

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİ İLE AKILLI EV
KONTROLÜ İÇİN UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ**



YÜKSEK LİSANS

Haki Mehmet ERZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Arif AYDIN

AĞUSTOS 2021

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİ İLE AKILLI EV
KONTROLÜ İÇİN UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Haki Mehmet ERZİ
36183619021**

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Arif AYDIN

AĞUSTOS 2021

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalıőmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemededen beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Arif AYDIN'a, öğrenim hayatım boyunca desteğini bir zaman olsun esirgemeyen rahmetli annem Naile ERZİ' ye, çalıőmalarımnda ayrıca tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalıőmalarım süresince de beni her türlü destekleyen aileme; bu tezin her aşamasında desteğini esirgemeyen değerli dostlarıma

teşekkür ederim.



ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Nesnelerin İnterneti Teknolojisi ile Akıllı Ev Kontrolü için Uygulama Geliştirilmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Haki Mehmet ERZİ



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1 IoT ve Tarihsel Gelişim	4
2.2 Tez Uygulaması ile İlgili Çalışmalar	8
3. MALZEME VE YÖNTEM	13
3.1 Sistem Tasarımı	13
3.1.1 Donanım tasarımı ve bileşenleri	14
3.1.1.1 Akıllı ev prototipinde kullanılan sensörler ve özellikleri	14
3.1.1.2 Donanım ve prototip kurulumu	22
3.1.2 Yazılım mimarisi ve tasarım	23
3.1.3 Yazılım ve tasarım	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1 Uygulamanın Test Edilmesi	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1: İnternete bağlı olan nesnelerin sayısı.....	13
Şekil 3.2: Arduino uno.....	15
Şekil 3.3: NodeMCU ESP8266 wifi modülü.	17
Şekil 3.4: DHT11 sıcaklık ve nem sensörü.	18
Şekil 3.5: MQ-2 gaz sensörü.	19
Şekil 3.6: HC-SR501 PIR sensörü.	20
Şekil 3.7: DC motor ve pervane.	22
Şekil 3.8: Hareket, gaz, sıcaklık ve nem sensörleri kullanılarak oluşturulan IoT modeli....	23
Şekil 3.9: Wi-Fi modülü, DC motor ve pervane, hareket, gaz, sıcaklık ve nem sensörleri kullanılarak oluşturulan gerçek zamanlı akıllı ev sistemi.....	24
Şekil 3.10: Akıllı ev sisteminde kullanılan akış şeması.	25
Şekil 3.11: Akıllı ev izleme sisteminin yazılım mimarisi.	26
Şekil 3.12: Mobil uygulama yazılımı akış şeması.....	28
Şekil 3.13: Mobil uygulama yazılımı kod parçacığı.....	29
Şekil 3.14: Zamanlanmış görev oluşturmak için kullanılan kod parçacığı.....	30
Şekil 3.15: Verilerin depolama işlemini gerçekleştiren kullanılan kod parçacığı.....	31
Şekil 4.1: Kullanım senaryosuna ait akış şeması.	33
Şekil 4.2: MongoDB'ye kaydedilen gerçek zamanlı veriler.	34
Şekil 4.3: Gaz veya duman verileriyle ilgili konut sahibine gönderilen mail formatı.	35
Şekil 4.4: Ortamdaki hareket verilerine göre konut sahibine gönderilen mail formatı.....	35
Şekil 4.5: MSHSA ile akıllı ev sisteminin anlık kontrolü.	36
Şekil 4.6: MSHSA'da kullanılan grafiksel rapor ekranı.	37

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

IoT	: Nesnelerin İnterneti
SOAP	: Basit Nesne Erişim Protokolü
RESTful	: HTTP Protokolüne Dayanan Web Servisi
MSHSA	: Mobil Akıllı Ev İzleme Sistemi
NoSQL	: SQL ve Daha Fazlası
API	: Uygulama Programlama Arayüzü
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi
PIR	: Pasif Kızılötesi Hareket Sensörü
Wi-Fi	: Kablosuz Bağlantı Alanı
NodeMCU	: Wi-Fi Modülü
MQTT	: Mesajlaşma Protokolü
C#	: Programlama Dili
mA	: Miliamper
DC	: Doğru Akım
KB	: Kilobayt
MHz	: Megahertz
ADC	: Analog Dijital Dönüştürücü
PWM	: Sinyal Genişlik Modülasyonu
GPIO	: Genel Amaçlı Giriş-Çıkış Portları
JSON	: Veri Değişim Formatı
Cm	: Santimetre
m	: Metre
DHT11	: Sıcaklık ve Nem Sensörü
V	: Volt
µA	: Mikroamper
Rh	: Hassasiyet
s	: Saniye
Maks	: Maksimum
MQ-2	: Gaz Sensörü
TTL	: Entegre Devreler Sınıfı
Mm	: Milimetre
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
Ppm	: Milyonda Bir
MSSQL	: Microsoft SQL Server Veritabanı

IDE : Geliştirme Ortamı
XML : İşaretleme Dili
CPU : Merkezi İşlem Birimi
SSPL : Sunucu Tarafı Kamu Lisansı
.Net : Uygulama Geliştirme Platformu
MongoDB : Doküman tabanlı veritabanı



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİ İLE AKILLI EV KONTROLÜ İÇİN UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ

HAKİ MEHMET ERZİ

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

43+VIII sayfa

2021

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Arif AYDIN

İnternet ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması ile çeşitli akıllı cihazlar coğrafi konumlarından bağımsız olarak ulaşılabilir ve kontrol edilebilir hale gelmiştir. Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi, internet üzerinden bağlanabilen ve akıllı evlerden, akıllı şehirlere kadar uzanan akıllı cihazların iletişimini sağlar. IoT, çeşitli amaçları gerçekleştirmek için iş, sağlık, tarım, hükümet ve eğitim gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, insan müdahalesini azaltmak, güvenlik, mahremiyet ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla akıllı ev sistemini kontrol etmek için IoT tabanlı mobil akıllı ev gözetim uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulamada akıllı sensörler web servisler ve react native teknolojilerini kullanan mobil uygulamamız tarafından kontrol edilmekte ve akıllı ev prototipimizde bulunan sensörlerden gelen verilerin quartz.net teknolojisi ile periyodik olarak veri tabanına kaydedilmesi ve bu verilerin yorumlanması sağlanmaktadır. Aynı zamanda kullanıcıların mobil uygulama üzerinden bilgilendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu uygulama, IoT uygulamalarında ortaya çıkan sorunlara çözümler sunan ve akıllı evlerin gelecekteki kullanımında öngörü elde etmek için akıllı sensör verilerinin işlenmesini sağlayan akıllı evlerin izlenmesine bir örnektir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ev, Nesnelerin interneti, Arduino, Sensör teknolojileri.

ABSTRACT

Master Thesis

APPLICATION DEVELOPMENT FOR SMART HOME CONTROL WITH IOT TECHNOLOGY

HAKİ MEHMET ERZİ

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Computer Engineering

43+VIII pages

2021

Supervisor: Asst. Prof. Ahmet Arif AYDIN

With widespread of internet and communication technologies, various smart devices have become reachable and controllable regardless of their geographic locations. The Internet of Things (IoT) technology enables communication of smart devices that can connect through the internet, and ranges from smart homes to smart cities. The IoT has been widely used in various domains such as business, healthcare, agriculture, government and education to accomplish variety of purposes. In this study, IoT based mobile smart home surveillance application has been developed for controlling smart home system with the purpose of reducing human intervention and increasing security, privacy and energy efficiency. In this application, smart sensors are controlled by our web service and our mobile application that utilizes react native technologies, and it allows data from the sensors in our smart home prototype to be recorded in the database periodically with quartz.net technology, interpreting this data and allowing users to be informed via the mobile application. This application is an example of monitoring smart homes that provides solutions for the problems arise in IoT applications and enables to process smart sensor data to get insight for future use of smart homes.

Keywords: Smart home, Internet of things, Arduino, Sensor technology.

1. GİRİŞ

Kömürle çalışabilen buhar makinesinin icadıyla başlayan sanayi devrimi, elektrik enerjisi yardımıyla seri üretimde de kullanılarak devam etmiş ve siber-fiziksel sistemlerin ortaya çıkmasıyla dördüncü sanayi devrimine ulaşılmıştır (Gündüz ve Daş, 2018). Endüstri 4.0 şimdiye kadar otomasyon, dijitalleşme, internet, bilişim ve iletişim sektörlerinde elde edilen kazanımları birbiriyle entegre ederek ve bir adım daha ileri taşıyarak, bu kazanımlardan hayatın her aşamasında, en çok da üretim süreçlerinde faydalanmanın adımıdır. Ayrıca, günümüzde Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi içinde yaşadığımız dijital dünyanın sağladığı yeniliklerle yaşam standartlarımızı, temel ihtiyaçların giderilmesini, gündelik rutin işlerin gerçekleştirilme biçimini baş döndürücü bir hızla değiştirmektedir. Öte yandan, IoT kavramı ve teknolojisinin gelişimi birçok yönden insanlığın faydalanacağı sistemlerin geliştirilmesi ile hayatımızı kolaylaştırma, güvenliğimizin sağlanması, yaşam standartlarımızın yükselmesi gibi insanlığın faydasına olacak biçimde toplumsal yapıyı değiştirmektedir (Görkem, 2016).

IoT terimi ilk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından kullanılmış ve daha sonra bu terim 2005 yılında Uluslararası Telekomünikasyon Birliği tarafından resmi olarak kabul edilmiştir (Liau ve diğ. 2006). IoT teknolojisi, ağ iletişimi ve iletişim teknolojisi sayesinde kimlik, ağ oluşturma ve işleme yetenekleriyle donatılmış akıllı cihazların coğrafi konumlarına bakılmaksızın çeşitli amaçlara ulaşmak için birbirleriyle iletişim kurabilme imkânı sağlamaktadır. IoT'nin dört temel bileşeni vardır: nesne, veri, işleme ve insan (Gündüz ve Daş, 2018). Her bir bileşenin kendine özgü zorlukları ve kolaylıkları vardır. IoT, akla gelebilecek her nesnenin bir şekilde internete erişip, diğer cihazlarla etkileşim halinde olarak veri paylaşması durumudur ve günümüzde nesnelere arasındaki iletişim ağını sağlamada başrol oynamaktadır. Öte yandan, Cisco raporuna göre internete bağlı nesnelerin sayısı dünyadaki var olan insan sayısını aşmış durumdadır. İnternete bağlı cihaz sayısının 2016 yılında 22.9 milyardan, 2020 yılında 2 kat artarak yaklaşık 50 milyar olması öngörülmüştür (Ahmed, 2017).

Gerçek dünya nesnelerini akıllı sanal nesnelere dönüştürecek olan IoT, dünyamızdaki nesnelere ortak bir altyapı altında birleştirmeyi ve etrafımızdaki nesnelerin sadece kontrolünü sağlamayı değil, aynı zamanda bizi nesnelerin işleyişinden haberdar etmeyi de amaçlamaktadır. Bundan dolayı IoT teknolojileri günümüzde çok popülerdir. Böylece IoT teknolojisi, geliştiricilere işletme, eğitim, tarım, üretim, sağlık hizmetleri ve acil durum hizmetleri, ilk yardım, hükümet, ulaşım, akıllı ev, akıllı fabrika gibi çeşitli alanlarda

farklı uygulamalar oluşturarak toplumu destekleme fırsatları sağlayabilir (Torğul ve diğ. 2016). Ayrıca IoT teknolojisi şehir, endüstri, enerji, turizm ve diğer birçok alanda özellikle nesnelere arasındaki veri alışverişini sağlamada önemli bir rol oynar (Standard, 2011). Özellikle bu veri çağında, çeşitli IoT nesnelere toplanan verilere erişmek, kullanmak ve analiz etmek gibi doğru eylemleri doğru zamanda yapmak oldukça önemlidir (Barlow, 2013) (Aydın ve Anderson, 2017) . Çünkü günümüzde çok çeşitli kaynaklardan toplanan verilerin toplanması, modellenmesi, kaydedilmesi ve analiz edilmesi bu aşamaları gerçekleştiren organizasyonlar için faydalı bilgi ve çıkarımlar elde ederek çalıştıkları alanda söz sahibi olmaya devam etmeleri ve sahada kalıp faaliyetlerine yön verebilmeleri adına önem arz etmektedir (Aydın ve Anderson, 2020).

IoT teknolojilerinin gündelik hayatı kolaylaştırma amacıyla kullanıldığı önemli alanlardan biri de akıllı ev sistemleridir. IoT tabanlı akıllı ev tasarımlarıyla sakinlerine kolaylık, konfor, güvenlik ve enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Son zamanlarda, çoğu araştırmacı akıllı ev otomasyon sistemlerine uzaktan erişmek için SOAP ve RESTful hizmetleri gibi web hizmetlerini kullanmaktadır (Piyare ve Seong, 2013). Ayrıca, akıllı ev sistemleri, bir mobil uygulama üzerinden, konut sakinlerinin ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanıp istenilen çeşitli işlemlerin uzaktan kontrol edilebilme imkânı sağlamaktadır. Örneğin akıllı evlerde, ısıtma sisteminin modunu kontrol etmek ve değiştirmek (etkinleştirmek / devre dışı bırakmak) için sıcaklık sensörlerini kullanmak, hareket algılandığında ışıkları açıp kapatmak için hareket sensörlerini kullanmak, garaj kapılarının açılıp kapanması, güneşliklerin yönetimi, buzdolabında bulunan ürünlerin azalması ile ihtiyaç listesinin hazırlanması için IoT sensörleri kullanılmaktadır.

Dolayısıyla bu tez çalışmasında IoT teknolojileri kullanılarak örnek bir akıllı evin donanım yapısı tasarlanmıştır ve tasarlanan IoT sistemin kontrol edilebilmesi için mobil akıllı ev izleme sistemi (MSHSA- Mobile Smart Home Surveillance Application) geliştirilmiştir. Bu çalışmada tasarımı gerçekleştirilen akıllı ev sistemimizin aydınlatma, ısıtma, nem ve gaz ünitelerinin kontrolünü geliştirilen mobil uygulama ile sağladık. Mobil uygulamamız yardımıyla, güvenlik amacıyla bir odada hareket algılandığında lambanın manuel olarak açılıp / kapanmasını kontrol etmek için akıllı ev sistemine bağlanabilme, bilgi almak amacıyla periyodik olarak gaz, sıcaklık ve nem verilerini toplayıp ölçeklenebilir bir biçimde MongoDB (NoSQL) veritabanında depolayabilme, akıllı ev sisteminde anormal veya acil bir durum tespit edildiğinde kullanıcılara e-posta yoluyla bildirim gönderebilme kabiliyetlerine sahiptir. Ayrıca akıllı ev prototipinde entegre edilen sensörler yardımıyla

periyodik olarak toplanan ve depolanan verinin sonrasında kullanıcının isteğine bağı olarak günlük, haftalık veya aylık olacak biçimde analiz edilip rapor oluşturma imkânı da sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, 2. Bölümünde Literatür taramasına yer verilmiştir. 3. Bölümde geliştirilen akıllı ev sisteminin altyapısını oluşturan IoT modeli, donanım kurulumu ve tasarımı sunulmuştur. Aynı zamanda sistemin yazılım tarafı açıklanmıştır ve geliştirilen mobil uygulamada kullanılan yazılım teknolojileri anlatılmıştır, kullanım senaryosu sunulmuştur ve örnek analiz raporları sunulmuştur. 4. bölümde ise sistemin değerlendirilmesinden bahsedilmektedir. 5. bölümde ise tez çalışmasının sonuç kısmının yanı sıra ileride donanım ve yazılım açısından neler eklenebileceğinden bahsedilmektedir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde bu tez çalışması ile ilgili olan çalışmalar iki alt başlık altında incelenmiş ve kronolojik olarak yer verilmiştir.

2.1. IoT ve Tarihsel Gelişim

Bireylerin kendine has ihtiyaç ve istekleri doğrultusunda ev teknolojileri, kontrol sistemleri ile gündelik yaşamdaki ihtiyaçlara uyarlanırken endüstrinin birçok alanında da kullanılmaktadır. Evdeki bireylerin hayatını kolaylaştıran onların kendine has gereksinimlerine cevap veren daha fazla konfor, güven ve maliyet tasarrufu sağlayacak bir yaşam sunmak için gelişmiş teknolojiler kullanılmaktadır (Kurbetçi diğ. 2003). Ev ve iş hayatımızda gündelik işlerimizi daha kolay şekilde yapabilmemiz için günümüzde evlerde kullanılan teknolojilerin, kontrolünün sağlanabilmesi amacıyla otomasyon alanında tasarlanmış sistemler akıllı ev otomasyon sistemlerini oluşturmuştur (İnal ve Akçayol, 2009). Son yıllardaki yenilikçi çözümler sayesinde ev otomasyon ve iletişim teknolojisindeki ilerlemeler ile akıllı ev sistemleri yapılmaktadır (Capitanelli diğ. 2014).

Akıllı evlerin tarihsel gelişimi 1950'li yıllarda bina otomasyon kavramı olarak ortaya çıkmıştır (Özçekiç, 2005). Bina otomasyon sistemlerinin gelişimi sonrasında insanlar için evlerdeki konforun sağlanabilmesi planlanmış, 1980'li yıllarda Akıllı Ev düşüncesi ortaya atılmış (Stefanov diğ. 2004) ve 1988'de ilk defa bilgisayar programlı evler fikri ortaya çıkmış (Aslan, 2014) ve tarihçe olarak yakın bir geçmişe sahiptir. Örnek akıllı evler, sektördeki gelişimini büyük teknoloji firmaları tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu firmalar Honeywell, Intel, Compaq, Microsoft, Mitsubishi ve Philips vb. teknoloji firmaları HOME API (Application Programing Interface-Uygulama Programlama arayüzü)'leri tasarlamışlardır. Ara birimlerin evde bulunan bütün elektronik aletlerin mevcut sisteme entegre olması ve bütünleşecek şekilde çalışması gerçekleştirilmiştir (Aslan, 2014). Tokyo'da gerçekleştirilen elektronik fuarda akıllı evlerin ilk gösterimi yapılmıştır (Bayram, 2006).

Akıllı ev kuramı ve ev teknolojisinin gelişmesiyle birlikte oluşan ev aletleri; müzik setleri, televizyon, garaj kapıları için tasarlanan uzaktan kumandalar, kahve makineleri için tasarlanan zamanlayıcılar, birçok seçeneği bulunan çamaşır makinesi, buzdolabı vb. hayatımızı kolaylaştırarak kullanışlı biçime gelmiştir (Gügül, 2008). İleride ise akıllı evler, akıllı şebekeler ve akıllı şehirler oluşup yeni servisler hayatımızda yer alacaktır (Balta-Ozkan diğ. 2014).

Temelde ev içinde yer alan elektronik cihazların birbirleri ile iletişime geçmesinin sonucunda evlerin akıllanması meydana gelmiştir. Kullanan kişilerin bütün ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde evin donatılması sağlanmış güvenlik, aydınlatma, sulama vb. durumlarda kontrolü sağlamak evin akıllı olması için önemlidir. Bu durumun tek ana kaynaktan yönetilebilmesi gerekir. Akıllı ev sistemleri genel anlamda özel istekleri olan insanlar için uygulanmasına başlanmış ve bu sebepten dolayı çok miktarda birçok akıllı ev prototipi yapılmıştır. Akıllı evler bunun için değişik amaçlar doğrultusunda kurulmuş cihazların düzenlenmesi ya da geliştirilmesi doğrultusunda değişmektedir. Akıllı evlerin insanlara yararı üç temel başlıkta olduğu söylenmektedir; enerji tasarrufu, konfor ve güvenlik (Aslan, 2014; Bayram, 2006). Enerji tasarrufu akıllı ev teknolojisinin en büyük faydalarından olup, ısıtma sistemlerinin otomasyonla denetimiyle evin ısı enerjisi ihtiyacının % 10, açık durumdaki aydınlatmalar % 90 parlaklık verip, kullanılmayan aydınlatmaların kapatılması, cihazların ekonomik hesaplamalara göre zamanlanıp programlanması vb. farklı metotlar kullanılmak suretiyle elektrik enerjisinde %30 civarında tasarrufa sebep olacağı bildirilmiştir (Gügöl, 2008). Diğer yandan evdeki bölümlerin eşit şekilde ısınabilmesi amacıyla tek noktadan ısı miktarını belirleyen kontrollü yanma sisteminden faydalanıp kullanılmayan alanlardakinin de kapatılması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca enerji tasarrufunu önemli derecede arttıracak bir başka yol da güneşten yeteri kadar faydalanılıp yağmur yağın zamanlarda bahçedeki sulamanın kapatılması ile açık durumdaki cihazların kontrol edilmesi olarak belirtilmektedir. Bir çalışmada, SMS kontrolü yaparak kontrollü sulama otomasyon sistemini geliştirerek sabahın erken saatlerinde toprak sıcaklığının düşük olduğunda sulama yaparak bitkinin ihtiyaç duyduğu kadar su sağlayarak su tüketiminden % 40 tasarruf sağlamıştır (Fidan ve Karasekreter, 2011).

Konfor, akıllı ev teknolojisinin getirdiği önemli boyutlardandır. Ev otomasyon sistemlerinin sırayla komutları gerçekleştirdiği senaryoların yapılması bu konuda yapılmış en önemli kolaylıktır (Kurbetçi diğ. 2003). Bu özellik sayesinde akıllı evlerin tek noktadan evdeki teknolojileri kontrol edip uzakta da olsa tamamlanması gereken gündelik işleri yorulmadan gerçekleştirebilmek gibi önemli kolaylıklar sağladığı görülmektedir (Aslan, 2014).

Teknolojik gelişmeler doğrultusunda insanların akıllı ev sistemleri teknolojisini etkin olarak kullanması için hızlı bir şekilde gelişim göstermektedir. Akıllı ev sistemleri insanların istekleri ve gereksinimleri ile gelişmektedir. Akıllı ev sistemlerinin yapabileceklerini aşağıda sıralarsak (Koçak ve Kırbaş 2016);

- Su, gaz vb. sızıntıya neden olacak durumlarda vananın kapatıldıktan sonra kullanıcıya haber verilerek durumu öğrenmesi sağlanabilir.
- Evde bulunan kameralara uzaktan bağlanıp ev güvenliğinin kontrolü sağlanabilir.
- Evde bulunmuyorken pencere-panjur otomatığı sayesinde evin havalandırılması işlemi yapılabilir.
- Evde bulunmadığımızda evdeki ışıkların açık-kapalı durumunun kontrolü ve dış ortamdaki ışığın durumuna göre evde bulunan ışığın ayarları yapılabilir.
- Hava kararınca otomatik perdeler devreye girebilir veya uzaktan kontrol sayesinde perdenin kontrolü kullanıcıya bırakılabilir.
- Toprağın nem durumu belli zaman dilimlerinde ölçülüp nem azaldığında otomatik sulama yapılıp veya topraktaki nem durumu kişiye bildirim yapılarak kişinin kontrolü altında sulama gerçekleştirilebilir.
- Prizde unutulmuş olan ütünün elektriği kesilmesi ya da küçük çocukların ulaşma ihtimali olan prizlerdeki elektrik bağlantısının kesilmesi ile güvenlik oluşturulabilir.

Kişinin isteği ile bu sistem farklı senaryolar ile programlanıp ayarlanabilir. Ayrıca kontrolünü sağlamak istediğimiz klima, otomatik perde, vanalar, ses ve görüntü sistemleri, dokunmatik kontrol paneli sistemin ya da iphone, android vb. yazılım içeren diğer cihazlar vasıtasıyla konum fark etmeksizin her zaman kontrolü sağlanabilir.

Nesnelerin İnterneti konusunda e-sağlık alanında yapılan çalışmalarda; günün belirli saatlerinde yoğun olarak UV ışınlarının etkisinde olan insanları uyaran sistemler (Anonim, 2015), organik elementler, aşılarda ve ilaçlar için medikal soğutucular, yüksek performanslı merkezlerde yer alan sporcu gözetimleri (Quwaider ve Jararweh, 2015), yaşlı insanların ya da engellilerin sağlık durumlarını algılayan sistemler (Luo ve diğ. 2012; Han ve diğ. 2014; Ramesh ve diğ. 2014; Felisberto ve diğ. 2014; Tunca ve diğ. 2014; Magana-Espinoza ve diğ. 2014; Dalahoz ve Labrador, 2014), yaşlı insanlar için hastanede ya da evlerinde sağlık durumu gözetim sistemlerini algılayan sistemler (Hossain ve Muhammad, 2016)'dir.

Tyagi ve diğ. (2016), IoT ile alakalı çeşitli uygulamaları sunmakta ve ayrıca IoT' deki her bir uygulamanın bazı önemli parametrelerinden ve işlevlerinden bahsetmektedir. Genelde sağlık hizmetlerinde IoT'nin rolleri ve özellikleri üzerinde yoğunlaşmışlardır.

Sağlık hizmetlerinde IoT'yi mümkün kılan teknolojiler belirtilmiştir ve bu teknolojilerinin sağlık sektörü için de nasıl kullanıldığını önermişlerdir.

Ev otomasyonu alanında ise genel olarak su ve enerji tüketimi ile ilgili olan çalışmalar yer almaktadır (Kim, 2016). Bu sistemlerin en önemli risk durumları güvenliği ve kullanıcı gizliliğidir. Yapılmış bir çalışmada 32 risk faktörü bulunmuş ve bunun içinde 4 tanesi ciddi risk olarak belirlenmiştir. Bu riskler; güvenlik, gizlilik, risk analizi, güvenlik ve gizlilik tasarımıdır. Bunun engellenmesi için tasarım aşaması bölümünde güvenliğin ve gizliliğin monte edilmesi gerekmektedir (Jacobsson ve diğ. 2015).

Akıllı çevreleri oluşturan belli başlı öğeler; riskli alanların belirlenmesi için yangın önleyici koşulların ve yanıcı gazların takip edilmesiyle kurulacak olan orman yangınları gözetimi, fabrikaların karbondioksit salınımı, otomobil ve çiftliklerin çevreye verdiği zehirli gazların sebep olduğu hava kirliliğinin kontrol edilmesi, yerel hava durumunun takibinin yapılması, kar ve yağmur düzeylerinin, toprak nem, titreşim ve yer yoğunluğu takip edilmesi ile ihtimal dahilinde olan sel, çığ ve heyelan felaketlerini öncesinde belirleme, özellikle fay hattı boyunca tespit edilecek noktalardaki titreşim hareketlerinin değerlendirilerek erken deprem algılaması sistemleridir. Lazarescu (2013) tarafından yapılan çalışmada çevresel takip sisteminin kablosuz sensör ağları ile bir prototipi tasarlanmıştır.

Su, canlılar için hayati bir kaynak olup, günümüzde yönetimi çok önemli bir konudur. Akıllı su uygulamaları ile şehirlerdeki musluk suyunun kalitesi için içme suyunun belirlenmesi, su kaçaklarının izlenmesi için tanklarda ve boru hatlarında yer alan basınç farklılıklarının belirlenmesi, akarsularda fabrikaların atıklarını algılayabilen kimyasal sızıntılarının belirlenmesi, denizlerdeki gerçek süreli kirlilik düzeyi ölçümü, havuz koşullarının kontrol edilmesi, olası durumdaki taşkınlarda nehir ve barajların su düzeyi değişimlerinin kontrol edilmesi vb. konuları kapsamaktadır.

Nesnelerin İnterneti modern tarım konusunda da kullanılan uygulamaları bulunmaktadır. Bu mevcut uygulamalar topraksız tarım, bitkinin sağlığının ve meyvelerde şeker oranının kontrol edilmesi için toprak neminin ve gövdenin çapının takip edilmesi, seralardaki mikro-iklim şartlarının izlenmesi ile meyve ve sebze kalitesinin ve üretimini maksimum verim elde etmeye yönelik çalışmalar, besi yemlerinin üretiminde meydana gelebilecek mantar ve mikrobik maddelerin engellenmesi için yonca, ot ve samanlardaki nem ve sıcaklığın kontrol edilmesi, su kaynaklarının verimli kullanımı ile kuru bölgelerde seçici sulama çalışmaları, özellikle don, kar, yağmur, kuraklık ve rüzgar değişimlerinin

belirlenmesi ve hava şartlarının araştırılması uygulamalarıdır. Lihua ve diğ. (2010) ve Sungwook ve Hyenki (2014) tarafından yapılan çalışmada, hassas tarım ürünlerinin gerçek zamanlı bilgileri kablosuz sensör ağları kullanılarak gerçek zamanlı mobil telefon vasıtasıyla izlenmiştir.

Modern hayvancılıkta ise, özellikle büyük alanlarda GPS ya da RFID ile hayvanların izlenmesi, süt kalitesi ve verimliliğin izlenmesi, yavruların bakımı için gereken ortamın sağlanması, havalandırma ve hava kalitesi çalışmasında dışkıdan dolayı oluşan zehirli gaz seviyesinin araştırılması için Nesnelerin İnterneti teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Kang ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmada, domuz çiftliklerinde hayvanların ağırlıkları dikkate alınarak yemlerinin verilmesi Nesnelerin İnterneti ile olmuştur. Bu çalışmada ortamın karbondioksit ve nem değerleri, tüketilen su ve süt miktarları takip edilmiş ve bunun sonucunda doğum kazaları ve yavruların benimsenmesi deneysel olarak incelenmiştir.

2.2. Tez Uygulaması ile İlgili Çalışmalar

Ali ve Rousan (2004), World Wide Web (WWW) aracılığıyla ev aletlerini izleyen ve kontrol eden JAVA tabanlı bir otomasyon sisteminin tasarımını ve uygulamasını sunmaktadır. Tasarım, bir sunucuya entegre edilmiş bağımsız yerleşik sistem kartına dayanmaktadır. İzleme ve kontrol yazılımı motoru Java Sunucu Sayfaları, JavaBeans ve Etkileşimli C'ye dayanmaktadır. Ev aletleri, yerleşik sistem kartı aracılığıyla yerel olarak veya dünyanın herhangi bir yerinden bir web tarayıcısı aracılığıyla uzaktan izlenebilir ve kontrol edilebilir. Yetkisiz kullanıcıların evdeki cihazlara erişimini engellemek için şifre koruması sağlayacaktır. İnternet bağlantısı kesik veya sunucu çalışmıyorsa, sistem kartı yine de aygıtları yerel olarak kontrol edip, çalıştırabilmektedir. Bizim çalışmamız ise akıllı ev nesnelerinin anlık durumlarını mobil akıllı ev izleme uygulaması (MSHSA) ile izlenebilir ve kontrol edilebilir olmasından dolayı ve C#, C, Javascript programlama dilleriyle yazılmış olmasından dolayı farklılık göstermektedir.

Golzar ve Tajozakerin (2010), ev otomasyonu için internet tabanlı bir akıllı uzaktan kumanda sisteminin tasarımını ve uygulamasını sunmaktadır. Sensörler ve ev aletleri kontrol paneline bağlanarak dünyanın her köşesinden ve internet üzerinden izlenip kontrol edilmektedir. Sistem ölçeklenebilir ve çekirdeğinde büyük değişiklikler yapılmadan ek cihazların eklenmesine izin vermektedir. Akıllı kontrol sisteminin verimliliği, enerji tasarrufu ve kullanıcı dostu olması açısından yüksektir. Bizim çalışmamızda da akıllı ev nesneleri dünyanın her yerinden ve internet üzerinden uzaktan izlenip kontrol

edilebilmesiyle ve ölçeklenebilir, ek sensörler ile sistemin genişletilebilir olmasından dolayı benzerlik göstermektedir.

Neaz-Morshed ve diğ. (2015), Bluetooth, GSM, Wi-Fi ve DTMF gibi çeşitli teknolojileri kullanarak ev otomasyonunun tasarımını açıklamaktadır. Android teknolojisi kullanılmaktadır. Burada cihazların kontrolü cep telefonlarıyla sağlanmakta, ayrıca SMS gönderilmektedir. Güvenlik amacıyla, hareket algılamak için PIR sensörü kullanılmaktadır. Cihazlar hem içeriden hem de dışarıdan kontrol edilebilir. Bu sistemin temel avantajı düşük maliyetli ve ölçeklenebilir bir sistem olmasıdır. Bizim çalışmamızda ise cihazların kontrolü mobil telefonlarla sağlanmakta ve konut sahibine email yoluyla bildirim gönderilmekte olup ve sistem tamamen Wi-Fi teknolojileri kullanılarak tasarlanmasından dolayı farklılık göstermektedir. Konut sahibi evde yokken oluşabilecek tehditlere karşı hareketleri algılamak için PIR sensörünün kullanılmasıyla çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Chhabra ve Grupta (2016), elektrikli cihazların bir android uygulaması ile uzaktan kontrol edilebilmesi ve izlenebilmesi için gerçek zamanlı izleme sistemi önermiştir. Gerçek zamanlı cihaz takibini izlemek ve evin güvenliğini sağlamak için çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Sistem monitörü internet bağlantısını kullanarak android uygulamasından uzaktan kontrol edilmektedir. Elektrik faturalarından tasarruf etmenin birçok faydası vardır, kullanıcıyı güvenlikleri konusunda kısa mesajlar kullanarak anahtarlamayı kontrol etme ve elektrik enerjisi tüketimini azaltarak doğal kaynakları korumak için kullanımı izleme seçeneği ile güncel tutmaktadır. Bizim çalışmamızda ise React Native teknolojisi kullanılarak geliştirilen MSHSA' nın hem android hem de ios tabanlı olmasından dolayı farklılık göstermektedir. Akıllı ev nesnelere kontrolünü, güvenliğini ve enerji verimliliğini sağlamak için sensörler kullanılmıştır. Bundan dolayı çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Crisnapati ve Wardana (2016), IP tabanlı ağ sistemi olan ev otomasyon sistemini sunmaktadır. Bu sistemde ışık kullanımı, su kullanımı, hareket varlığı gibi farklı veriler hesaplanır. Bu amaçla sıcaklık, nem ve PIR gibi farklı sensörler kullanılır. Ayrıca yönetim sistemi su ve elektrik kullanımı hakkında bilgi verir. Sistemlerin temel avantajları düşük maliyetli ve enerjinin verimli olmasıdır. Bizim çalışmamızda da akıllı ev nesnelere kontrolünü sağlamak için sıcaklık, nem ve hareket sensörleri kullanılmasıyla benzerlik göstermektedir.

Erbey (2016) yaptığı çalışmada, bir mobil uygulama ile akıllı ev teknolojisinde bulunan kontrol sistemlerini takip etmeyi amaçlamıştır. Bunun için Android tabana sahip olan bir mobil uygulama ile kullanımı kolay olan ve kodların okunabileceği prototip test edilerek sorunlar çözülmüştür. Son durumda mobil uygulamanın akıllı ev sisteminde bulunan aydınlatma, perde-panjur, sulama, klima, güvenlik vb. durumların ses kullanılarak kontrol edilmesi gibi gelişmiş özellikler bulundurmaktadır. Bizim çalışmamızda ise mobil uygulama çapraz platform yani hem android hemde ios tabanlı olmasından dolayı farklılık göstermektedir. Çalışmamızdan farklı olarak sulama, perde-panjur ve klimanın ses sistemiyle kontrol edilmektedir.

Plageras ve diğ. (2016), IoT'nin bulut bilişimde, video kodlamada ve ayrıca mobil cihazlarda gelişmesi sağlanmıştır. Sağlık durumlarını izlemek için IoT'ye dayalı bir izleme sistemi kurulmuştur. Sıkıştırılmış verileri aktarmak için Mesh topolojisi ve kısıtlı uygulama protokolü gibi teknolojiler kullanılmıştır. Bu sistemin, bir yerden bir yere giden yaşlılara nasıl yardımcı olacağını ve genel sağlık sorunlarının nasıl izlenebileceğini anlatmışlardır. Verileri depolamak için bulut bilişim teknolojisini kullanmışlardır. Bu çalışmada sağlık sorunlarıyla ilgili akıllı çözümler sunmasından ve kullanıcıların sağlık durumlarının izlenmesinden dolayı bizim çalışmamızla farklılık göstermektedir.

King ve Perry (2017), farklı uygulama bağlamları için IoT ev enerji sistemlerinde kullanılacak çeşitli sensörleri tartıştı. Sensörler, analog değerler biçiminde aktarılan birçok farklı bilgi verisini toplamaktadır. Farklı "akıllı" teknolojilerle birlikte çalışan bu sensörler, bir evin enerji verimliliğini arttırmaya yönelik sistemlerden (aydınlatma gibi) otonom akıllı binaları destekleyen sistemlere kadar çeşitli IoT sistemlerinde kullanılabilir. Tasarruflar, binalardaki enerji kullanımı için yüzde 5-15 tasarruftan, otonom akıllı binalarda yüzde 50'nin üzerinde enerji tasarrufuna kadar değişmektedir. Bizim çalışmamızda da enerji verimliliğini arttırmaya yönelik kullanılan sensörler ve teknolojilerden dolayı benzerlik göstermektedir.

Png ve diğ. (2019), konut ve ticari enerji yönetimi sistemleri için IoT sistemlerinin uygulanmasındaki en büyük zorluk, sensör cihazlarının fiili çalışmasında yer alan karmaşıklığıdır. Birçok sensör, tüm evin tüketimine göre çok az güç gerektirse de sensörlere gerçek güç dağıtımı, özellikle tek bir evde eş zamanlı olarak çalışmak için çok sayıda sensörün gerekli olduğu durumlarda hızla karmaşık hale gelebilmektedir. Çalışmamızda ise 1 odanın ihtiyacı doğrultusunda sensör kullanılmıştır.

Jabbar ve diğ. (2019), mikrodenetleyici olarak NodeMCU ve Arduino IDE kullanarak akıllı bir beşik için bir bebek izleme sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem, ses sensörü ile ağlamayı algıladığında sallanabilen bir beşikten oluşmaktadır. Havalandırmayı sağlamak için yuvanın üstüne bir mini fan takılmıştır. Mini fan ile yuvanın salınımı, sensörler veya MQTT sunucusundan uzaktan kumanda ile açılabilir. Gerçek zamanlı görme izlemeyi etkinleştirmek için yuvaya harici bir Wi-Fi kamera takılmıştır. Ebeveynler, Wi-Fi kameranın hazır mobil uygulamasını kullanarak bebeğin durumunu görebilir ve bebekle konuşabilmektedir. Bu çalışmada, akıllı beşik için Nesnelerin İnterneti tabanlı bir bebek izleme sistemi önerilmiştir. Bizim çalışmamızda da havalandırmayı sağlamak için DC motor ve pervane kullanıldığından benzerlik göstermektedir. Çalışmamızdan farkı ise Wi-Fi kamera ve ses sensörü kullanılmıştır. Bu çalışmanın yeniliği, aşağıdaki metodolojiyi ve katkıları benimseyerek önerilen IoT-BBMS otomasyon sisteminde yatmaktadır:

- Önerilen sistemi test etmek için otomatik sallanma desteği, web kamerası ve müzikli oyuncak ile akıllı bir beşik prototipi tasarlanmıştır.
- Gerekli izleme ve kontrol görevlerini gerçekleştirmek için NodeMCU denetleyicisinde yeni bir algoritma önerilmiş ve uygulanmıştır.
- NodeMCU'yu mikro denetleyici olarak ve MQTT sensörlerden veri almak aktüatörlere komut göndermek için IoT sunucusu olarak kullanılmıştır.

Sine ve Koçyiğit (2020) yaptıkları çalışmada, ev ortamında gündelik yaşamda gerçekleştirilen bazı işlerin internet vasıtasıyla akıllı cep telefonu, tablet vb. desteği ile TV'den kablosuz şekilde uygulanmıştır. İnsan hayatını kolaylaştırmak için ısı, ışık, sulama vb. etmenler internet vasıtasıyla periyotlar halinde veya isteğe göre kontrolü sağlanarak araştırılmıştır. Bunun için maksimum verimle kontrol sistemi ayarlamak için düşük güç tüketimi ve performansı ile öne çıkmış MSP432 mikrokontrolör kullanılmış ve mevsimsel sıcaklıkların durumuna göre evin sıcaklığının kontrolü ve bahçenin sulanması gelecek yıllarda kullanılabilecek tam otomatik sistemlere örnek gösterilebilir. Ayrıca bu çalışmayı daha yansıtılabilmek ve kontrol edebilmek için ev maketi tasarlanmış, sistemdeki her bir uygulamayı kontrol edebilmek ve sistemdeki konforun artırılabilmesi için mikrokontrolör ile kablosuz iletişim sağlanıp alıcı ile verici arasındaki verilerin iletimi ESP8266 modülü ile sağlanmıştır. Sistemin verimli olarak veri işlemesi ve gelişmiş düşük güç tüketimi ile sorun olmadan çalışması için MSP432 mikrokontrolör kullanılmıştır. Çalışmamızda da sensör verileri periyotlar halinde depolanmakta ve bu nesnelerin kontrolü sağlanmaktadır. Bundan

dolayı çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Bahçenin sultanmasıyla ilgili etmenlerden dolayı çalışmamızla farklılık göstermektedir.

Koçak ve Kırbaş (2020) yaptıkları çalışmada, akıllı ev sistemlerinde odaların aydınlatılması, araba garajı kapısının açılıp kapanmasının kontrolü için Arduino UNO kullanmışlardır. Sisteme erişim için Android (3.0) yüklenmiş akıllı telefon ve tabletlerden yararlanılıp ev sisteminde bulunan Arduino, bilgisayardan bağlanıp internet vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Bilgisayardan alıştırılan Visual C# kullanılarak geliştirilmiş kolay anlaşılan kontrol paneli ve Android programı sayesinde akıllı ev sisteminin tüm kontrolü sağlanmaktadır. Çalışmamızda da web servisleri yazmak için C# programlama dili kullanılmış olup bundan dolayı benzerlik göstermektedir. MSHSA ile sensörlerin kontrolü hem android hem ios tabanlı cihazlardan olduğu için çalışmamızla farklılık göstermektedir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Sistem Tasarımı

Cisco raporuna göre, internete bağlanan nesnelerin sayısı dünyadaki insan sayısını aşmıştır. Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, internete bağlı cihaz sayısının 2016'da 22.9 milyardan 2020'de yaklaşık 50 milyara çıkacağı tahmin edilmektedir (Ahmed, 2018). Bu nedenle, internete bağlı olan ve veri oluşturulması sağlayan nesnelerin kontrol edilmesi, verilerin toplanması, akan veya depolanan verilerin faydalı eylemler için çeşitli yöntemlerle analiz edilmesi, ihtiyaç duyulan doğru zamanda doğru eylemlerin gerçekleştirilmesi için çok önemlidir.



Şekil 3.1. İnternete bağlı olan nesnelerin sayısı

IoT teknolojisi ile su, elektrik, ısıtma, soğutma ve güvenlik gibi fiziksel çevre kontrolüne ihtiyaç duyan akıllı ev ve cihaz kontrol sistemlerini programlamak, yönetmek ve veriyi analiz etmek mümkündür. Akıllı ev sistemindeki nesnelerin birbirleriyle iletişim kurmasını sağlamak için kablosuz ağlar kullanılmaktadır ve bu nesneler bir mobil uygulama ile akıllı bir cihazla güvenlik için evin ısıtma sisteminin uzaktan kontrol edilmesi gibi lokasyondan bağımsız olarak kolayca kontrol edilebilmektedir. Dolayısıyla IoT ve gelişen teknolojiler; güvenliğimizi sağlayarak, hayatımızı kolaylaştırarak ve yaşam standartlarımızı yükselterek toplumsal yapıyı hızla değiştirmektedir (Gündüz ve Daş, 2018).

Bu çalışmada, Arduino tabanlı bir IoT akıllı ev prototipi tasarlanmış ve bu akıllı ev modelini kontrol etmek ve yönetmek için bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Bu bölümde öncelikli olarak geliştirilen akıllı ev prototipinin tasarlanmasında kullanılan donanım bileşenleri anlatılmıştır, sonrasında kullanıcıların akıllı ev prototipinde bulunan birden fazla sensörü ve nesneyi kontrol etmelerini sağlayan mobil akıllı ev izleme sisteminin (MSHSA-Mobile Smart Home Surveillance Application) yazılım tasarımı, kullanılan teknolojiler ve yazılım mimarisi anlatılmıştır.

3.1.1. Donanım Tasarımı ve Bileşenleri

Bu bölümde Arduino tabanlı bir IoT akıllı ev prototipinin geliştirilmesinde kullanılan sensörler ve özellikleri, donanım kurulumu, ve akıllı ev prototipinin tasarımı detaylı bir biçimde anlatılmıştır.

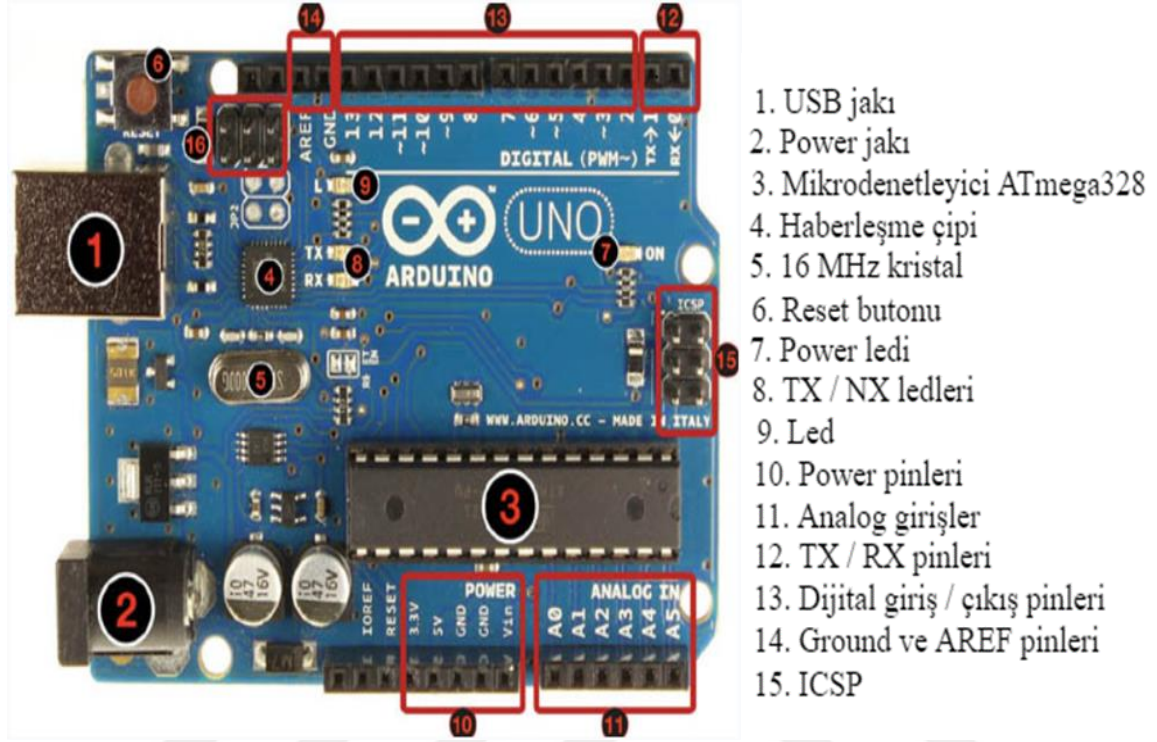
3.1.1.1. Akıllı Ev Prototipinde Kullanılan Sensörler ve Özellikleri

Öncelikli olarak tasarlanan akıllı ev prototipinde kullanılan sensörler ve özelliklerle detaylı olarak anlatılmıştır.

- **Arduino Uno**

Arduino esnek, kullanımı kolay donanım ve yazılım mimarisine sahip açık kaynak kodlu elektronik bir platformdur. Kullanıcıların kolaylıkla tasarımlarını geliştirmesi ve birbirinden farklı projeler yapabilmesi için tasarlanmıştır. Arduino Uno' nun genel özelliklerine bakacak olursak ATMEL mikrodenetleyicilerini içermektedir. Arduino platformu yıllar içinde gelişen kütüphaneleri ile Arduino Uno, Arduino Uno R2, Arduino Uno SMD ve son olarak Arduino Uno R3 kart tiplerini çıkarmış olup elektronik ve programlama alanında kendisini geliştirmek isteyen tüm kullanıcılar için esnek, kolay ve ulaşılabilir çözümler sunmaktadır. Arduino açık kaynak kodlu bir platform olduğu için yazılımları, tasarımları ve ürünleri tüm kullanıcılar ile paylaşılmaktadır. Dolayısıyla çoğu insan Arduino klonlarını üretmektedir. Arduino donanımsal açıdan ne kadar kullanışlı ve popüler ise yazılımsal olarak da o kadar kullanışlı ve popülerdir dolayısıyla yazılım geliştirme platform olarak Arduino IDE kullanılmaktadır. Kullanıcılar istediği kütüphaneleri içerisinde bulabilmektedir. Bu kütüphaneleri yazılım geliştirme platform üzerinden sorunsuz bir şekilde yükleyebilmektedir (Arduino Uno, 2021 ; Arduino Uno Özellikleri, 2021). Arduino Uno R3 klon ürününde ATmega328 mikrodenetleyicisini içermekte olup Şekil 3.2'

de gösterilmektedir. Arduino Uno' nun teknik özellikleri aşağıda yer almaktadır (Arduino Uno Özellikleri, 2021).



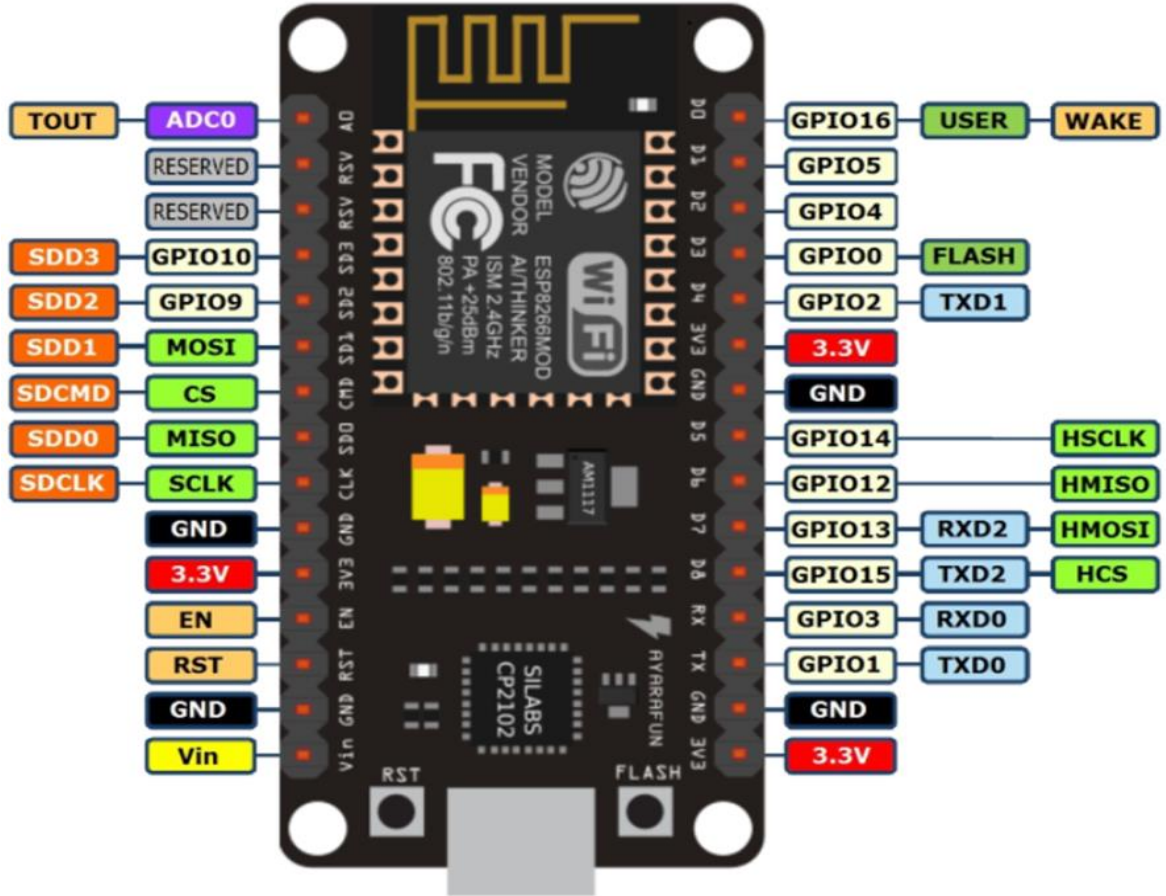
Şekil 3.2. Arduino uno

Arduino Uno Teknik Özellikleri:

- Mikrodenetleyici : ATmega328
- Çalışma gerilimi : + 5 V DC
- Besleme gerilimi limitleri : 6 –20 V
- Besleme gerilimi : 7-12 V DC
- Analog giriş pinleri : 6 adet
- Dijital giriş/çıkış pinleri : 14 adet
- Flash hafıza : 32 KB
- 3.3 V pini için akım : 50 mA
- EEPROM : 1 KB
- SRAM : 2 KB
- Saat frekansı : 16 MHz

- **NodeMCU ESP8266**

Espressif Systems tarafından dünya ihtiyaçları için tasarlanmış üzerinde ESP8266 Wifi modül barındıran NodeMCU kiti, sensörlerin birbirleriyle kablosuz ağ üzerinden haberleşmesini sağlamaktadır. Böylece sistem daha verimli bir şekilde çalışmaktadır. NodeMCU geliştirme kartı ESP8266 SDK' sını kullanarak tasarlandığından ekstrasından bir mikrodenetleyiciye gerek duymamaktadır. Geliştirme kartı ADC, 1-Wire, IIC, PWM ve GPIO bağlantılarını desteklemektedir. NodeMCU geliştirme kartı Şekil 3.3'de gösterilmekte olup bazı özellikleri aşağıda yer almıştır (Wi-Fi Modülü, 2021). Çalışmamızda NodeMCU ESP8266 Wifi modülü sayesinde kablosuz olarak sensörlerden aldığımız verileri veritabanında depolama işlemi gerçekleştirilmiştir.



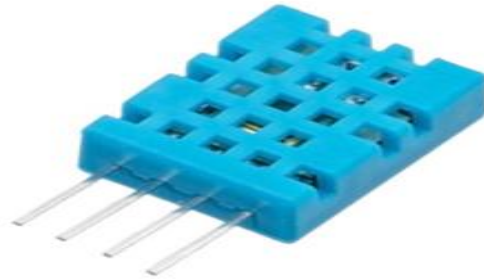
Şekil 3.3. NodeMCU ESP8266 Wifi Modülü

Özellikleri:

- ESP8266 SDK tabanlı
- eLua core (Lua 5.1.4)
- lua-cjson destekli
- spiffs dosya sistemi
- json, file, timer, pwm, i2c, spi, 1-wire, net, mqtt, coap, gpio, wifi, adc, uart ve system api destekler
- Ürün Boyutları: 2.9 x 5.7 cm

- **DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü**

Şekil 3.4'te gösterilen DHT11 sıcaklık ve nem sensörü, ortamdaki sıcaklık ve nem değerlerini ölçerek topladığı verileri dijital olarak düzenleyip çıkış verebilen bir sensördür. Sensör çift yön tek hat haberleşme yapmaktadır. Kalibre edilmiş olan sensör, ölçümlerde maksimum \pm % 5 kadar bir hassasiyet göstermektedir. DHT11 sıcaklık ve nem sensörünün bazı özellikleri aşağıda yer almaktadır (Sıcaklık ve Nem Sensörü, 2021). Akıllı ev prototipimizde DHT11 sıcaklık ve nem sensörü ile ortamdaki sıcaklık ve nem değerlerini zamanlanmış görevler ile veritabanında depolayıp mobil akıllı ev izleme uygulamamız ile kullanıcının haberdar olmasını sağlamaktayız.



Şekil 3.4. DHT11 sıcaklık ve nem sensörü

Özellikleri:

- Çalışma Voltajı: 3-5.5 V
- Çalışma Akımı: 0.5-2.5 mA
- Çalışma Akımı Ortalama: 0.2-1 mA
- Bekleme Modu Akımı: 100 uA-150 uA
- Çözünürlük: % 1 Rh 8 Bit
- Tekrarlanabilirlik: \pm % 1
- Hassasiyet: 25 °C \pm % 4 Rh-0 °C-50 °C \pm % 5Rh Maks
- Ölçüm aralığı: 0 °C - % 30 Rh - % 90 Rh | 25 °C - % 20Rh - % 90Rh | 50 °C- % 20 Rh – 80 Rh
- Tepkime Süresi: 6 san – 15 san
- Çözünürlük: 1 °C 8 bit
- Tekrarlanabilirlik: \pm 1°C
- Hassasiyet: \pm 1 °C - \pm 2 °C
- Ölçüm aralığı: 0 °C – 50 °C
- Tepkime Süresi: 6 san – 30 san
- Data Formatı: 40 bit
- 8 bit tam sayı RH verisi + 8 bit ondalık RH verisi + 8bit tam sayı Sıcaklık verisi + 8 bit ondalık Sıcaklık verisi + 8 bit check sum

● **MQ-2 Gaz Sensörü**

300 ile 10.000 ppm konsantrasyonlarda sigara dumanını, yanıcı gazı vs. algılayabilecek türden bir sensördür (Yanıcı Gaz ve Sigara Dumanı Sensörü, 2021). Sensör Şekil 3.5'te gösterilmektedir. 5 V gerilim ile çalışmaktadır. MQ-2 sensörünün bazı özellikleri aşağıda yer almaktadır (Gaz Sensörü, 2021). Çalışmamızda ise ortamdaki yoğun sigara dumanının veya gaz kaçağının olduğu durumlarda kullanıcıyı haberdar etmekteyiz.



Şekil 3.5. MQ-2 gaz sensörü

Özellikleri:

- Mikroprosesör uyumlu TTL çıkışı.
- Analog çıkış: Çıkış voltajı, havadaki gaz konsantrasyonuna orantısal olarak değişir.
- Yüksek hassasiyet: LPG, Propan(C_3H_8) ve Hidrojen(H_2) konsantrasyonunu hassas bir şekilde ölçer.
- Ölçüm Aralığı: 300-10000 ppm
- Uzun bir çalışma ömrü ve kararlılığa sahiptir.
- Hızlı cevap süresi.
- Soketli problarla test için tak/çıkarmaya kolaylığı.
- Arduino ve diğer geliştirme kartları ile uyumlu çalışır.

- **PIR Sensörü**

Bir ortamda gerçekleşen hareketi algılamak için PIR sensörleri kullanılmaktadır. Arduino başta olmak üzere diğer mikrodenetleyicilerle birlikte kullanılabilen bir sensördür. HC-SR501 ayarlanabilir hareket algılama sensörü Şekil 3.6'da gösterilmektedir. Dijital olarak çıkış sağlayabilen bu modül hareket algıladığı zaman lojik 1, hareket algılamadığı zaman lojik 0 çıkışı vermektedir. PIR sensörü üzerinde 2 farklı potansiyometre bulunmaktadır. Bunlar; Tx ve Sx' dir. Tx potu sensor hareketi algıladıktan sonra ne kadar süre daha çıkış 1 sinyali vereceğini ayarlamaktadır. Sx potu ise sensörün görme mesafesini 3 ile 5 m arasında değiştirmektedir. PIR sensörü ile ilgili bazı özellikler aşağıda yer

almaktadır (Hareket Sensörü, 2021). Akıllı ev prototipimizde evde kimse yokken sürekli olarak alınan verileri kontrol edip herhangi bir hareket algılandığında kullanıcıyı haberdar etmekteyiz.



Şekil 3.6. HC-SR501 PIR sensörü

Özellikleri:

- Çalışma Voltajı: 5-12 V
- Lojik Sinyal Çıkış Seviyesi: 3.3 V
- Algılama Alanı: 3-5 m
- Algılama Açısı: 140 °
- Bekleme Süresi: 5-200 s
- Ürün Boyutları: 33x25x24 mm

- **DC Motor ve Pervane**

Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren doğru akım motorları DC motor olarak adlandırılmaktadır. DC motor ve pervane Şekil 3.7' de gösterilmektedir. Genelde 3 V ve 6 V olarak pervane ile birlikte çalışmaktadır. DC motorların çalışma prensibi ise stator ve rotorda oluşan manyetik akının birbirini itmesi veya çekmesi olayına dayanır. Manyetik akının oluşabilmesi için motorda doğru akımın iletilmesi gerekmektedir. DC motor ve pervanenin çalışmamızda kullanılmasının amacı ise ortamdaki ısı, sıcaklık değerlerine göre

pervanenin otomatik olarak çalışmasını veya mobil uygulama üzerinden kullanıcının istediği zaman pervaneyi çalıştırabilmesini sağlamaktır (Dc Motor ve Pervane, 2021). DC motor ve pervane ile ilgili bazı özellikler aşağıda maddeler halinde yer almaktadır.



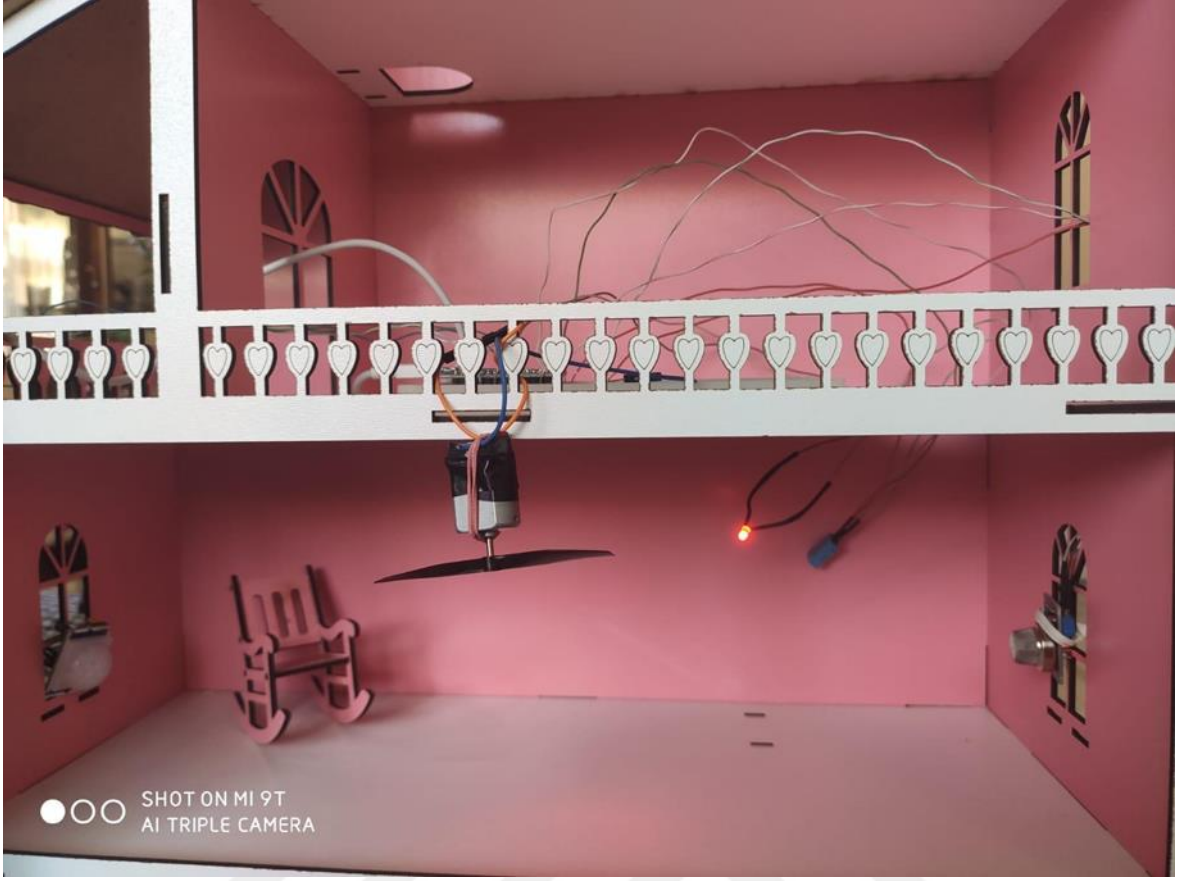
Şekil 3.7. DC motor ve pervane

Özellikleri:

- Gerilim değerleri: 3 V-6 V
- Akım değerleri: 0.35-0.4 A
- Motor boyutu: 20x15x25 mm
- Mil uzunluğu: 8 mm
- Mil çapı: 2 mm
- Pervane boyutu: 40 mm
- 3 v için 17000-18000 devir/dk

3.1.1.2. Donanım ve Prototip Kurulumu

Bu tez çalışması için tasarlanan akıllı ev prototipimizde bir odaya 1 adet NodeMcu Esp8266 (Wi-Fi Modülü), 1 adet LED, 1 adet hareket sensörü, 1 adet ısı ve sıcaklık sensörü, 1 adet gaz sensörü monte edilmiştir. Esp8266, kablosuz internet ağına bağlanabilen ve Arduino ile programlanabilen bir Wi-Fi modülüdür. Düşük maliyeti ve kolay kullanımı



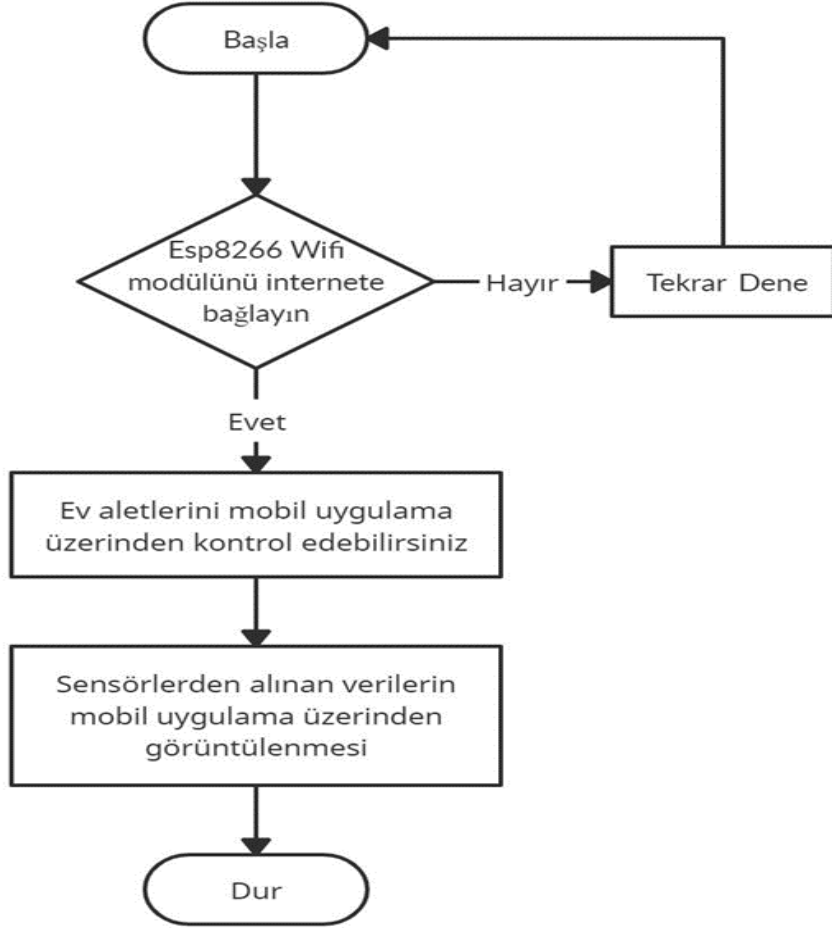
Şekil 3.9. Wi-Fi modülü, DC motor ve pervane, hareket, gaz, sıcaklık ve nem sensörleri kullanılarak oluşturulan gerçek zamanlı akıllı ev sistemi

3.1.2. Yazılım Mimarisi ve Tasarım

Bu bölümde akıllı ev prototipinde bulunan donanım bileşenlerini etkin biçimde kullanmak için geliştirilen mobil uygulamanın yazılım tasarımı detaylı olarak anlatılmaktadır. Akıllı ev sistemini yönetmek için açık kaynaklı bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Ayrıca şu teknolojiler etkin olarak kullanılmaktadır: Yazılım dili olarak C ve C#, veritabanı olarak daha önceki versiyonlarda MSSQL fakat yeni versiyonda MongoDB, mobil uygulama teknolojileri olarak React Native ve nesnelere veri alışverişini sağlamak için Restful Web Servisleri kullanılmaktadır.

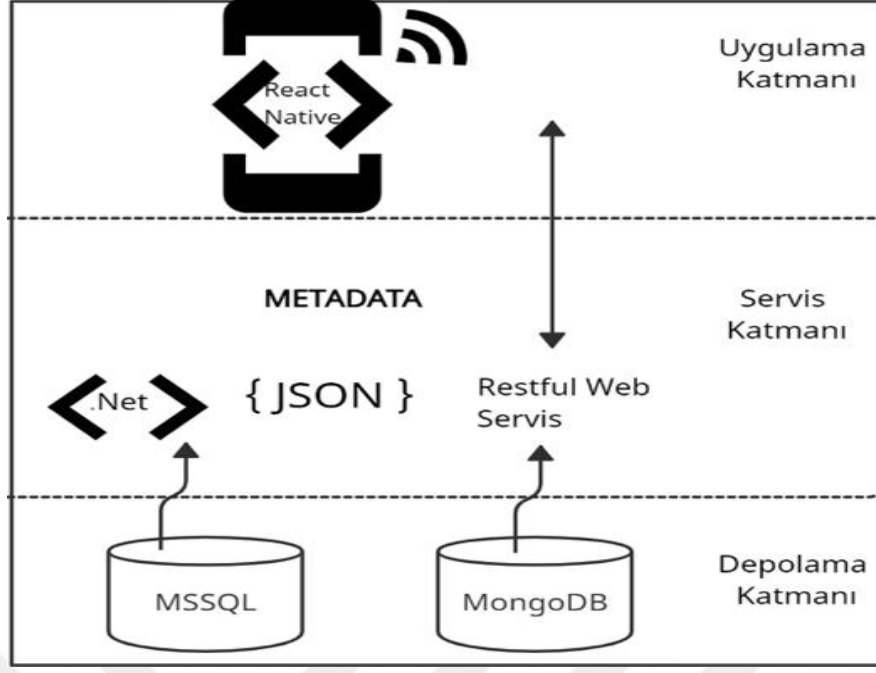
Mobil akıllı ev izleme sistemi (MSHSA) nin çalışma mantığı Şekil 3.10' da oluşturulan akış şemasında gösterilmiştir. Sistemin MSHSA üzerinden kontrol edilebilmesi için sistem ile telefonun aynı ağa bağlı olması gerekmektedir. Aynı ağa bağlı ise konut sakini MSHSA üzerinden ortamdaki lambayı açıp kapatabilir veya pervaneyi çalıştırabilir. Ortamın sıcaklığını ve nemini kontrol edebilmek için ekranda sürekli olarak değerler güncellenmektedir. Ayrıca parametrik olarak ortamdaki son 1 hafta, 1 ay vb. ait hareket, gaz,

sıcaklık ve nem değerleri grafiksel olarak raporlanarak MSHSA üzerinden kullanıcıya sunulmaktadır.



Şekil 3.10. Akıllı ev sisteminde kullanılan akış şeması

Akıllı ev izleme sistemi için yazılım mimarisi kurgulanmıştır. Bu mimari Şekil 3.11’ de gösterilmiştir. Yazılım mimarisinde uygulanan katmanlar ve bu katmanlarda kullanılan teknolojiler yer almaktadır. Bu katmanlar; Uygulama, Servis ve Depolama katmanı olarak yer almakta olup aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır.



Şekil 3.11. Akıllı ev izleme sisteminin yazılım mimarisi

Uygulama katmanında geliştirilen mobil uygulama yer almaktadır. Mobil akıllı ev izleme sistemi React Native teknolojileri ile geliştirilmiştir. Mobil telefon ile sistem aynı ağa bağlı olması gerekmektedir. Böylelikle depolama ve servis katmanından okunan veriler mobil uygulama üzerinden anlık olarak görüntülenebilir ve sensör verilerine göre geçmişe dönük raporlamalar sunulabilmektedir. Aynı zamanda konut sahibi mobil uygulama üzerinden servis katmanına gerekli olan istekleri göndererek nesnelere uzaktan kontrol edebilmektedir.

Arduino yazılımı, bir geliştirme ortamı (IDE) ve kitaplıklardan oluşur. Kütüphaneler C ve C++ ile yazıldığı için bu çalışma C dilinde yazılmıştır. Arduino Uno 'nun tercih edilmesini sağlayan en önemli faktörlerden bir tanesi mikrodenetleyici konusunda bilgi sahibi olmadan herkesin programlama yapabilmesini sağlayan kütüphanelerdir (Arduino, 2021).

React Native, Facebook tarafından 2015 yılında geliştirilen ve platformlar arası mobil uygulama geliştirmeyi sağlayan bir framework'dür. Benezersiz bir mobil uygulama uzantısı yoktur. Tamamen JavaScript dilinde yazılmıştır. Yani React Native bizlere tek bir dil üzerinden kodlama yapabilme imkanı ve aynı zamanda birden fazla platformda çalışma imkanı sağlamaktadır. Akıllı ev sistemimizde hem android hem de iOS uygulamalarında kontrol edebilmemiz için React Native tercih edilmiştir (React Native, 2020).

Servis katmanında Web servisler, bir dizi protokol ve veri formatına göre farklı platformlar arasında iletişimi sağlayan yazılımlardır. Günümüzde web servislerini geliştirmek için iki farklı metodoloji kullanılmaktadır. Bunlardan biri RESTful (Representation State Transfer) diğeri ise SOAP (Simple Object Access Protocol) metodolojisidir. REST servislerinin SOAP'a göre daha avantajlı olduğu en önemli nokta JSON kullanmalarındır. JSON, performans açısından XML'e göre bir avantaja sahiptir. JSON, yapısının sadeliği nedeniyle hem ağda daha az yer kaplayarak hem de kodlama/kod çözme (CPU) işlemlerinde daha hızlıdır. Bu nedenle çalışmamızda RESTful web servisleri kullanılmıştır.

Servis katmanında kullanılan RESTful web servisleri C ve C# programlama dili ile yazılmıştır. Arduino yazılımında toplanan sensör verileri C programlama dilinde yazılan web servis ile verileri depolamak üzere kullanıcıya sunulmaktadır. C# programlama dili ile, hem Quartz.Net teknolojisi kullanılarak zamanlanmış görevler ile veritabanında depolanmış hem de yazılan web servis ile MSHSA' tarafından Javascript programlama dili ile kullanıcıya sunulmak üzere kullanılmıştır. Böylelikle konut sahibi sensörlerden toplanan verilerden anında haberdar olmaktadır.

Depolama katmanında NoSQL teknolojilerinden MongoDB kullanılmıştır. MongoDB, büyük ölçekli verileri depolamak için tasarlanmış ve bu verilerle çok verimli bir şekilde çalışmalara olanak tanıyan açık kaynaklı, belge odaklı bir veritabanıdır. MongoDB'deki verilerin depolanması ve alınması tablolar şeklinde olmadığı için NoSQL (Sadece SQL değil) veritabanı altında kategorize edilir.

MongoDB veritabanı, MongoDB.Inc tarafından SSPL (Sunucu Tarafı Kamu Lisansı) altında geliştirilmiş ve yönetilmiştir ve ilk olarak Şubat 2009'da yayınlanmıştır. Ayrıca C, C++, C# ve Net, Go gibi tüm popüler diller için resmi sürücü desteği sağlamaktadır. Java, Node.js, Perl, PHP, Python, Motor, Ruby, Scala, Swift, Mongoid gibi dillerden herhangi birini kullanarak bir uygulama oluşturulabilmektedir. Günümüzde Facebook, Nokia, eBay, Adobe, Google gibi MongoDB'yi büyük miktarda veri depolamak için kullanan çok sayıda şirket vardır (MongoDB, 2021).

MongoDB, hızlı ve ölçeklenebilir olması, verileri JSON formatında tutması bu nedenle büyük miktarda verileri desteklemesi, çevik uygulamaları desteklemesi, dinamik bir şemaya sahip olması nedeniyle MSSQL veritabanından farklıdır. Bundan dolayı Akıllı ev prototipimizde MongoDB veritabanı kullanılmaktadır. Yani, doğru veritabanını seçmek ve

uygun bir veri şeması tasarlamak, verileri düzgün bir şekilde depolamak ve daha sonra içgörü elde etmek için depolanan verileri verimli bir şekilde işlemek için hayati önem taşımaktadır (Aydın, 2016).

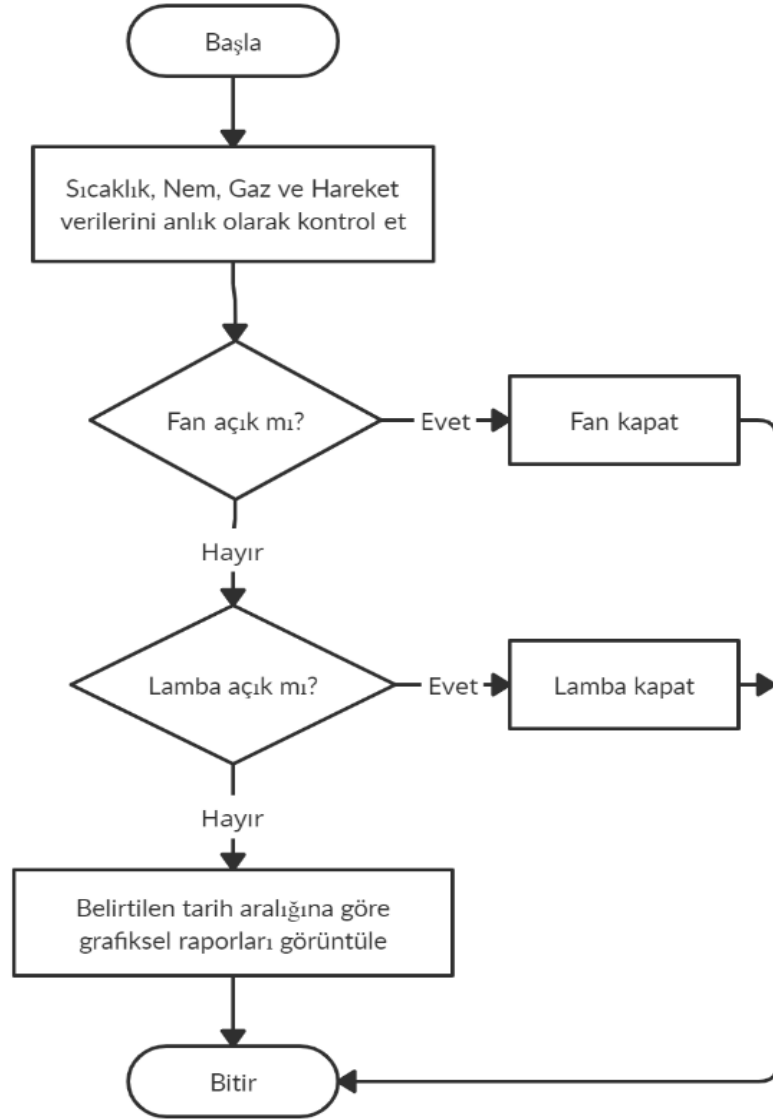
Geliştirilen mobil uygulama projenin eski versiyonlarında MSSQL kullanmasına rağmen mevcut sürümünde NoSQL teknolojilerinden MongoDB kullanılmaktadır. MSSQL kullanımı, Microsoft desteği nedeniyle özellikle .Net teknolojilerinin kullanıldığı projelerde tercih edilmektedir. MSSQL ilişkisel bir veritabanıdır ve tabloların her sütununda saklanan verilerin belirli bir veri türünde olması gerekir, çünkü bu, gerektiğinde üzerinde çalışmamız için önemli bir noktadır. Ayrıca MSSQL, oluşturulan tablolarla isteğe bağlı olarak her sütuna ek kısıtlamalar eklenmesine izin verir. Tablolarda ayrıca her sütuna ait bir veri türü bulunur ve farklı veri türlerine göre ilgili alanlara eklenmeye çalışılan kayıtların veri girişini engeller. Bu özellikler, akıllı ev prototipimizde sensörler tarafından toplanan verileri işlerken avantajlıdır (MSSQL, 2020). Verilerin bütünsel ve güvenli bir şekilde saklanmasını sağladığı ve birbiriyle ilişkili tüm verilerin kayıt altına alınmasını sağladığı için projenin önceki versiyonlarında MSSQL ilişkisel veritabanı kullanılmıştır.

Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinde birbirine bağlı olan nesnelerin sayısı ve bu nesnelere elde edilen verilerin ölçeklenebilirliği aynı olmadığından dolayı ilişkisel veritabanları bu bağlamda yetersiz kalmış, NoSQL veritabanları ön plana çıkmıştır. NoSQL veritabanları verileri saklama türlerine göre; doküman tabanlı, sütun tabanlı ve anahtar-değer tabanlı olarak gruplandırılmaktadır. IoT nesnelere elde edilen verilerin depolanması konusunda ise doküman tabanlı NoSQL veritabanları tercih edilmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde doküman tabanlı NoSQL veritabanlarından MongoDB ile CouchDB veritabanlarının karşılaştırılması yapılmıştır. İki veritabanının da verileri depolama formatı aynıdır yani MongoDB ve CouchDB verileri JSON formatında tutmaktadır. Fakat, MongoDB' nin CouchDB' den verileri okuma ve yazma konusunda daha hızlı olduğu ve daha az disk alanı işgal edildiği saptanmıştır (Eken ve diğ. 2014). Bu özelliklerinden dolayı çalışmamızda MongoDB ye geçiş yapılmıştır.

3.1.3. Yazılım ve Tasarım

Bu bölümde, akıllı ev prototipinde kullanılan uygulamaların yazılım tasarımıyla ilgili bilgilere yer verilmiştir. Akıllı ev sistemin kontrolü için kullanılan mobil uygulamanın

yazılım geliştirme süreçlerinden olan analiz ve tasarım aşamasında Şekil 3.12’ de gösterilen akış şeması dikkate alınarak tasarlanmıştır.



Şekil 3.12. Mobil uygulama yazılımı akış şeması

Yazılım geliştirme süreçlerinden biri olan kodlama aşamasında ise uygulamanın tamamen hızlı ve ölçeklenebilir olması hedeflenmiştir. React Native framework’ ü kullanılarak geliştirilen mobil uygulamanın, arka planda yazılan kod parçacıklarının bir örneği Şekil 3.13’ de gösterilmektedir. HomeScreen class’ ı altında kullanılan componentDidMount() methodu uygulama açıldığında asenkron çalışarak anlık olarak servisten sensör verilerini çekip ilgili state’ lere atamalar gerçekleştirilmektedir. onLight() ve onFan() methodları ise pervane veya lamba butonlarına basıldığı anda tetiklenmektedir.

Bu methodlar fan veya pervanenin açık/kapalı olması durumunda kapatma/açma işlemini yapmak için kullanılmaktadır.

```
JS App.js > HomeScreen
21 class HomeScreen extends Component {
22   constructor(props) {
23     super(props);
24     this.state = {lihgtClicked: false, fanClicked:false,temperature:0,humudity:0,gas:0};
25   }
26   componentDidMount(){
27     fetch('http://192.168.1.41')
28     .then((response) => response.json())
29     .then((json) => {
30       this.setState({
31         temperature: json.variables.temperature,
32         humidity:json.variables.humidity,
33         gas:json.variables.GasValue
34       });
35       console.log(json)
36     })
37     .catch((error) => {
38       console.error(error);
39     });
40   }
41   onLight(){
42     fetch('http://192.168.1.41/led/val=1')
43     .then((response) => response.json())
44     .then((json) => {
45       this.setState({
46         lihgtClicked: true,
47       });
48       console.log(json)
49     })
50     .catch((error) => {
51       console.error(error);
52     });
53   }
}
```

Şekil 3.13. Mobil uygulama yazılımı kod parçasığı

Sistemde kurgulanan yazılım mimarisine ait servis katmanın da kullanılan servisler ise C# programlama diliyle yazılmıştır. Sensörlerden her 30 saniyede bir verileri almak için kullanılan method Şekil 3.14' de gösterilmektedir. Bu method tetikleyici oluşturarak her 30 saniyede bir tetiklenmesini sağlamaktadır.

```
IoTJob2 | IoTJob2.ScheduledJob
14 public static void Start()
15 {
16     try
17     {
18         ISchedulerFactory schedFact = new StdSchedulerFactory();
19
20
21         IScheduler sched = schedFact.GetScheduler();
22         sched.Start();
23         IJobDetail job = JobBuilder.Create<IoTJob>()
24             .WithIdentity("myJob", "group1")
25             .Build();
26
27         // Her 30 saniyede bir method tetikleniyor
28         ITrigger trigger = TriggerBuilder.Create()
29             .WithIdentity("myTrigger", "group1")
30             .StartNow()
31             .WithSimpleSchedule(x => x
32                 .WithIntervalInSeconds(30)
33                 .RepeatForever())
34             .Build();
35
36         sched.ScheduleJob(job, trigger);
37
38     }
39     catch (Exception ex)
40     {
41     }
42     System.Diagnostics.Debug.WriteLine("JobException --->> " + ex);
43     throw;
44 }
45 }
```

Şekil 3.14. Zamanlanmış görev oluşturmak için kullanılan kod parçasığı

Servis katmanında kullanılan örnek kod parçasığı ise Şekil 3.15' de gösterilmektedir. Bu kod parçasığında ise servislerden alınan verilerin veritabanına kaydetme işlemi ve herhangi bir olumsuz durum tespit edildiğinde anlık olarak kullanıcıya mail gönderme işlemi yapılmaktadır. Servislerin kodlama aşamasında ise mikroservis mimarisi dikkate alınmıştır. Mikroservis mimarisi, bir uygulama geliştirirken yazılan servislerin diğer servislerle bağımlılığının az olması gerekmektedir. Dolayısıyla mikroservis mimarisini her bir servis sorumlu olduğu tek bir işi yapmalı şeklinde açıklayabiliriz. Yazılım geliştirme süreçlerinden biri olan test aşaması ise bir sonraki bölümde detaylı olarak anlatılmıştır.

```
IoTJob2 | IoTJob2.IoTJob | Execute(IJobExecutionContext context)
22 {
23     try{
24         MongoClient dbClient = new MongoClient("mongodb://localhost");
25         IMongoDatabase db = dbClient.GetDatabase("SmartHome");
26         var roomModel = db.GetCollection<Room>("Room");
27         var message = "";
28         var queryable = roomModel.AsQueryable().ToList();
29         var hareket = roomModel.AsQueryable().OrderByDescending(s => s.CreatedOn).
30             Where(w => w.IsMovement == true).Select(s => s.IsMovement).FirstOrDefault();
31         var asdd = roomModel.AsQueryable().FirstOrDefault(w => w.IsMovement == true);
32         string postData = GetAuthToken();
33         var sJSONResponse = JsonConvert.DeserializeObject<dynamic>(postData);
34         var model = JsonConvert.DeserializeObject<dynamic>((string)((Newtonsoft.Json.Linq.JContainer)
35             ((Newtonsoft.Json.Linq.JContainer)sJSONResponse).First).First.ToString());
36         Room IotModel = new Room();
37         IotModel.GasValue = model.GasValue;
38         IotModel.Temperature = model.temperature;
39         IotModel.Humidity = model.humidity;
40         IotModel.IsMovement = model.hareket;
41         IotModel.CreatedOn = DateTime.Now;
42         roomModel.InsertOne(IotModel);
43         Mail Ayarları
44         if (IotModel.GasValue >= Convert.ToDecimal(ConfigurationSettings.AppSettings["GasValue"]))
45         {
46             message += "<font size=5>Oturma odasındaki gaz değeri fazla görünüyor </font> <font color=red size=6><b>" +
47                 IotModel.GasValue.ToString() + "</b></font>, Gaz kaçağı olabilir...<br/>";
48             mail.Body = message;
49             smp.Send(mail);//mail gönderiliyor.
50         }
51         if (IotModel.Temperature > Convert.ToDecimal(ConfigurationSettings.AppSettings["TemperatureValue"])){...
52         if (IotModel.IsMovement == true && hareket == true){...
53     }
54     catch (Exception ex){
55         System.Diagnostics.Debug.WriteLine("Job ----> " + ex);
56     }
57 }
```

Şekil 3.15. Verilerin depolama işlemini gerçekleştiren kod parçası

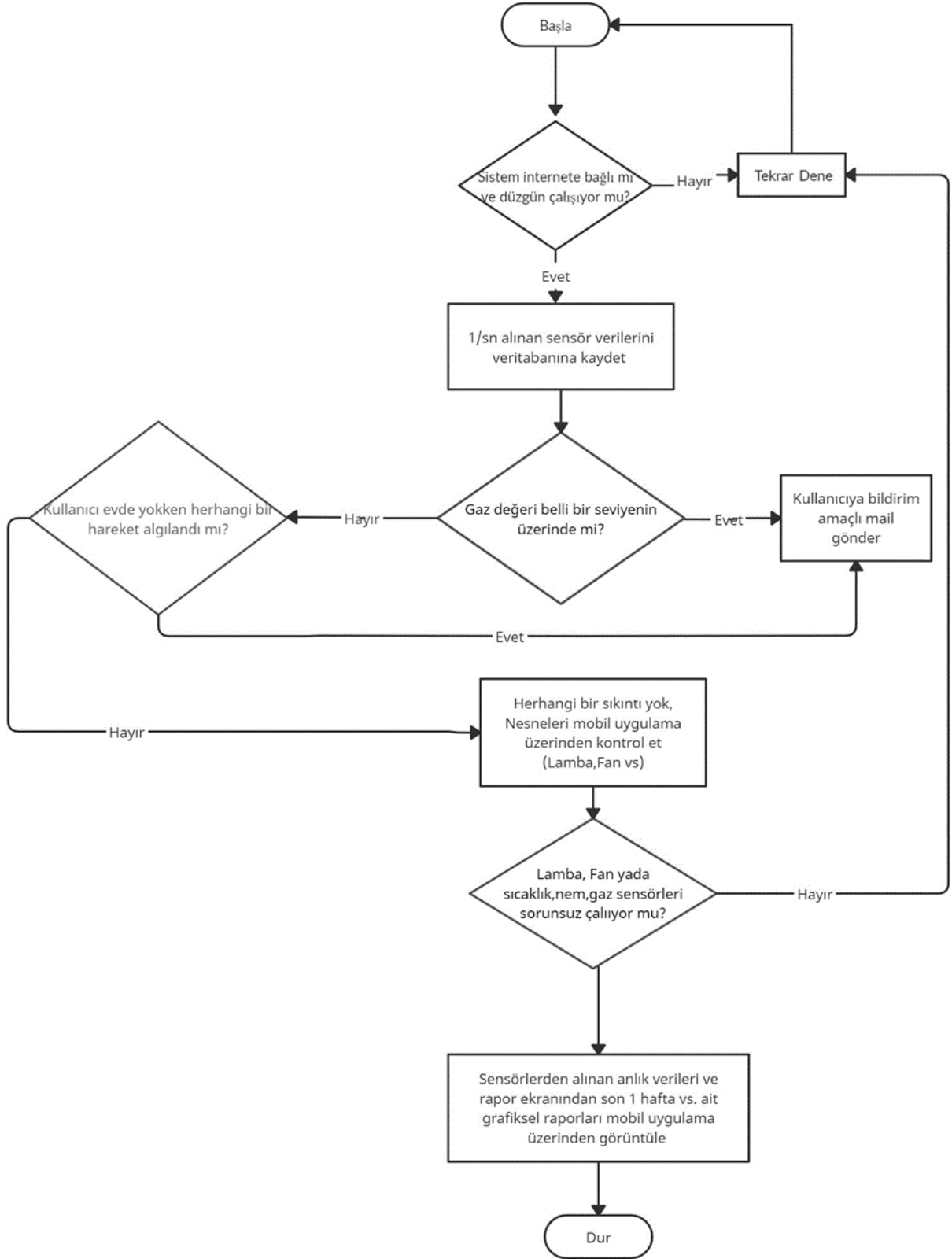
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Uygulamanın Test Edilmesi

Bu bölümde geliştirilen Arduino tabanlı bir IoT akıllı ev uygulaması ile ilgili kullanım senaryosu ve test işlemleri gerçekleştirilmiştir. MSHSA yardımıyla kullanıcılar akıllı ev prototipinde sıradaki işlemleri gerçekleştirilebilir:

- Sensörlerin yönetilmesi
- Anlık olarak evin durumuyla ilgili haberdar olması
- Grafiksel raporların sunulması

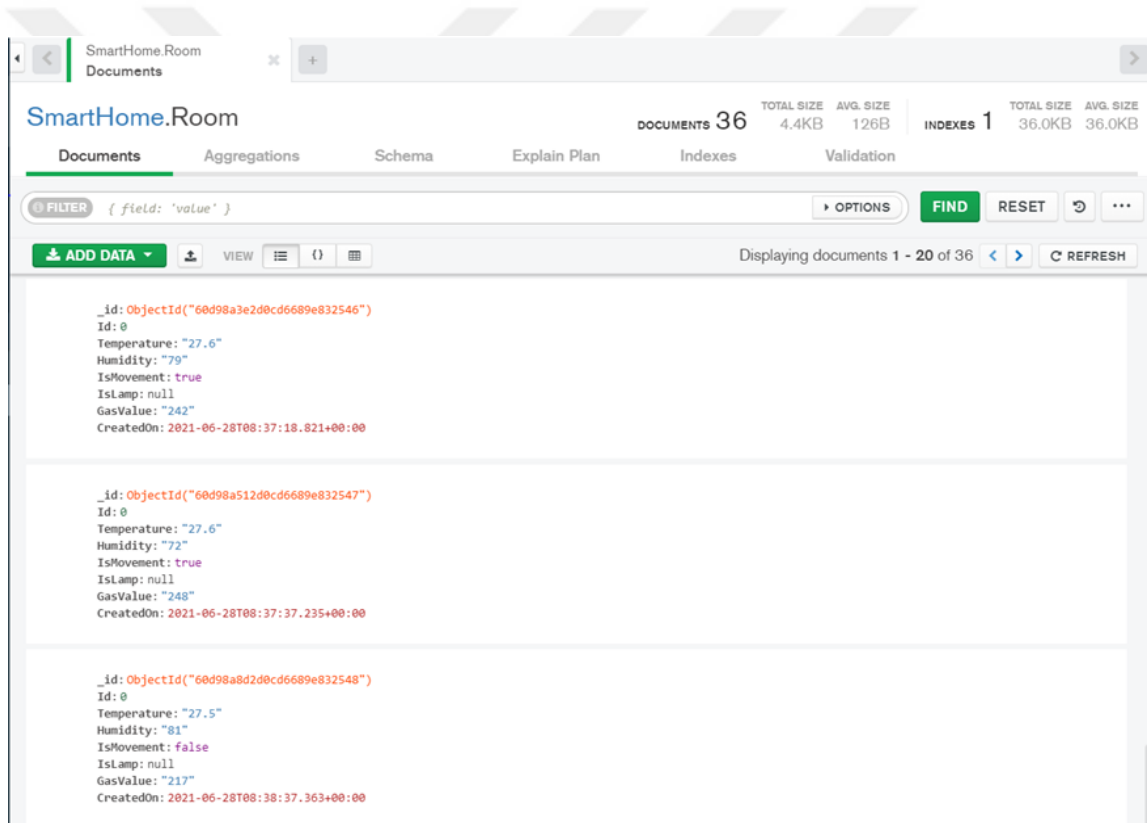
Bu çalışmayla ilgili konut sahibinin yaşamını kolaylaştırabilecek; yani konut sahibi evde yokken oluşabilecek her türlü tehditlere karşı bildirim gönderilmesi, ortamdaki ısı miktarı belirli bir seviyenin üzerine çıktığında fanın açılması veya MSHSA üzerinden manuel olarak fanın açılması, konut sahibi odaya girdiğinde odada bulunan lambanın yanması gibi her türlü parametre düşünülmüştür. Bu bağlamda Şekil 4.1’de gösterilen kullanım senaryosuyla ilgili akış şeması çizilmiş, buna göre donanımsal ve yazılımsal tasarımlar tamamlanmış olup sistem sorunsuz bir şekilde çalışmıştır.



Şekil 4.1. Kullanım senaryosuna ait akış şeması

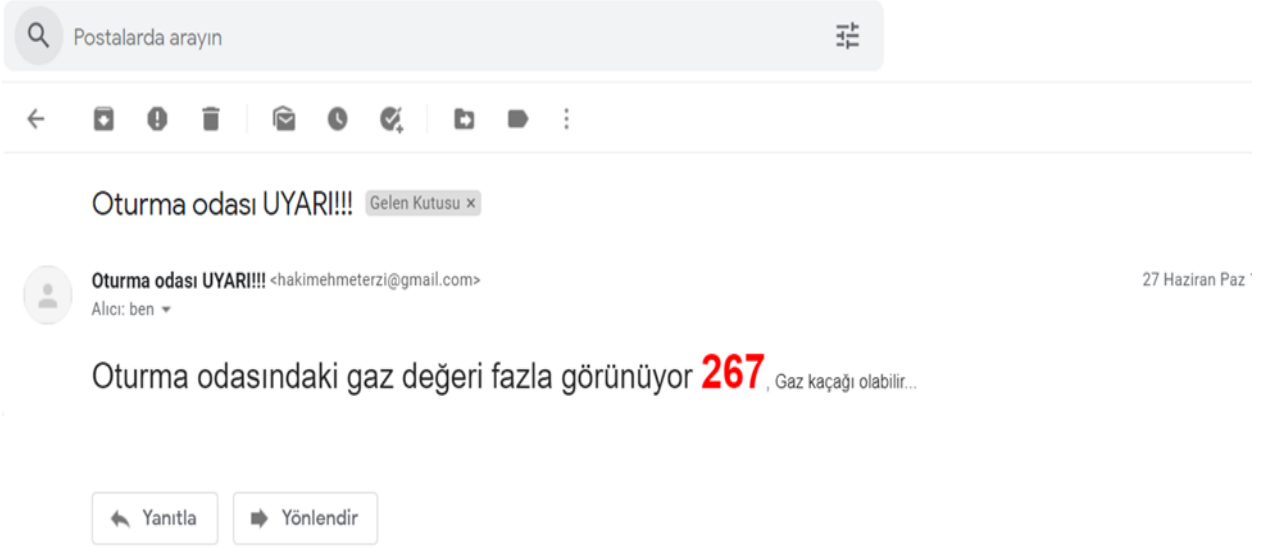
İlk olarak zamanlanmış görevler ile 7/24 gerçek zamanlı çalışan akıllı ev sistemimizdeki sensörlerden sn/1 alınan veriler Şekil 4.2’de görüldüğü üzere JSON formatında MongoDB

veritabanında depolanmıştır. JSON formatında oluşturulan datalar Id, Temperature, Humidity, IsMovement, GasValue ve CreatedDate parametrelerini içermektedir. Id, MongoDB tarafından oluşturulan benzersiz anahtarı, Temperature, ortamdan alınan sıcaklık değerini, Humidity, ortamdan alınan nem değerini, GasValue, ortamdan alınan gaz değerini temsil etmektedir. IsMovement, ortamda hareketlilik varsa true yoksa false değerini dönmektedir. CreatedDate ise 1/sn' de kaydedilen verilerin anlık kaydedilme tarihini temsil etmektedir. MSHSA arayüzünde bulunan anasayfa ekranında sıcaklık, nem ve gaz değerleri CreatedDate parametresine göre sondan sıralanarak ilk değerler, raporlama ekranında ise son 1 haftaya ait olan grafiksel veriler, veritabanında bulunan CreatedDate parametresine göre hesaplandıktan sonra kullanıcı arayüzünde gösterilmektedir.



Şekil 4.2. MongoDB'ye kaydedilen gerçek zamanlı veriler

Sensörlerden alınan veriler veritabanına depolandığı anda, kullanıcı tarafından belirlenen parametreler dikkate alınarak konut sahibine bildirim amaçlı mail gönderilmektedir. Şekil 4.3' de görüldüğü üzere ortamdaki gaz değeri konut sahibinin belirlediği sınırın üzerine çıktığı zaman konut sahibine bildirim amaçlı mail gönderilmiştir.



Şekil 4.3. Gaz veya duman verileriyle ilgili konut sahibine gönderilen mail formatı

Şekil 4.4' de görüldüğü üzere belirlenen parametreler doğrultusunda ortamda herhangi bir hareket algılandığı zaman konut sahibine bildirim amaçlı mail gönderilmiştir.



Şekil 4.4. Ortamdaki hareket verilerine göre konut sahibine gönderilen mail formatı

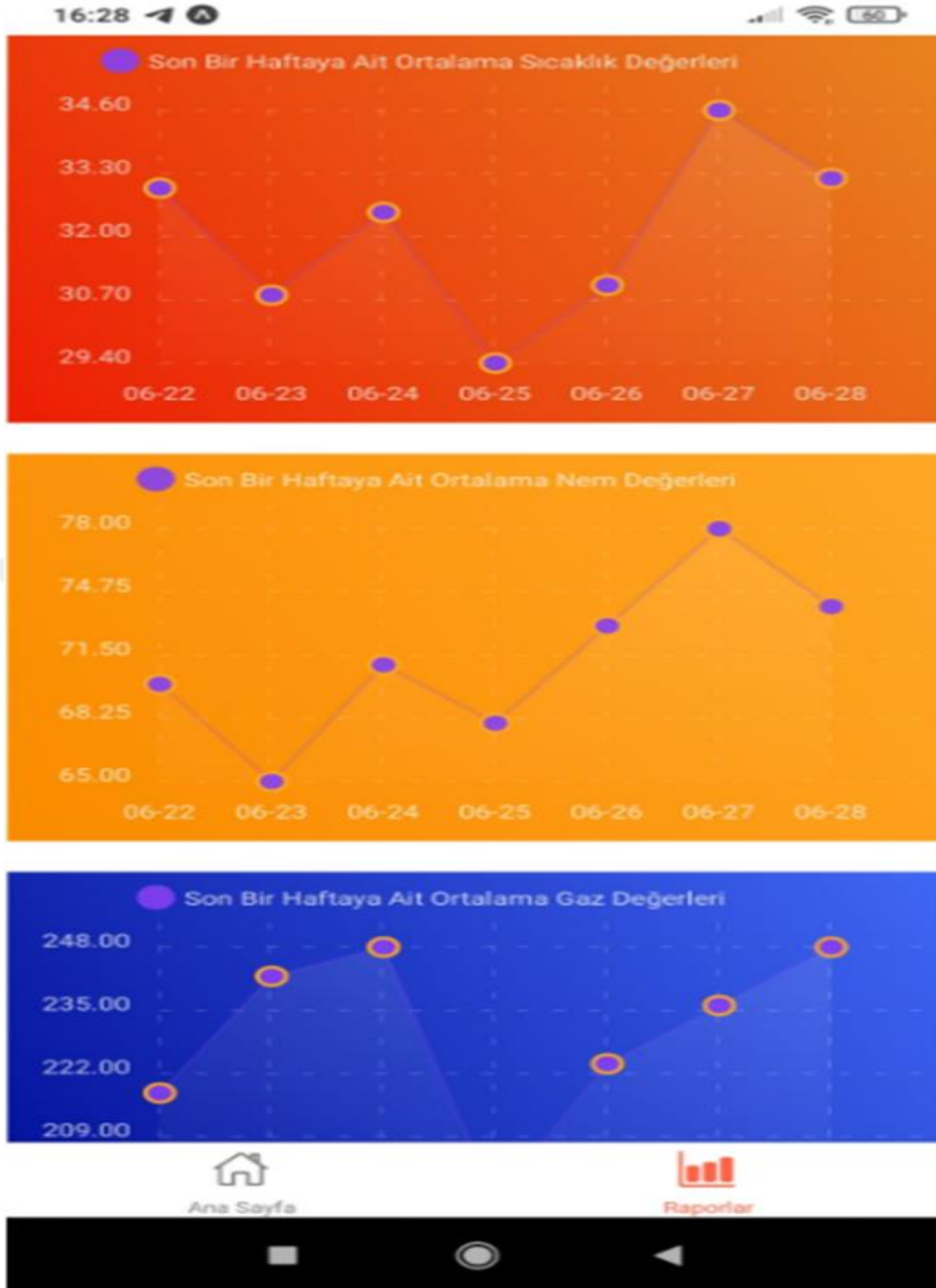
Şekil 4.5' de görüldüğü üzere MSHSA ile ortamda bulunan nesnelere kontrolünün sağlanması kullanım senaryosu sunulmuştur. Uygulama ve prototip test edilmiştir. MSHSA üzerinden lamba butonuna basıldığında ortamdaki led' in yanması sağlanmıştır. Aynı

zamanda ortamda herhangi bir hareket algılandığında da led otomatik olarak yanmaktadır. Konut sahibi fan butonuna bastığı anda fan çalışmakta olup ekranda çalışıp çalışmadığına dair uyarı gösterilmektedir. MSHSA' nın ana sayfasında görüldüğü üzere ortamdaki sıcaklık, nem ve gaz değerleri anlık olarak görüntülenmekte olup konut sahibi anında haberdar olmaktadır.



Şekil 4.5. MSHSA ile akıllı ev sisteminin anlık kontrolü

MSHSA uygulamasının ikinci ekranı olan raporlar sekmesinde ise konut sahibine grafiksel olarak raporlar sunulmaktadır. Konut sahibi istediği parametreler doğrultusunda son 1 haftaya ait ortalama sıcaklık, nem ve gaz değerlerinin veya hareket sayılarının grafiksel olarak raporu Şekil 4.6' da görüntülenmektedir. Buna göre konut sahibi herhangi bir nesneyle alakalı olumsuz durum tespit ettiğinde anında müdahale edebilmektedir.



Şekil 4.6. MSHSA’da kullanılan grafiksel rapor ekranı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde IoT teknolojileri, Arduino yazılımı, .Net teknolojileri ve Mobil uygulama geliştirme araçlarından faydalanılarak MSHSA ile akıllı ev prototipimizin kontrolü ile ilgili sonuçlardan ve bu sistemin gelecekte daha fazla nasıl geliştireceğimize dair fikirlerden bahsedeceğiz.

Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi gelişen teknolojilerle birlikte günümüzde önemli bir rol oynamakta ve akıllı ev teknolojilerinin insan hayatını çeşitli şekillerde kolaylaştırması sebebiyle Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerine olan talep artmaktadır. Bu çalışmada, akıllı ev kullanıcılarını desteklemek için akıllı ev sistemi prototipi ve bir mobil uygulama (Mobil Akıllı Ev İzleme Sistemi) geliştirdik. Akıllı ev prototipimizde iletişim NodeMCU ESP8266 Wifi modülü ile kablosuz olarak sağlanmaktadır. Sıcaklık, nem, gaz ve hareket sensörlerinden Quartz.Net teknolojisi ile konut sahibinin istediği parametreler doğrultusunda 1/sn alınan veriler MongoDB veritabanında depolanmaktadır. Veritabanından veya veritabanına sensör verilerini alma/gönderme işlemlerini RESTful web servisleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Tasarladığımız sistem React Native teknolojisi ile hem IOS hemde Android tabanlı mobil cihazlarda kullanılmaktadır. Tasarlanan MSHSA ile ev içerisinde bulunan lambanın ve fanın uzaktan kontrolünün sağlanması, ortamdaki sıcaklık, nem, gaz ve hareket verilerinin anlık olarak takibi sağlanmaktadır. Ayrıca veritabanında depolanan verilere ilişkin konut sahibinin belirlediği tarih aralığına göre grafiksel raporlar sunulmakta ve konut sahibine herhangi bir hırsızlık, yangın veya evin güvenliğini tehdit edebilecek durumlarda email ile anlık bildirimlerin gönderilmesi sağlanmaktadır. MSHSA ile uzaktan kontrollerin sağlanmasının aksine ortamda herhangi bir hareket algılandığında lamba otomatik olarak yanmakta veya ortamın sıcaklığı belirli bir seviyenin üzerinde olduğunda otomatik olarak fanın çalışması sağlanmaktadır. Bu çalışma, mobil uygulama (MSHSA) örneği ve bir akıllı ev prototip sunmaktadır. Her ikisi de mobil akıllı ev izleme sistemlerinin araştırmacıları ve uygulama geliştiricileri için fayda sağlamaktadır.

Daha önceki çalışmalarımıza ek olarak geliştirilen sistem, sensör ve teknolojilerle birlikte akıllı ev prototipimizin ve mobil uygulamamızın (MSHSA) ikinci versiyonunu sunmuş bulunmaktayız. Bu çalışmamız kullanıcılara akıllı ev sisteminin rahat kontrolünü sağlamak için geliştirilmiştir. Öncelikle akıllı ev sistemi kullanıcılarına destek olmak amacıyla nesnelerin ses tanıma sistemi ile kontrol edilmesi, servo motor ile kapıların ve

panjurların açılıp kapanmasını, aydınlatmadan enerjiye, ısınmadan güvenliğe daha fazla sensör, araç ve gereçlerin kullanılmasını, engelli ve yaşlı insanların akıllı ev sistemleriyle birlikte günlük yaşantılarını kolaylaştırmayı hedefliyoruz. Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte insan yaşamını kolaylaştırabilecek yeni fikirlerle akıllı ev sistemleri daha da gelişecek ve insan yaşamını hızla değiştirecektir. Bundan dolayı Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi herkesle, her yerden, her zaman ve her nesneyle bağlantı prensibiyle Wifi teknolojilerinde önemli bir rol oynamaktadır (Gündüz ve Daş, 2018).



KAYNAKLAR

Ahmed, E. (2017). “The role of big data analytics in Internet of Things,” *Comput. Networks*, 129: 459–471. doi: 10.1016/j.comnet.2017.06.013.

Anonim, (2015). Digital UV Sensor Suits Up For Wearable And IoT Applications. *Sensors*, p: 12-12, ISSN:07469462.

Al-Ali, A. L., & Rousan M. A. L. (2004). “Java-Based Home Automation System”, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 50: 2.

Arduino Uno. (t.y.). Erişim: 14 Ocak 2021, <http://arduinoturkiye.com/arduino-uno-nedir/>

Arduino. (t.y.). Erişim: 14 Ocak 2021, <https://www.arduino.cc/en/Main/FAQ>

Arduino Uno Özellikleri. (t.y.). Erişim: 20 Mart 2021, http://www.robotiksisitem.com/arduino_uno_ozellikleri.html

Aslan, A. (2014). Akıllı Ev Kavramı ve Otomasyon Sistemleri. (Yüksek Lisans Tezi). Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aydin, A. A., (2016). “INCREMENTAL DATA COLLECTION & ANALYTICS THE DESIGN OF NEXT-GENERATION CRISIS INFORMATICS SOFTWARE”.

Aydin, A. A., & Anderson, K. M. (2017). Batch to Real-Time : Incremental Data Collection & Analytics Platform. In: *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*. pp 5911–5920.

Aydin, A. A., & Anderson, K. M. (2020). Data modelling for large-scale social media analytics : design challenges and lessons learned. *Int J Data Mining, Model Manag* ,12:386–414. doi: 10.1504/IJDM.2020.111409.

Balta-Ozkan, N., Boteler, B. and Amerighi, O. (2014). European smart home market development: Public views on technical and economic aspects across the United Kingdom, Germany and Italy. *Energy Research & Social Science*, 3: 65-77.

Balta-Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M. & Whitmarsh, L. (2013). The development of smart homes market in the UK. *Energy*, 60: 361-372.

Barlow, M. (2013). *Real-Time Big Data Analytics: Emerging Architecture*.

Bayram, U. (2006). Akıllı Ev Otomasyonu. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Capitanelli, A., Papetti, A., Peruzzini, M. and Germani, M. (2014). A Smart Home Information Management Model for Device Interoperability Simulation. *Procedia CIRP*, 21: 64-69.

Crisnapati, P. N., & Wardana, N. K. (2016). “Rudas: Energy and Sensor Devices Management System in Home Automation”, *IEEE Publication Symposim (TENSYP)*, p.p. 184-187.

Çiğdem, K. & İsmail, K. (2016). Arduinio Tabanlı Prototip Akıllı Ev Sistemi Tasarımı. *XVIII. Akademik Bilişim Konferansı, At: Aydın, Turkey*.

Dc Motor ve Pervane. (t.y.). Erişim: 16 Nisan 2021, <https://www.direnc.net/3v-6v-oyuncak-dc-motor-ve-pervane>

Delahoz, Y. S., & Labrador, M. A. (2014). Survey on fall detection and fall prevention using wearable and external sensors. *Sensors*, 14: 19806–19842.

Eken, S., Kaya, F., Sayar, A., & Kavak, A. (2014). “Doküman tabanlı NoSQL veritabanları: MongoDB ve CouchDB yatay ölçeklenebilirlik karşılaştırması”, 7. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, 2014.

- Erbey, A. (2016).** Akıllı Evler için Mobil Uygulama Geliştirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı, Afyon, TÜRKİYE
- Felisberto, F., Fdez-Riverola, F., & Pereira, A. (2014).** A Ubiquitous and Low-Cost Solution for Movement Monitoring and Accident Detection Based on Sensor Fusion. *Sensors*, 14: 8961–8983.
- Fidan, U. & Karasekreter, N. (2011).** Gsm/Sms tabanlı sulama otomasyonu kontrol biriminin geliştirilmesi ve uygulanması. *E-journal of New World Sciences Academy*, 6: 71-77.
- Gaz Sensörü.** (t.y.). Erişim: 15 Nisan 2021, <https://www.direnc.net/mq-2-lpg-propan-ve-hidrojen-olcumleme-modulu>
- Golzar, A. P., & Tajozakerin. (2010).** “A New Intelligent remote Control System for Home Automation and reduce Energy Consumption”, *IEEE Mathematical/Analytical Modeling and Computer Simulation (AMS)*, pp.6-10.
- Gökrem, L. (2016).** “Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum.” *Gaziosmanpaşa Bilim Araştırma Derg.*, 13: 47–68.
- Güğü, N, G. (2008).** Akıllı Ev Sistemleri ve Uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gül, F. (2010).** Akıllı Ev Sistemleri. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gündüz, M. Z., & Daş, R. (2018).** “Internet of things (IoT): Evolution, components and applications fields,” *Pamukkale Univ. J. Eng. Sci.*, vol. 24, no. 2, pp. 327–335, doi: 10.5505/pajes.2017.89106.
- Han, G., Jiang, J., Shu, L., Niu, J., & Chao, H.-C. (2014).** Management and applications of trust in Wireless Sensor Networks: A survey. *J. Comput. Syst. Sci.*, 80: 602–617.
- Hareket Sensörü.** (t.y.). Erişim: 20 Nisan 2021, <https://www.robotistan.com/hc-sr501-ayarlanabilir-ir-hareket-algilama-sensoru-pir>
- Hossain, M. S., & Muhammad, G. (2016).** Cloud-assisted Industrial Internet of Things (IIoT) – Enabled framework for health monitoring, *Computer Networks*.
- İnal, K. & Akcayol, M. A. (2009).** GSM Tabanlı Akıllı Ev Uygulaması. *International Journal of Informatics Technologies*, 2: 39-45.
- Jabbar, W. A., Member, S., Kian, T. K., Ramli, R. M., Shepelev, V., & Alharbi, S. (2018).** Design and Fabrication of Smart Home with Internet of Things Enabled Automation System. *IEEE Access*, XX.
- Jacobsson, A., Boldt, & M., Carlsson, B. (2015).** A risk analysis of a smart home automation system. *Future Generation Computer Systems*.
- Jasmeet, C., & Punit, G. (2016).** “IoT based Smart Home Design using Power and Security Management”, *IEEE International Conference on Innovation and Challenges in Cyber Security*, 1: 6-10.
- Kang, C., Hwang, S., & Moon, J. (2015).** An effect of IoT based Electronic Sow Feeder (ESF) on productivity of swine farms. *Journal of Agricultural Informatics*, 6, 4:102-107.
- Kim, J. (2016).** HEMS (Home Energy Management System) base on the IoT smart home. *Contemporary Engineering Sciences*, ISSN: 13147641.

- King, J., & Perry, C. (2017).** Smart Buildings: Using Smart Technology to Save Energy in Existing Buildings, American Council for an Energy- Efficient Economy, Report A170, 1–46.
- Kurbetçi, Z. E., Şen, N., & Başkan, B. (2003).** Akıllı Ev Teknolojisi, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, İstanbul, 18-21 Ekim, 287-293.
- Lazarescu, M. T. (2013).** Design of a WSN Platform for Long-Term Environmental Monitoring for IoT Applications. *IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems*, 3:1.
- Liau, C. H., Shen, W. W., & Su, K. P. (2006).** “Towards a definition of the Internet of Things (IoT),” *IEEE Internet Things*, 60, 1: 121–122, doi: 10.1111/j.14401819.2006.01473.x.
- Lihua, Z., Minzan, L., Caicong, W., Haijian, Y., Ronghua, J., Xiaolei, D., Yanshuang, C., Cheng, F., & Wei, G. (2010).** Development of a smart mobile farming service system. *Mathematical and Computer Modelling*.
- Luo, X., Liu, T., Liu, J., Guo, X., & Wang G. (2012).** Design and implementation of a distributed fall detection system based on wireless sensor networks. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*.
- Magaña-Espinoza, P., Aquino-Santos, R., Cárdenas-Benítez, N., Aguilar-Velasco, J., Buenrostro-Segura, C., Edwards-Block, A., & Medina-Cass, A. (2014).** WiSPH: A Wireless Sensor Network-Based Home Care Monitoring System. *Sensors*, 14: 7096–7119.
- MongoDB.** (t.y.). Erişim: 5 Mart 2021, <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-mongodb-working-and-features/>
- MSSQL.** (t.y.). Erişim: 20 Eylül 2020, <https://www.sqlservertutorial.net/getting-started/>
- Neaz, M., Muid-Ur, R., Rezaul, K., & Hasan, U. Z. (2015).** “Microcontroller Based Home Automation System Using Bluetooth, GSM, Wi-Fi and DTMF”, *IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering*, 17: 101-104.
- Özçekiç, E. (2005).** Akıllı Ev Sistemleri. (Yüksek Lisans Tezi). Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Piyare, R., & Seong, R. L. (2013).** “Smart Home-Control and Monitoring System Using Smart Phone,” *Proceedings, 1st Int. Conf. Conver. it's Appl.* 24: 83–86.
- Plageras, A. P., Kostas, E. P., Yutaka, I., & Byung-Gyu K. (2016).** "IoT-based surveillance system for ubiquitous healthcare." In *Industrial Electronics Society, 42nd Annual Conference of the IEEE*, pp. 6226-6230.
- Png, E., Srinivasan, S., Bekiroglu, K., Chaoyang, J., Su, R., & Poolla, K. (2009).** An Internet of Things Upgrade for Smart and Scalable Heating, Ventilation and Air-conditioning Control in Commercial Buildings, *Applied Energy*, 239: 408–424.
- Quwaidar, M., & Jararweh, Y., (2015).** A cloud supported model for efficient community health awareness. *Pervasive and Mobile Computing*.
- Ramesh, M. V., Shanmughan, A., & Prabha, R. (2014).** Context aware ad hoc network for mitigation of crowd disasters. *Ad Hoc Netw.*, 18: 55–70.
- React Native.** (t.y.). Erişim: 12 Ekim 2020, <https://reactnative.dev/>
- Sıcaklık ve Nem Sensörü.** (t.y.). Erişim: 12 Nisan 2021, <https://www.direnc.net/dht11-sicaklik-ve-nem-sensoru>
- Sine, Ö. & Koçyiğit, Y. (2019).** İnternet üzerinden kontrol edilen tam otomasyonlu akıllı ev sistemleri için örnek bir uygulama *DÜMF Mühendislik Dergisi* 11:2, 521-532
- STANDARD, (2011).** “Ieee 299-1997 [Se/Sac+Far],” *CISCO White Pap.* , no. April, pp. 1–78, doi: 10.1109/IEEESTD.2007.373646.

Stefanov, D. H., Bien, Z. & Chul Bang, W. (2004). The smart house for older persons and persons with physical disabilities. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 12: 228-250.

Sungwook, Y., & Hyenki, K. (2014). Design and Implementation of Mobile Integration System for Smart Farming. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 9,10: 223-230.

Torğul, B., Şağbanşua, L. & Balo, F. (2016). “Applied Mathematics , Electronics and Computers Internet of Things : A Survey,” *Int. J. Appl. Math. Electron. Comput.* , no. 4, pp. 104–110.

Tunca, C., Alemdar, H., Ertan, H., Incel, O. D., & Ersoy, C. (2014). Multimodal Wireless Sensor Network-Based Ambient Assisted Living in Real Homes with Multiple Residents. *Sensors*, 14: 9692–9719.

Tyagi, S., Amit, A., & Piyush, M. (2016). "A conceptual framework for IoTbased healthcare system using cloud computing." In *Cloud System and Big Data Engineering (Confluence)*, 6th International Conference, pp. 503-507.

Wi-Fi Modülü. (t.y.). Erişim: 22 Nisan 2021, <https://www.robotistan.com/nodemcu-lolin-esp8266-gelistirme-karti-usb-chip-ch340>

Yanıcı Gaz ve Sigara Dumanı Sensörü. (t.y.). Erişim: 25 Nisan 2021, <https://www.robotistan.com/yanici-gaz-ve-sigara-dumani-sensor-karti-mq-2>

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Haki Mehmet ERZİ

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2010-2014, Mustafa Kemal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2018-Halen, İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM:

- 2014-2015 DrTek Information Systems,İstanbul şirketinde Software Developer olarak çalıştı.
- 2015-2021 Malatya Büyükşehir Belediyesi,Malatya şirketinde Software Developer olarak çalıştı.
- 2021-Halen İstanbul Grand Airport,İstanbul şirketinde Software Developer olarak çalışmaktadır.

YÜKSEK LİSANS VEYA DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR (Makaleler, Bildiriler, Patentler v.b.)

- **Erzi, H. M., & Aydın, A. A., (2020, November)**. IoT Based Mobile Smart Home Surveillance Application. 2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). DOI:10.1109/ISMSIT50672.2020.9255303