kullanılabilir ve iletebilir. Her üç katman da eksiksiz bir uygulama senaryosu oluşturur [3]. Bunun yanı sıra nesnelerin interneti alanında kullanılan çeşitli haberleşme protokolleri de mevcuttur. Bunlardan bir tanesi TCP/IP altyapısını kullanan MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) haberleşme protokolüdür. MQTT protokolünde iletilmek istenen mesajlar istenilen konu başlığı altında toplanabilmekte ve bu bilgilere istenildiği anda ulaşılabilir. Mısırlı ve Gökrem [4] nesnelerin interneti için MQTT haberleşme protokolü kullanarak çeşitli konu başlıkları altında hiyerarşik olarak sınıflandırılmış bir yayımlama/abone olma örneği uygulamışlardır. Nesnelerin interneti günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Akıllı şehir uygulamaları, ev otomasyonları, akıllı tarım uygulamaları gibi pek çok alanda nesnelerin interneti uygulamaları mevcuttur. İnternet teknolojisinin gelişmesiyle beraber hayatımızın her alanına giren nesnelerin interneti uygulamalarının sayısı da giderek artmaktadır. 3G ile başlayan hızlı internet serüveni bugün 5G'ye kadar çıkmış ve bu da nesneler arasındaki iletişim hızını da aynı oranda artırmıştır.

Nesnelerin interneti kavramı 1999 yılında MIT'nin Auto-ID Laboratuvarı'nda çalışan araştırmacılar tarafından önerildi [5]. İnternetin hızlı ve yaygın olmadığı bu dönemlerde nesnelerin interneti uygulamaları daha çok RFID tabanlı basit uygulamalardan meydana gelmekteydi. Diğer bir çalışmada [6] ise bu kavramdan “insan müdahalesi olmadan veri oluşturma, işleme ve ileme veya paylaşmanın gerçekleşebileceği bir İnternet'tir” olarak bahsedilmiştir.

Bugün tarım, otomotiv, endüstri, tıp ve askeri alanda ve hayatımızın hemen hemen her alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Gökrem ve Bozuklu [7] nesnelerin interneti alanında yapılan çalışmaları ve ülkemizdeki durumu hakkında geniş çaplı bir araştırma yapmışlardır. Singh vd. [8] nesnelerin internetini, güvenlik zafiyetlerini, nesnelerin interneti teknolojilerine ait iş fırsatlarını açıklamışlardır ve bir e-ticaret kuruluşu için referans bir mimari önermişlerdir. MIT Media Lab. tarafından ilk defa Akıllı Odalar projesiyle akıllı ev projelerine başlamış olup on yıllardır araştırılmaya devam etmektedir [9]. Günümüzde akıllı evler üç farklı kategoride sınıflandırılmaktadır. Birinci kategori, sakinlerinin sağlık durumlarını belirlemek için hareketlerini algılamayı ve tanımayı amaçlar. İkinci kategori, akıllı ev içinde çekilen çoklu ortamların fotoğraflardan deneyimlere kadar farklı seviyelerde depolanmasını ve alınmasını amaçlar. Üçüncü kategori, evi ve sakinleri korumak için ortamda toplanan verilerin alarm vermeye yardımcı olabilecek bilgileri elde etmek için işlendiği gözetime odaklanmıştır [10]. Çeltik vd. [11] ev ve iş yerlerinin güvenlik sistemleri için nesnelerin interneti tabanlı yangın alarm sistemi uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Tıp alanında yapılan bir çalışmada [12] nesnelerin internetine dayalı diyabet tedavisi için bir çözüm önerilmiştir. Bu çözüm,

kişisel RFID kartlarına dayalı bir hasta profili yönetim mimarisini destekler. Hastanın kişisel cihazı arasında, kişisel sağlık kayıtlarını yönetmek için hemşirelerin/hekimlerin masaüstü uygulaması, glisemik indeks bilgi sistemi ve hastanın web portalı olan 6LoWPAN'a dayalı küresel bir bağlantı sağlanır.

Bu çalışmada, kapalı ortam iklimlendirmesinde enerji tasarrufu sağlamak ve kullanıcı konforunu artırmak amacıyla GPS öngörülmesi nesnelere interneti tabanlı klima kontrol sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile GPS verisi kullanılarak kişinin konum bilgisi, sıcaklık sensörü kullanılarak da ortamın sıcaklık ve nem bilgisi elde edilir. Elde edilen konum bilgisi klimanın ne zaman açılacağına, sıcaklık bilgisi ise klimanın açılıp açılmayacağına karar vermektedir. Klimanın kontrolünü sağlamak için ise bir kızılötesi iletişim modülü kullanılmıştır.

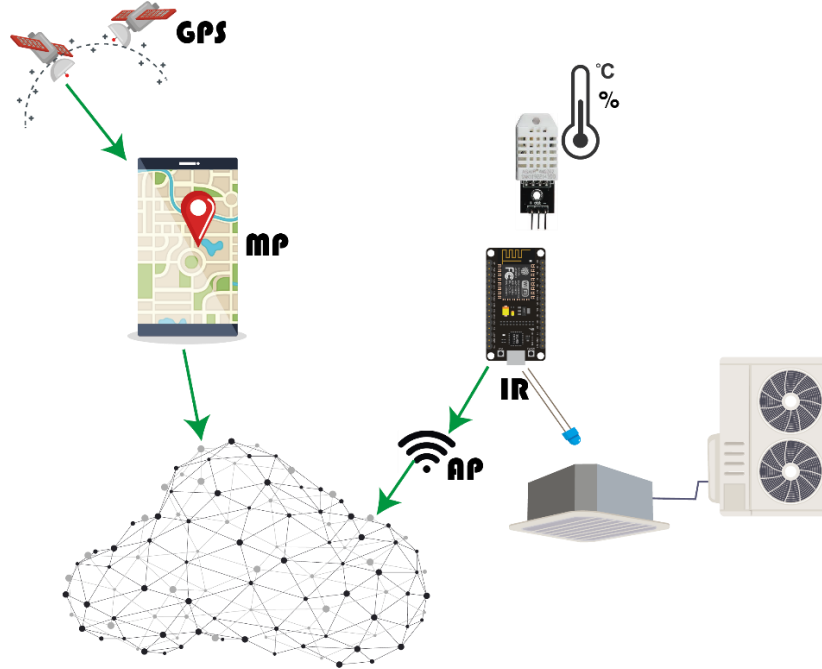
Bu makalenin geri kalanı aşağıdaki gibi organize edilmiştir. Bölüm 2’de literatürde yapılan çalışmalar yer almaktadır. Bölüm 3’te yapılan çalışma detaylarıyla birlikte açıklanmaktadır. Bölüm 4’te deneysel çalışma ve sonuçları, bölüm 5’te ise sonuçlar verilmiştir.

## 2. Literatür Çalışması

Nesnelerin internetinin kullanım amaçlarından biri de enerji verimliliğini artırmak ve tüketilen enerji miktarını minimize etmeye çalışmaktır. Bunun için çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir. Günümüzde tüketilen enerji miktarıyla birlikte talep edilen enerji miktarı da artmaktadır. Fakat artan enerji maliyetleri kullanıcıları zorlamakta ve enerjiyi verimli kullanmaya itmektedir. Bu sebeplerden dolayı verimli bir şekilde enerji takibi yapmak ve enerji tüketimini en aza indirmek için geliştirilen nesnelere interneti uygulamaları mevcuttur. De Silva vd. [13] elektronik cihazları izleyerek ve kontrol ederek enerji tüketimini azaltmayı hedefleyen bir tür akıllı ev uygulaması geliştirmişlerdir. Hariadi vd. [14] klimanın kullandığı elektrik miktarını azaltmak için Termo adlı bir cihaz geliştirmişlerdir. Bu cihaz üzerinde sıcaklık ve nem sensörleri bulunmaktadır. Bu sayede sıcaklık ve neme bağlı olarak klimanın kontrolü gerçekleştirilerek minimum enerji sarfiyatı gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Delfani vd. [15] buharlaşmalı bir soğutucunun enerji tasarrufu için yaz mevsimi boyunca kuru ve yaş termometre ölçümlerinden kaynaklanan büyük farklardan yararlanmıştır. Song vd. [16] elektrik tüketiminden tasarruf etmek adına klima için nesnelere interneti tabanlı bir akıllı kontrol sistemi önermişlerdir. Sistem için bir akıllı sayaç geliştirilerek bulut sunucusuna gönderilen bilgiler izlenmiştir. Bu şekilde bulut sunucusu, klimaları akıllı bir şekilde uzaktan kontrol ederek dağıtılmış akıllı sayaçlardan bildirilen veri kümeleri kullanılarak klimalı kontrolü sağlanmıştır. Kullanılan yöntemde Zigbee iletişim protokolü kullanılmıştır. Sistem 16 ayrı otel odasında test edilerek güç tüketiminin %35,7 oranında azaldığını gösterilmiştir. Venkatesan ve Ramachandriah [17] telekom ve veri merkezlerinde ortam sıcaklığının kontrol edilmesi için gerçek zamanlı bir klima izleme ve takip sistemi kurmuşlardır. Ortam sıcaklığının takip edildiği sistemde sıcaklık değerine göre klima ünitelerinin otomatik olarak açılıp kapanması sağlanmıştır. Klimaların çalışma durumu ve sayısı internet üzerinden izlenebilmektedir. Kung vd. [18] ev aletleri için Zigbee modül vasıtasıyla bir nesnelere interneti ortamı oluşturmuşlardır. Oluşturulan Zigbee arayüzü ile kullanıcıların internet erişimi sayesinde ev aletlerini uzaktan kontrol etmelerini sağlamışlardır. Thongkaew ve Charitkuan [19] split tip bir klimanın enerji tüketiminden tasarruf etmek için bir nesnelere interneti sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistemde hava akımının sıcaklığı ve alan sıcaklığı kontrol edilerek kompresörü açma ve kapatmaya karar verilir ve bunun için Sıcaklık Analitik Algoritması geliştirilmiştir.

## 3. GPS Öngörülmesi Nesnelere İnterneti Tabanlı Klima Kontrol Sistemi

Bu bölümde klima kontrol sistemi detaylı olarak açıklanmıştır. Sistem iki farklı karar mekanizmasından oluşmaktadır. Birincisi, GPS verilerini kullanarak klimanın açma-kapatma zamanına karar verir. İkincisi ise, sıcaklık ve nem sensörlerinin verilerini değerlendirerek klimanın açılıp açılmayacağına karar verir. Bu sisteme ait diyagram Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. GPS öngörülü nesnelerin interneti tabanlı klima kontrol sistemine ait diyagram

### 3.1. Kaset Tipi Split Klima

Deneylerde Şekil 2’de gösterilen Viessmann Vitoclima 200-S/HE CS2071MHE0 kaset tipi split klima kullanılmıştır. Kaset tipi klimalar ofis, restoran ve otel gibi büyük mekanların iklimlendirilmesinde kullanılan klimadır. Bu tarz işyeri ve işletmeler ile diğer büyük mekanların konforlu şekilde ısıtılması, soğutulması ve iklimlendirilmesinde kullanılan sistemlerden hem bulunduğu mekanlara yetecek performans göstermesi hem de oldukça tasarruflu çalışması ve ortamın mimarisine uyumlu estetik bir görünüme sahip olması beklenir. Klimaya ait güç ve kapasite değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Klimaya ait güç ve kapasite değerleri

|             |              |                         |
|-------------|--------------|-------------------------|
| Kapasite    | Soğutma      | 7,0(2,40-8,50) kW       |
|             |              | 23891(8191-29011) Btu/h |
|             | Isıtma       | 8,0(2,40-9,50) kW       |
|             |              | 27304(8191-32424) Btu/h |
|             | Tasarım Yüğü | 7,2 kW                  |
| Çekilen Güç | Soğutma      | 2,18(0,85-2,50) kW      |
|             | Isıtma       | 2,21(0,80-2,75) kW      |



**Şekil 2.**  
Vitoclima 200-  
CS2071MHE0

Viessmann  
S/HE

### 3.2. Küresel Konumlama Sistemi (GPS)

Küresel konum belirleme sistemi (GPS), uydular vasıtasıyla kara, hava ve denizde konum, hız ve zaman bilgilerini eşleyen bir navigasyon sistemidir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan GPS sistemi ile konum belirlenirken genellikle en az 3 uydudan gelen bilgiler kullanılır ve bu bilgileri doğrulamak için bir dördüncü uydudan da faydalanılmaktadır.

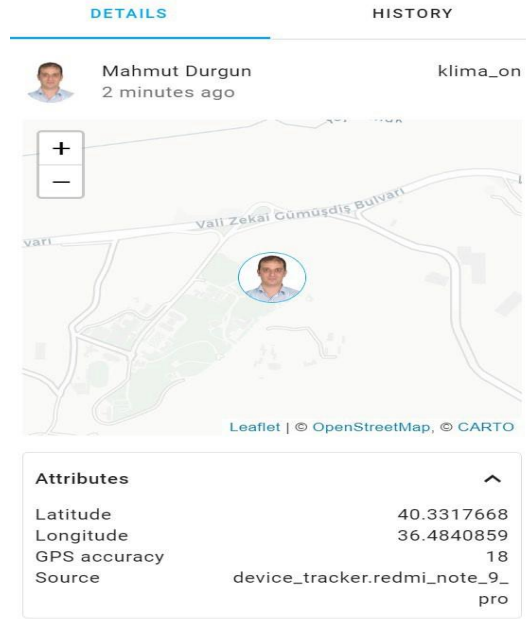
```
1 GPS kodunu MQTT sunucusundaki ilgili konudan al;  
2 if Belirlenen alan kodu ile GPS verisinden gelen bilgi aynı mi? ve  
   sıcaklık sensorunden gelen deger istenilen aralık disinda mi? then  
3 |   Klimayı calistir;  
4 |   Adim 1'e don;  
5 else  
6 |   Klimayı calistirma;  
7 |   Adim 1'e don;  
8 end
```

**Şekil 3.** Klima

sisteminin çalışmasına ait sözde kod

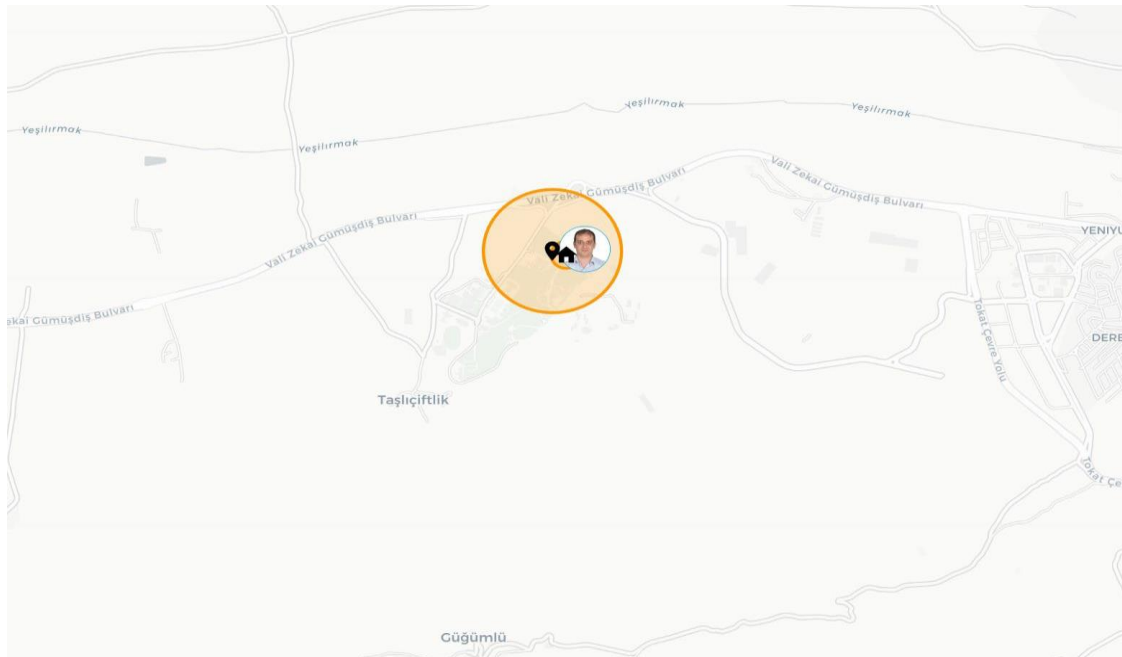
Yapılan çalışmada anlık olarak alınan GPS verileri haritadan belirlenen alan içerisine girildiğinde sistem tarafından klimanın aktifleşmesi sağlanmaktadır. Aynı şekilde alan içerisinden çıkıldığında klimanın kapanması sağlanmaktadır. Klimanın çalışma prensibi Şekil 3'teki sözde kod ile açıklanmıştır.

Şekil 4'te klimanın çalışacağı alanın seçimine ait bir görsel bulunmaktadır. Bu bölge harita üzerinde manuel olarak seçilmektedir.



Şekil 4. Klimanın çalışma alanının seçilmesi

Klimanın çalışma alanı seçildikten sonra kapsama alanı seçilerek klimanın çalışmasını istediğimiz bölge bir daire ile seçilerek belirlenir. Bu seçime ait görsel Şekil 5'te gösterilmektedir. Turuncu ile gösterilen alana girildiğinde klima MQTT'ye çalıştır komutu göndermektedir. Eğer sıcaklık değeri ayarladığımız değer dışında ise klima çalışacak aksi durumda ise çalışmayacaktır.

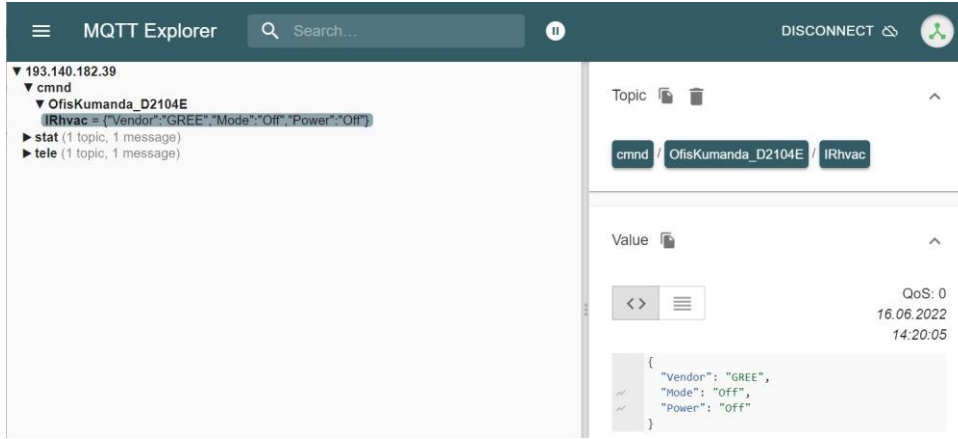


Şekil 5. Klimanın çalışma için kapsama alanının ayarlanması

### 3.3. MQTT

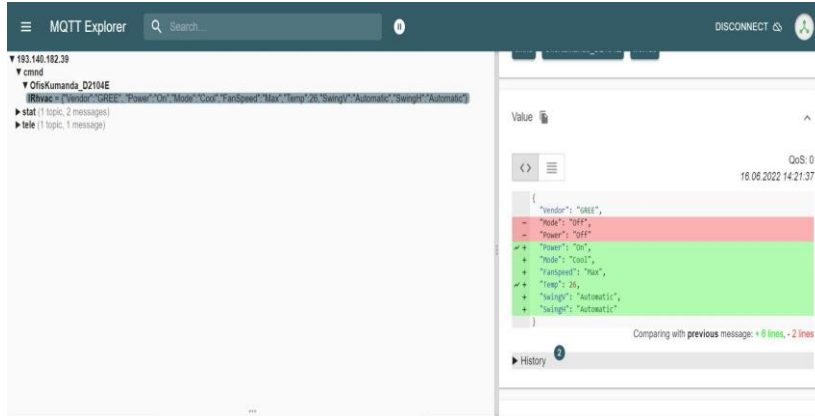
MQTT, 1999 yılında IBM tarafından geliştirilen Message Queuing Telemetry Transport'un kısaltmasıdır. TCP üzerinden çalışan standartlaştırılmış hafif bir yayıncı / abone ol mesajlaşma protokolüdür. MQTT'de her müşteri bir yayıncı veya abone olabilir. İstemci bir konuya mesaj yayınlarsa, bir MQTT aracı istemcilerden gelen tüm mesajları almak için sunucu görevi görür ve bu mesajları bu belirli konuya abone olan istemcilere yayınlamaktadır [8].

Bu çalışma kapsamında MQTT sensörlerden ve GPS'ten gelen bilgilerin anlık olarak okunup değerlendirilmek üzere mikroişlemciye gönderildiği haberleşme protokolü olarak kullanılmıştır. Şekil 6 ve 7'de MQTT'ye gelen klimayı açma ve kapa bilgileri görülmektedir. Şekil 3.6'da sağ alt kutucukta klimanın güç modunun kapalı olduğu ve bu sayede klimanın kapalı olduğu bilinmektedir. Sol tarafta yer alan menüde OfisKumanda\_D2104E konusunun altında yine bu bilgi yer almaktadır.



Şekil 6. MQTT ara yüzü

Şekil 7'de yer alan MQTT ara yüzünde klimanın modlarıyla ilgili daha fazla bilgi yer almaktadır. Değerler başlığının altında yine aynı konudan gelen değerler görülmektedir. Güç modunun açık olduğu dolayısıyla klimanın çalıştığı görülmektedir. Mode kısmında ise klimanın ısıtma veya soğutma modunda olduğu görülmektedir. FanSpeed ise klima fanının hangi düzeyde çalışması gerektiğini göstermektedir ve burada en yüksek seviye ayarlanmıştır. Temp başlığı altında ise klimanın odayı hangi sıcaklık değerine getirmesi gerektiği bilgisi yer almaktadır ve klima bu değer dışında ise çalışmaya başlamaktadır. Son olarak klima kanatçıklarının hareketi ile ilgili bilgi de Swing modu altında görülmektedir.



Şekil 7. MQTT ara yüzünde klima modlarının görüntülenmesi

### 3.3. Devre Tasarımı

Klimayı kontrol etmek için ESP8286 tabanlı, üzerinde DHT22 sıcaklı-nem sensörü ve kızılötesi sensör bulunan bir devre tasarlanmıştır. Şekil 8'de tasarlanan devre yer almaktadır. Devrede yer alan elemanlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

ESP8266, Espressif Systems tarafından üretilen bir Wi-Fi SOC (system on a chip) türü bir entegredir. Küçük bir pakette tam internet bağlantısı sağlamak için tasarlanmış yüksek düzeyde bütünleşik bir çiptir. ESP8266, AT Command set Firmware kullanılarak bir mikrokontrolöre seri UART ile bağlanmasıyla bir harici harici Wi-Fi modülü olarak da kullanılabilir. GPIO pinleri analog ve dijital ve ayrıca PWM, SPI, I2C'ye izin vermektedir. Bu GPIO'lar kullanılarak sensörler ve diğer devre elemanları bağlanarak kolaylıkla istenilen uygulamalar geliştirilmektedir.

DHT22, sıcaklık ve nem algılayan, dijital sinyal çıkışı veren gelişmiş bir sensör birimidir. Yüksek çözünürlüklüdür ve uzun süreli çalışmalarda kararlı olarak çalışabilmektedir. İçerisindeki entegre 8 bit mikroişlemcisi sayesinde hızlı ve tutarlı tepkiler vermektedir. -40 ile 80°C arasında  $\pm 1^\circ$  C hata payı ile sıcaklık ölçen birim, %0-100 arasında  $\pm 5\%$  hata payı ile nem ölçümü yapabilmektedir. Sensör ölçümü olarak sensörün veri toplama periyodundan kaynaklı olarak 2 saniyelik periyotlarla ölçüm sonuçları alınabilmektedir.

Kızılötesi IR verici sensörü, kızılötesi ışık yayan bir diyot türüdür. Kaynaktan aldığı elektrik enerjisini, kızılötesi ışığa çevirerek, uzaktan kumanda ile kontrol sağlanması gereken projelerde, fotoelektrik anahtarlama projelerinde ve birçok projede kullanılmak üzere tercih edilmektedir. Bu özelliği sayesinde birçok mikrodenetleyici projelerinde, haberleşme ihtiyaçları için sıkça kullanılmaktadır.

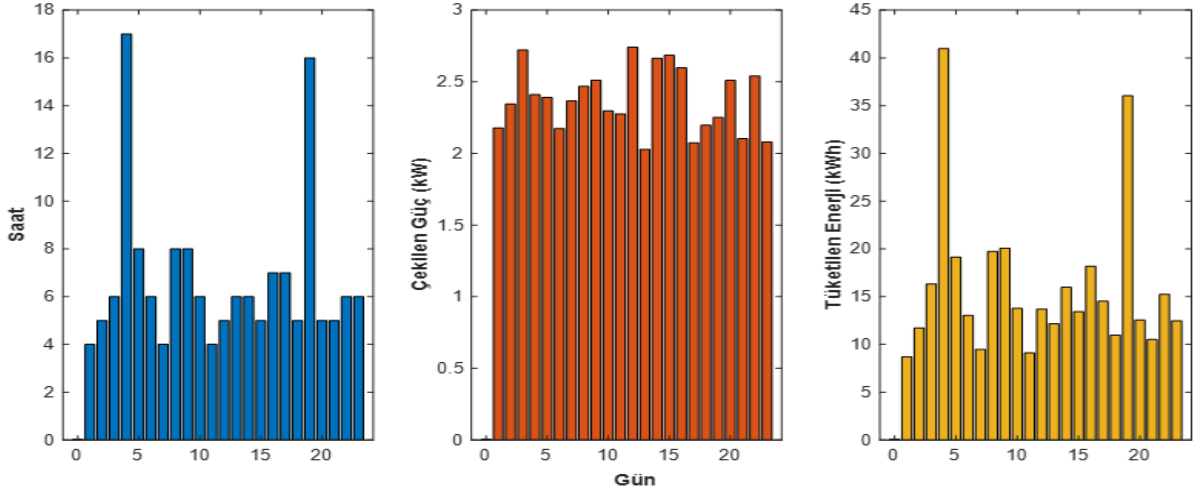


Şekil 8. Klimanın kontrolü için tasarlanan devre



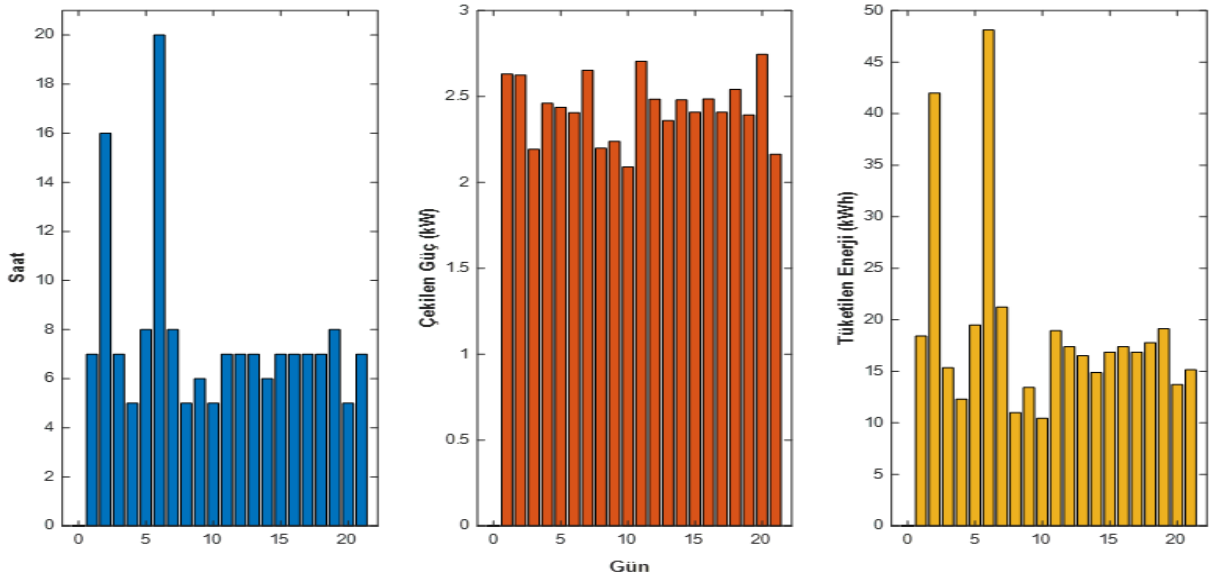
#### 4. Deneysel Çalışma ve Sonuçlar

Deneysel çalışmalar Aralık ayından Mart ayına kadar olan süreç içerisinde klima kullanımını kapsamaktadır. Bu dönemde Aralık-Ocak aylarında klima kullanıcı tarafından, Şubat-Mart aylarında ise klima kontrol sistemi tarafından otomatik olarak çalıştırılmıştır. Bir güç analizörü sayesinde çekilen güç değerleri elde edilmiştir. Bu güç değerlerinden yararlanılarak kWh cinsinden tüketilen enerji miktarı hesaplanmıştır ve kullanılan yöntemin etkinliği gösterilmiştir. Şekil 9,10,11 ve 12’de Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarına ait enerji tüketimine dair grafikler yer almaktadır.



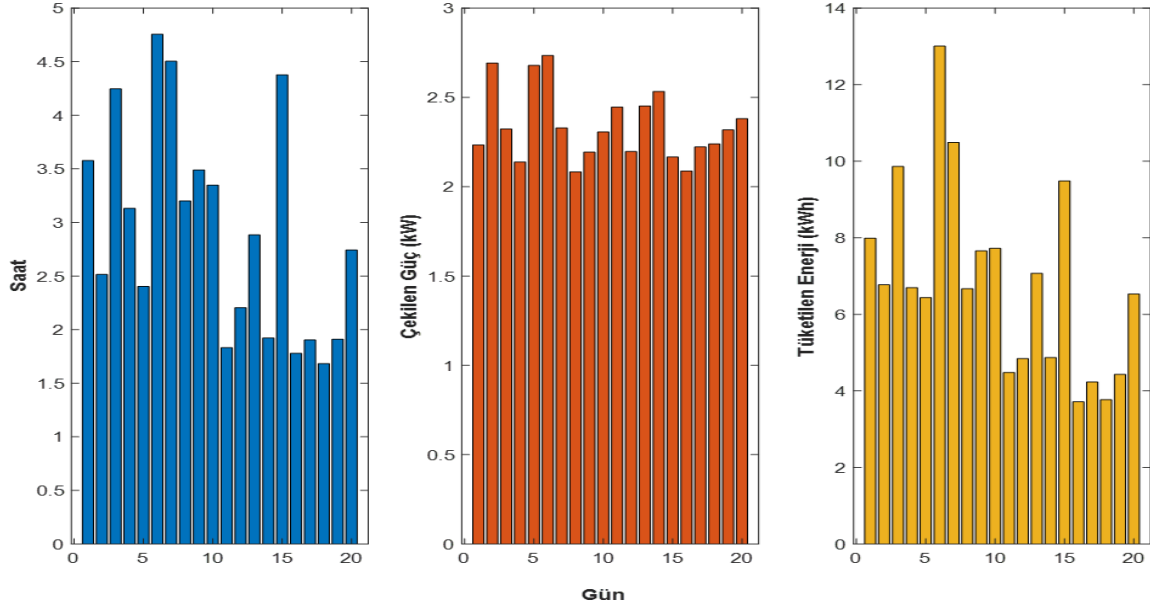
Şekil 9. Aralık ayı enerji tüketimi

Aralık ayında yapılan ölçümler sonucunda klima en yüksek 40,97 kWh, en düşük ise 8,71 kWh enerji tüketmiştir. Aralık ayı boyunca ise toplam 367,88 kWh enerji tüketmiştir. Bunun yanı sıra klima 2 defa açık unutulmuştur ve bu durum fazladan 39,69 kWh enerji tüketimine sebep olmuştur.



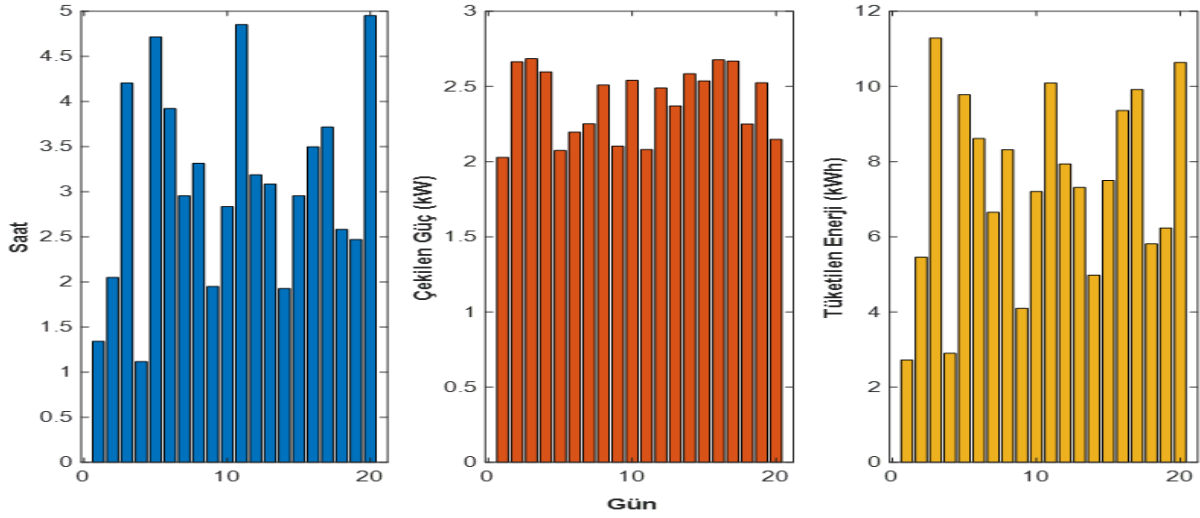
Şekil 10. Ocak ayı enerji tüketimi

Ocak ayında yapılan ölçümler sonucunda klima en yüksek 48,11 kWh, en düşük ise 10,45 kWh enerji tüketmiştir. Ocak ayı boyunca ise toplam 396,48 kWh enerji tüketmiştir. Bunun yanı sıra klima 2 defa açık unutulmuştur ve bu durum fazladan 49,88 kWh enerji tüketimine sebep olmuştur.



Şekil 11. Şubat ayı enerji tüketimi

Şubat ayında klima kontrol sistemi devreye alınmış ve sistem otomatik olarak kontrol edilmiştir. Şubat ayında yapılan ölçümler sonucunda klima en yüksek 13 kWh, en düşük ise 3,71 kWh enerji tüketmiştir. Şubat ayı boyunca ise toplam 136,72 kWh enerji tüketmiştir. Bu değer bir önceki ayın yaklaşık olarak üçte biri kadardır. Sistem GPS tarafından kontrol edildiği için klimanın açık unutulma ihtimali olmadığından dolayı gereksiz enerji sarfiyatının önüne geçilmiştir. Önceki iki ayda klimanın açık olarak unutulmasından dolayı toplam 89,57 kWh enerji kaybedilmiştir.



Şekil 12. Şubat ayı enerji tüketimi

Mart ayında da klima kontrol sistemi devreye alınmış ve sistem otomatik olarak kontrol edilmiştir. Mart ayında yapılan ölçümler sonucunda klima en yüksek 11,3 kWh, en düşük ise 2,72 kWh enerji tüketmiştir. Mart ayı boyunca ise toplam 146,82 kWh enerji tüketmiştir. Bu değer bir önceki aydan yaklaşık olarak 10 kWh daha fazladır. Bunun sebebi ise hava sıcaklığının daha soğuk seyretmesidir. Yine sistem GPS tarafından kontrol edildiği için klimanın açık unutulma ihtimali olmadığından dolayı gereksiz enerji sarfiyatının önüne geçilmiştir ve bu şekilde önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanmıştır.

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada, kapalı ortam iklimlendirmesinde enerji tasarrufu sağlamak ve kullanıcı konforunu artırmak amacıyla GPS öngörölü nesnelerin interneti tabanlı klima kontrol sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem sayesinde kapalı ortamlarda özellikle iş yerlerinde, okullarda ve hastanelerde iklimlendirme sistemlerinden kaynaklanan enerji israfının büyük ölçüde önüne geçmek amaçlanmıştır. Sistem iki aşamalı olarak çalışmaktadır. İlk olarak GPS'ten gelen konum bilgisi bulut sunucusuna gönderilmektedir. İkinci olarak sıcaklık sensöründen gelen bilgi de yine bulut sunucuna gönderilmektedir. GPS bilgisi girilen alan kodu içerisinde ve sıcaklık bilgisi ise istenilen sıcaklık aralığının dışında ise klimaya alıştırma bilgisi gönderilmektedir.

Yapılan deneysel çalışma sonucunda Aralık ve Ocak aylarında kullanıcı kontrollü klima iki ay boyunca toplam 764,36 kWh enerji harcanmıştır. Buradaki kaybın büyük olmasının nedeni klimanın sürekli olarak çalışması ve bazı günler klimanın açık unutulmasıdır. Şubat ve Mart aylarında ise klima kontrol sistemi devreye alınmış ve bu iki ayda toplam 283,54 kWh enerji harcanmıştır. Geliştirilen sistem sayesinde enerji sarfiyatında önceki aylara göre 480 kWh yani yaklaşık olarak 3 kat daha az enerji harcandığı görülmüştür.

Gelecek çalışmalarda sistemi daha kararlı hale getirmek ve optimize etmek için sisteme kamera ekleyerek klimanın çalıştığı odanın boş veya dolu olma durumuna göre klimayı açıp kapatma modu eklenmesi planlanmaktadır.

## 6. Kaynaklar

- [1] Daniel Giusto, *The Internet of Things*. New York, NY: Springer New York, 2010. doi: 10.1007/978-1-4419-1674-7.
- [2] H. Chen, X. Jia, and H. Li, "A brief introduction to iot gateway," *IET Conference Publications*, vol. 2011, no. 586 CP, pp. 610–613, 2012, doi: 10.1049/CP.2011.0740.
- [3] S. Guoqiang, C. Yanming, Z. Chao, and Z. Yanxu, "Design and implementation of a smart IoT gateway," *Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, GreenCom-iThings-CPSCom 2013*, pp. 720–723, 2013, doi: 10.1109/GREENCOM-ITHINGS-CPSCOM.2013.130.
- [4] O. Mısıır and L. Gokrem, "Nesnelerin İnterneti için MQTT ile Hiyerarşik Haberleşme," *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, vol. 53, no. 12, pp. 1–11, Dec. 2020, doi: 10.1109/MCOM.2015.7263375.
- [5] I. Bose and R. Pal, "Auto-ID: Managing anything, anywhere, anytime in the supply chain," *Commun ACM*, vol. 48, no. 8, pp. 100–106, Aug. 2005, doi: 10.1145/1076211.1076212.
- [6] K. Asthon, "Ashton, K. (2009) That 'Internet of Things' Thing. RFID Journal, 22, 97-114. - References - Scientific Research Publishing." <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1578164> (accessed Aug. 31, 2022).
- [7] L. Gokrem and M. Bozuklu, "Internet of Things: Application Fields and The Current Situation in Our Country," *Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*, no. 13, pp. 47–68, 2016, Accessed: Aug. 31, 2022. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/328306399\\_Nesnelerin\\_Interneti\\_Yapilan\\_Calismalar\\_ve\\_Ulkemizdeki\\_Mevcut\\_Durum\\_Internet\\_of\\_Things\\_Application\\_Fields\\_and\\_The\\_Current\\_Situation\\_in\\_Our\\_Country](https://www.researchgate.net/publication/328306399_Nesnelerin_Interneti_Yapilan_Calismalar_ve_Ulkemizdeki_Mevcut_Durum_Internet_of_Things_Application_Fields_and_The_Current_Situation_in_Our_Country)
- [8] S. Singh and N. Singh, "Internet of Things (IoT): Security challenges, business opportunities & reference architecture for E-commerce," *Proceedings of the 2015*

- International Conference on Green Computing and Internet of Things, ICGCIoT 2015*, pp. 1577–1581, Jan. 2016, doi: 10.1109/ICGCIOT.2015.7380718.
- [9] A. Moukas, G. Zacharia, R. Guttman, and P. Maes, “Agent-mediated electronic commerce: An MIT media laboratory perspective,” *International Journal of Electronic Commerce*, vol. 4, no. 3, pp. 5–21, 2000, doi: 10.1080/10864415.2000.11518369.
- [10] G. Marques, N. Garcia, and N. Pombo, “A Survey on IoT: Architectures, Elements, Applications, QoS, Platforms and Security Concepts,” pp. 115–130, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-45145-9\_5.
- [11] S. Alperen ÇELTEK *et al.*, “GAZİOSMANPAŞA BİLİMSEL ARAŞTIRMA DERGİSİ (GBAD) Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research Nesnelerin İnterneti Tabanlı Yangın Alarm Sistemi Tasarımı ve Uygulaması,” *Ebubekir ALTUNTAŞ Kabul tarihi*, [Online]. Available: <http://dergipark.gov.tr/gbad>
- [12] A. J. Jara, M. A. Zamora, and A. F. G. Skarmeta, “An Internet of things-based personal device for diabetes therapy management in ambient assisted living (AAL),” *Pers Ubiquitous Comput*, vol. 15, no. 4, pp. 431–440, Apr. 2011, doi: 10.1007/S00779-010-0353-1/FIGURES/11.
- [13] L. C. de Silva, C. Morikawa, and I. M. Petra, “State of the art of smart homes,” *Eng Appl Artif Intell*, vol. 25, no. 7, pp. 1313–1321, Oct. 2012, doi: 10.1016/J.ENGAPPAI.2012.05.002.
- [14] R. R. Hariadi, A. Yuniarti, I. Kuswardayan, D. Herumurti, S. Arifiani, and A. A. Yunanto, “Termo: Smart air conditioner controller integrated with temperature and humidity sensor,” *Proceedings of 2019 International Conference on Information and Communication Technology and Systems, ICTS 2019*, pp. 312–315, Jul. 2019, doi: 10.1109/ICTS.2019.8850953.
- [15] S. Delfani, J. Esmaelian, H. Pasharshahri, and M. Karami, “Energy saving potential of an indirect evaporative cooler as a pre-cooling unit for mechanical cooling systems in Iran,” *Energy Build*, vol. 42, no. 11, pp. 2169–2176, Nov. 2010, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2010.07.009.
- [16] W. Song, N. Feng, Y. Tian, and S. Fong, “An IoT-Based Smart Controlling System of Air Conditioner for High Energy Efficiency,” *Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Internet of Things, IEEE Green Computing and Communications, IEEE Cyber, Physical and Social Computing, IEEE Smart Data, iThings-GreenCom-CPSCom-SmartData 2017*, vol. 2018-January, pp. 442–449, Jan. 2018, doi: 10.1109/ITHINGS-GREENCOM-CPSCOM-SMARTDATA.2017.72.
- [17] K. Venkatesan and U. Ramachandraiah, “Adaptive automation and run time equalization with real time monitoring for split air conditioners in telecom applications for energy efficiency,” *Proceedings of 2015 International Conference on Robotics, Automation, Control and Embedded Systems, RACE 2015*, Apr. 2015, doi: 10.1109/RACE.2015.7097296.
- [18] Y. F. Kung, S. W. Liou, G. Z. Qiu, B. C. Zu, Z. H. Wang, and G. J. Jong, “Home monitoring system based internet of things,” *Proceedings of 4th IEEE International Conference on Applied System Innovation 2018, ICASI 2018*, pp. 325–327, Jun. 2018, doi: 10.1109/ICASI.2018.8394599.
- [19] S. Thongkaew and C. Charitkuan, “IoT for energy saving of split-type air conditioner by controlling supply air and area temperature,” *2018 22nd International Computer Science and Engineering Conference, ICSEC 2018*, Jul. 2018, doi: 10.1109/ICSEC.2018.8712656.