

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

**YENİ NESİL MİKROKONTROLÖRLER KULLANILARAK AKILLI EV  
OTOMASYON SİSTEMİ GELİŞTİRME**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**MESUT POLAT**  
**(111131101)**

**Anabilim Dalı: Elektronik ve Bilgisayar**

**Programı: Elektronik Eğitimi**

**Danışman: Doç. Dr. Mehmet GEDİKPINAR**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 28 Kasım 2018**

**ARALIK-2018**

T.C  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİ NESİL MİKROKONTROLÖRLER KULLANILARAK AKILLI EV  
OTOMASYON SİSTEMİ GELİŞTİRME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MESUT POLAT

(111131101)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 29 Kasım 2018

Tezin Savunulduğu Tarih: 28 Aralık 2018

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Mehmet GEDİKPINAR (F.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Engin AVCI (F.Ü.)

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜSTÜNDAĞ (B.Ü.)

ARALIK-2018

## ÖNSÖZ

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Yüksek Lisans Tezi çalışması süresince her türlü destek, bilgi paylaşımı ve önerileriyle bana yol gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Mehmet GEDİKPINAR' a, ve tez çalışmalarına büyük katkıda bulunan Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Mesut POLAT

Elazığ-2018



# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>II</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>III</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>V</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>VI</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Tezin Organizasyonu.....	11
<b>2. AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMLERİ</b> .....	<b>13</b>
2.1. Akıllı Evlerin Tarihçesi.....	13
2.2. Mevcut Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinin Hizmet Yetenekleri.....	16
<b>3. AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMİ TEKNOLOJİLERİ</b> .....	<b>19</b>
3.1. Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojileri.....	19
3.2. Akıllı Ev Sistemlerinde Kullanılan Sensör Çeşitleri.....	29
3.3. Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan IoT Teknolojileri.....	32
3.4. Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Akıllı Programlama Teknikleri.....	34
3.5. Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Güvenlik Kameraları.....	39
<b>4. AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI</b> .....	<b>44</b>
4.1. Akıllı Ev Otomasyon Sistemi Tasarım Metodolojisi.....	44
4.2. Tasarımın Hedefleri .....	44
4.3. Akıllı Ev Otomasyon Senaryosunun Hazırlanması.....	45
4.4. Akıllı Ev Otomasyonu Sisteminin İşleyişi.....	50
4.5. Sisteminin Genel Yapısı.....	51
4.6. Akıllı Ev Otomasyon Sisteminin Tasarım Süreci.....	53
4.7. Akıllı Ev Otomasyon Sisteminde Kullanılan Cihazların Haberleşmesi.....	66
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	<b>70</b>
5.1. Sonuçlar.....	70
5.2. Öneriler.....	71
<b>Kaynaklar</b> .....	<b>74</b>
<b>Özgeçmiş</b> .....	<b>77</b>

## ÖZET

Son yıllarda evlerde konfor, güvenlik ve enerji tasarrufu kavramları ön plana çıkmasıyla ev otomasyon sistemleri de gelişim göstermiştir. Bu gelişmelere paralel olarak insanların hayatını kolaylaştırıcı yenilikçi yaklaşımlar üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Literatür taramalarından, özellikle kablosuz algılayıcılar, yeni haberleşme teknikleri (Wifi, RFID, Bluetooth vb) ve IoT (Nesnelerin İnterneti) teknolojilerinin paralel olarak gelişmesiyle ev otomasyon sistemlerinin uzaktan kontrol edilmesi ve olası senaryolara göre karar verme yeteneği kazandırılması çalışmaları hızla sürdürülmektedir. Bu senaryolara göre iklimlendirme, aydınlatma, güvenlik vb sistemlerin kontrolü ve evin uzaktan izlenmesini sağlayan ev otomasyon sistemleri geliştirilmiştir. Geliştirilen yeni sistemlerde Merkezi Kontrol Birimi, Oda Kontrol Birimi, sensörler ve Web Arayüzü gibi farklı bölümler kullanılarak tasarımın daha opsiyonel olması sağlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, IoT teknolojileri ile uzaktan kontrol edilebilen, ekonomik, modüler ve içerisinde yaşlı-odasının bulunduğu yeni bir ev otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Bu tasarımı gerçekleştirmek için sanal bir ev oluşturulmuş ve yeni bir senaryo hazırlanmıştır. Sistemin ekonomik, modüler ve düşük tüketimli olmasına özen gösterilmiş ve uzaktan kontrolünü sağlamak için uygun bir Web Arayüzü hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler: Akıllı ev otomasyonu, Kablosuz haberleşme, Kablosuz sensörler**

## SUMMARY

### SMART HOME AUTOMATION SYSTEM DEVELOPMENT USING NEW GENERATION MICROCONTROLLERS

With comfort, security and energy saving concepts coming into prominence in the recent years, home automation systems have also made progress. In parallel with these developments, studies have concentrated on the innovative approaches that facilitate people's lives.

According to the literature reviews, in parallel with the development of wireless sensors, new communication techniques (Wi-Fi, RFID, Bluetooth, etc.) and IoT (Internet of Things) technologies particularly, the studies for the remote control of home automation systems and adding the ability to make decisions based on possible scenarios are being pursued at a fast pace. According to these scenarios, home automation systems have been developed, providing control over the air conditioning, lighting, security and similar systems and remote monitoring of the house. Using of different sections such as Central Control Unit, Room Control Unit, sensors and Web Interface in the new systems developed, allowed the design to be more optional.

In this thesis a new home automation system has been designed, which can be controlled remotely with IoT technologies and which is economical, modular and contains a senior's-room. A virtual house has been created and a new scenario has been prepared to realize this design. Attention was shown for the system to be economical, modular and low-consumption, and a suitable Web Interface has been created to provide remote control.

**Keywords: Smart home automation, Wireless communication, Wireless sensors**

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa No:

Şekil 1.1. Kontrol edilebilir örnek ev görüntüsü .....	5
Şekil 1.2. Programlanabilir örnek ev görüntüsü.....	6
Şekil 1.3. Ev otomasyon sistemlerinin genel yetenekleri.....	8
Şekil 3.1. Farklı ZigBee topolojileri.....	23
Şekil 3.2. GSM/GPRS 'in yüksek düzeyde mimari görünümü.....	24
Şekil 3.3. Çok sayıda temel hücreden oluşan bir kablosuz ağ topolojisi.....	24
Şekil 3.4. NFC' nin çalışma modu.....	25
Şekil 3.5. KNX iletişim protokolünün blok diyagramı.....	26
Şekil 3.6. Kinect yapısı görüntüsü .....	28
Şekil 3.7. Sensörlerin temel prensip şekli şeması.....	30
Şekil 3.8. Uluslararası telekomünikasyon “her NESNE ile iletişim” boyutu.....	32
Şekil 3.9. IoT Teknolojisinin genel prensip şeması.....	33
Şekil 3.10. IoT Teknolojisi “ağlar ağı”.....	34
Şekil 3.11. Öğrenme sistemindeki yapı.....	36
Şekil 3.12. Basitleştirilmiş nöron yapısı .....	36
Şekil 3.13. Yapay sinir ağlarının genel yapısı.....	37
Şekil 3.14. Bulanık Mantık sisteminin genel yapısı.....	39
Şekil 3.15. Kapalı devre kamera sisteminin genel yapısı.....	40
Şekil 3.16. Sabit kameranın görüntüsü.....	41
Şekil 3.17. Dome hareketli kamera görüntüsü sinyali.....	42
Şekil 3.18. Dış cephe kamera görüntüsü.....	42
Şekil 4.1. Tasarlanan akıllı ev yerleşim planı .....	46
Şekil 4.2. Otomasyonu yapılmış herhangi bir evin dış görüntüsü.....	48
Şekil 4.3. Örnek ev otomasyonu haberleşme sistemi yapısı .....	51
Şekil 4.4. Örnek akıllı ev otomasyon sisteminin genel yapısı.....	52
Şekil 4.5. Tasarlanan ev otomasyon sisteminin Merkezi Kontrol Birimi blok diyagramı.....	54
Şekil 4.6. Raspberry Pi-3 kartının üstten görüntüsü .....	56
Şekil 4.7. Oda kontrol biriminin çalışma blok diyagramı.....	56
Şekil 4.8. Arduino Mega kartının üstten görüntüsü.....	58
Şekil 4.9. Akıllı ev sisteminde bir odaya ait sensörlerin blok diyagramı.....	59

Şekil 4.10. DHT 11 sensörünün görüntüsü.....	60
Şekil 4.11. Işık sensörü kartının görüntüsü.....	60
Şekil 4.12. HC-SR501 hareket detektörünün görüntüsü.....	61
Şekil 4.13. MQ-135 temiz hava sensörünün görüntüsü.....	62
Şekil 4.14. M-9 sensörünün görüntüsü .....	63
Şekil 4.15. Alev sensör kartı görüntüsü.....	63
Şekil 4.16. Islak zemin sensörünün görüntüsü.....	64
Şekil 4.17. Titreşim sensörünün görüntüsü.....	65
Şekil 4.18. Aydınlatma bileşenin görüntüsü .....	66
Şekil 4.19. Priz sistemi kart görüntüsü.....	66
Şekil 4.20. ESP8266 Wifi modülü görüntüsü.....	67
Şekil 4.21. RC522 RFID okuyucu kartı görüntüsü.....	68
Şekil 4.22. Ev otomasyonun Web Arayüzü görüntüsü.....	69
Şekil 4.23. Ev otomasyonun Web Arayüzü görüntüsü.....	69

## TABLULAR LİSTESİ

### Sayfa No:

Tablo 3.1. Ev otomasyonunda kullanılan sensörler ve özellikleri.....31

Tablo 4.1. Arduino kartların özellikleri hakkında tablo.....57



## 1. GİRİŞ

İnsan yaşamının sürdürülebilmesi sığınma, yeme-içme ve güvenlik ihtiyacı gibi genel ihtiyaçları içermektedir. Bu ihtiyaçların karşılanması amacıyla insanlar bulunduğu çevrede çeşitli mekânlar oluşturmuştur. Mekânlar oluşturulurken genel ihtiyaçların karşılanmasını konularını dikkate alarak tasarlanmıştır. Yaşanacak mekânlar tasarlanırken, önceleri doğa ve iklim koşulları karşısında güvenli ortamlar oluşturulmuş, sonraki zamanlarda bu mekânların daha yaşanabilir duruma dönüştürülmesi için çalışılmıştır. Böylece yaşanan mekânlar daha işlevsel hale getirilmiştir. Bu süreçte mekânlar ev kavramını ortaya çıkarmış ve bu tasarımcılar mimar olarak adlandırmıştır. Mimarlar zamanla daha sağlam, daha büyük, daha yüksek, daha dayanıklı daha güzel, daha konforlu evler inşa etmiştir [1] .

Son yüzyılda, endüstride verimliliği arttırmak ve enerji tasarrufu sağlamak için elektronik-bilgisayar sistemlerini kullanan otomasyon sistemleri geliştirilmiştir. Endüstride kullanılan otomasyon sistemleri zamanla hayatın her alanına girmiş ve evlerde de kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle evlerde, çamaşır ve bulaşık yıkama, yemek pişirme, yiyecek saklama ve iklimlendirme işlerine yardım etmek için hizmet cihazları geliştirilerek tasarlanan evlerde kullanılmıştır. Bu cihazların otomasyon sistemleriyle kontrol edebilmesi için çeşitli çalışmalar yapılarak akıllı ve zeki hale getirilmişlerdir. Mimarların daha konforlu ve daha güvenilir ev ortamı oluşturmak için otomasyon sistemlerini evlerde kullanılmaya başlamasıyla akıllı ev kavramı ortaya çıkmıştır [1].

Günümüzde taşınır bilgisayarlar, tabletler ve akıllı telefonların geliştirilmesiyle, akıllı ev sistemlerinin bu cihazlara entegrasyonu sağlanmıştır. Oluşturulan bu sistemlerin evlerde kullanılmasıyla konforun yanı sıra daha çok enerji tasarrufu, daha fazla güvenlik ve evlerin uzaktan kontrolü gerçekleştirilmiştir. Özellikle taşınabilir bilgisayarlar, tablet ve akıllı telefonların kablosuz araçlarla internete erişimi, akıllı ev otomasyon sistemlerine uzaktan bağlanmayı kolaylaştırmıştır. Bunun sonucunda, evlerde bulunan hizmet cihazlarının uzaktan kontrolüyle, evler uzaktan yönetilebilir olmuştur. Akıllı ev otomasyonları sayesinde eve ait öğelerin (Aydınlatma, priz, ısıtma, havalandırma vs) otomatik kontrolü konfor, tasarruf ve uzaktan izlenebilirlik kazandırarak daha güvenli ev mantığını doğurmuştur [2].

Yukardaki açıklamalara göre akıllı ev dendiğinde; insanların isteklerine göre bir senaryo hazırlayıp, konforlu, tasarruflu ve güvenli ev ortamı oluşturup, yapıların yaşam kalitesini arttırmak adına otomasyon sistemleri akla gelmektedir. Bu sistemler, bir senaryo ile tasarlanmaktadır. Tasarlanan sistemler ortamlardan çeşitli bilgiler toplayarak, ortam değişimlerine tepki göstermekte ve gerektiğinde yenilenebilmektedir. Kısacası yaşayan ve gelişen sistemlerdir. Akıllı ev sistemlerinde kullanıcı isteklerine göre senaryolarla tasarlandığı için dünyada çok sayıda akıllı ev uygulaması geliştirilmiştir. Her geçen gün yeni sistemler üzerinde çeşitli geliştirme çalışmaları yapılmaktadır [3].

Son yıllarda bilgi iletişim teknolojisi olan internet kullanımı insanlar arasında kısa sürede yaygınlaşmıştır. Bu teknolojinin yaygınlaşmasıyla çok sayıda kullanıcı bu sisteme bağlanarak birbirleriyle bilgiyi paylaşmış, birbirlerinden etkilenmiş ve böylece günlük hayatta önemli değişiklikler gerçekleşmiştir. Bunun sonucunda Nesnelerin İnterneti teknolojisi gelişmiş ve bu teknolojiyle akıllı cihazlar ve sistemler birbirine bağlanarak haberleşme sağlanabilmiştir. Özellikle kablosuz teknolojilerin gelişmesiyle çok sayıda akıllı sensör birbirine bağlanmakta ve bu sayede ortamlar izlenmekte ve bilgi toplanmaktadır. Bu bilgiler yardımıyla sistem ve cihazlar kontrol edilmektedir. Gün geçtikçe Nesnelerin İnterneti teknolojisi akıllı ev sistemlerinde de kullanılmaya başlanmıştır [4]. Bu tez çalışmasında İnternet tabanlı bir akıllı ev sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Akıllı ev sistemleri ile ilgili çalışmalar dünyada 1920' li yıllarda bilim kurgu filmlerinde yer almış, daha sonra 1960 lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'da çalışmalar başlamıştır. Ülkemizde ise ilk uygulama 1984 yılında yapılmıştır. İlk başlarda evlerin aydınlatılması ve iklimlendirme (ısıtma/soğutma) sistemlerinin otomatik olarak çalışması sağlanmıştır. Daha sonra güvenlik ve haberleşme sistemleriyle birleştirilerek tam otomatik hale getirilmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle de birçok ev eşyası elektronik hale getirilerek hizmet cihazları formatına sokulmuş ve kendi-kendilerine karar verme yeteneği kazandırılmıştır. Akıllı ev otomasyon sistemlerine IoT teknolojilerinin entegrasyonu ile cihazların uzaktan kontrol edilebilirliği sağlanmıştır [5].

Akıllı ev otomasyon sistemlerinde birçok parametrenin kontrolü birlikte yapılarak karar verme aşamasına gelmekte ve kararlara bağlı olarak da cihaz/sistemler kontrol edilmektedir. Bu otomasyonlar hazırlanırken kullanıcı istekleri doğrultusunda senaryolar

hazırlanmaktadır. Hazırlanan senaryolara göre de ev otomasyon sistemleri tasarlanmaktadır [6].

Ev otomasyon sisteminde kullanılan parametreler aşağıda verildiği gibi beş ana başlık altında toplanmıştır [6].

- Sıcaklık kontrolü,
- Nem kontrolü,
- Işık şiddeti kontrolü,
- Güvenlik kontrolü (gaz kaçağı, yangın),
- Çevre güvenliği ( hırsızlık ).

Yukardaki parametrelerin kontrolü dikkate alınarak, kullanıcı isteklerine bağlı bir şekilde akıllı ev otomasyon sistemleri beş ana başlık ile verilebilir.

**İklimlendirme Sistemlerinin Kontrolü:** Akıllı ev otomasyon sistemleriyle kullanıcının isteğine göre binanın ısıtılması/soğutulmasını otomatik olarak yapılabilir. Ortamda bulunan perdelerin kontrolü, koşullara göre iklimlendirme kontrolü yapılarak enerji tasarrufu sağlanabilir [7].

**Aydınlatma Sistemlerinin Kontrolü:** Akıllı ev otomasyon sistemleriyle ortamdaki ışık şiddeti ayarlanabilir, kişisel isteğe göre ışık şiddetini ayarı yapılabilir. Ayrıca perdelerin kontrolü ile ortamın ışık şiddeti düzenlenebilir. Böylece enerji tasarrufu da sağlanabilir [7].

**Güvenlik Kontrolü (Yangın Gaz Kaçağı Vb.):** Yaşamsal ortamlarda gaz kaçağı, yangın, deprem ve su baskını gibi olağan üstü durumlar için güvenlik önlemleri alınmalıdır. Özellikle akıllı ev otomasyon sistemlerinde ses, titreşim, ışık ve ısı sensörleri kullanılarak güvenlik olayının daha efektif olması istenmektedir. Örneğin yangın için alev sensörü, gaz kaçağı durumunda ise gaz kaçağı detektörü kullanılarak olayların daha detaylandırılması sağlanabilmektedir [7].

**Çevre Güvenliği (Hırsızlık):** Akıllı ev otomasyon sistemlerinde, evin yakınına izinsiz yaklaşan veya eve girmeye çalışan insanların uyarılması ve eş zamanlı olarak ilgililere haber

verilmesi önemli bir olgudur. Bu bağlamda kullanılan otomasyonlarda kameralar, hareket detektörleri, lazer ışınli bariyerler, basınç algılamalı fiber kablolar vb. kullanılmaktadır. [7].

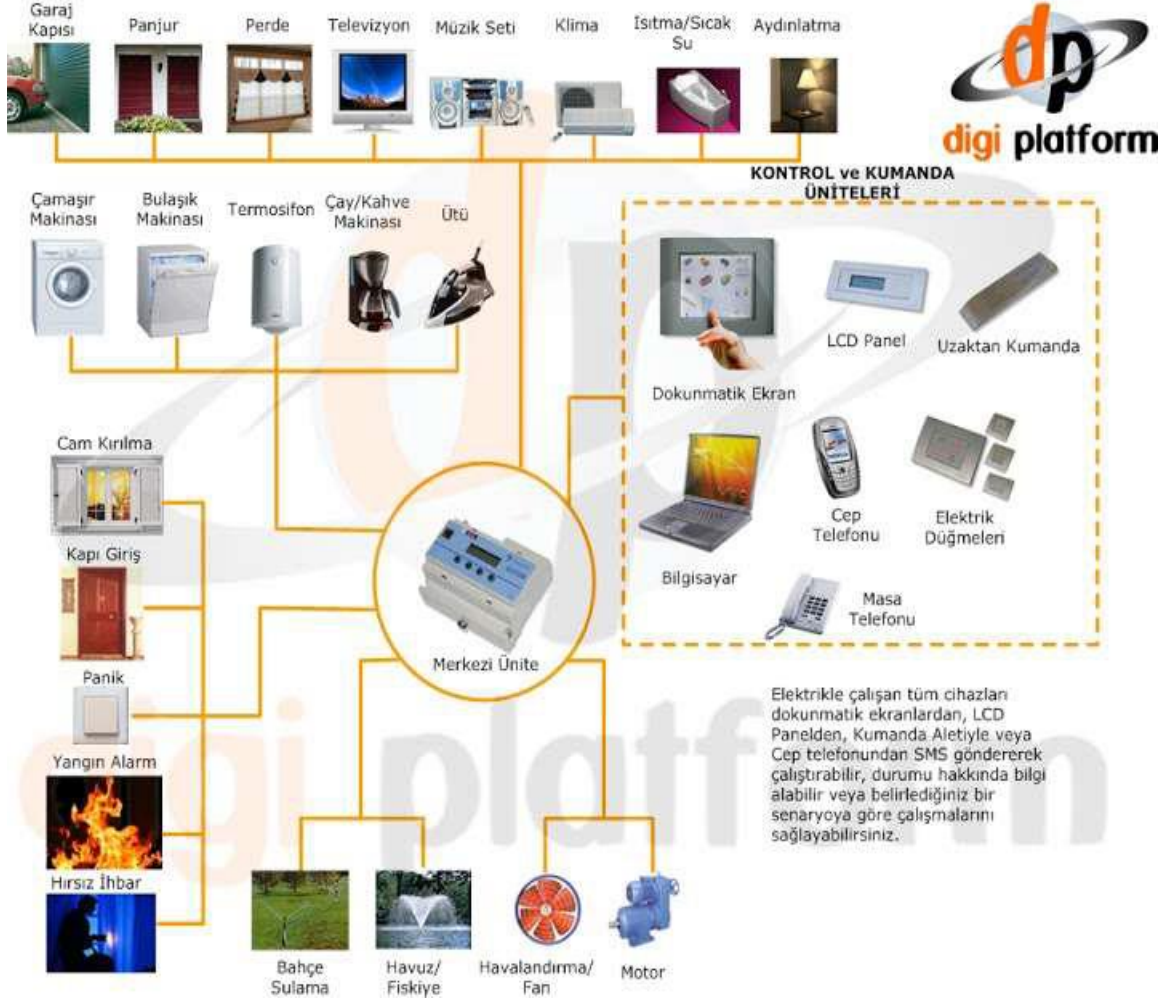
**Haberleşme:** Akıllı ev sistemlerinde hizmet cihazları, kablosuz haberleşme araçları ve IoT teknolojilerinin yardımıyla uzaktan haberleşebilmektedir. Bu haberleşme sayesinde hizmet cihazlarının kontrolü yapılabilmektedir [8].

Teknolojik gelişmeler ve çevresel etkiler nedeniyle insanların ihtiyacı da değişmektedir. Bu değişimlere paralel olarak akıllı ev sistemleri de gelişmektedir. Bu gelişmeleri yeni teknolojilerle desteklenmektedir. Bu gelişimlere göre otomasyon sistemlerinin sınıflandırması aşağıda verildiği gibi yapılabilmektedir.

- Kontrol edilebilir evler,
- Programlanabilir evler,
- Yapay zekâ evleri,
- Akıllı ve çevreci evler,
- Yaşlı ve engelli insanlar için akıllı evler,
- IoT tabanlı evler.

Şeklinde ifade edilebilir. Bu başlıkların açıklamaları sırasıyla verilmektedir [9].

**Kontrol Edilebilir Evler:** Bu evlerde hizmet cihazları otomatik kumanda sistemleri tarafından çalıştırılmaktadır. Bu tür evlerde sistemle iletişim söz konusu olmayıp, anlık komutlarla (uzaktan kumandayla, sensörlerle ve zamanlayıcılarla) hizmet cihazların on/off kontrolü yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra sistem sadece kumanda ile çalıştırılmayıp, koşullar oluştuğunda da aktif olmaktadır. Örnek olarak, insan ortamda bulunduğunda aydınlatmanın çalışması, kapıların otomatik olarak açılıp/kapanması, dış ortamın durumuna göre perdelerin açılıp/kapanması vb. verilebilir. Şekil 1.1' de kontrol edilebilir bir örnek ev görüntüsü verilmiştir [9].



Şekil 1.1. Kontrol edilebilir örnek ev görüntüsü

**Programlanabilir Evler:** Programlanabilir evler, kontrol edilebilir evlere göre daha gelişmiş ev otomasyon sistemleridir. Bu tip evler statik programlamalarla, insanların gündelik yaşamına göre hazırlanan senaryolar doğrultusunda eylemleri gerçekleştiren evlerdir. Ev için hazırlanan programlar, evde yaşayan insanların ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanır. Yeni ihtiyaçlar çıktığında programlama senaryosunda değişiklik yapılarak tekrar programlanabilir. Programlanabilir evler sensörlere, zamana ve koşula uygun olarak tepki verirler. Bu ev tipleri iki grupta incelenebilir [9].

- Zamana ve sensörlere tepki verebilen programlanan evler,
- Zamana göre programlanabilen, sensörlere göre tepki üreten evler.

Bu tip evlerin bazı özellikleri alt tarafta açıklanmıştır [10].

**Zamana Ve Sensörlere Tepki Verebilen Programlanan Evler:** Bu tip evlerde bulunan hizmet cihazları zamana göre programlanabilir. Bunun yanı sıra sensörlerden alınan bilgiler doğrultusunda iş üreten cihazları barındıran evlerdir. Örnek olarak aydınlatma sistemleri, programlanarak veya ışık sensörlerinin yardımıyla çalışabilir. Oluşturulan senaryolara bağlı olarak bir komutla evdeki birçok işlem yapılabilmektedir [10].

**Zamana Göre Programlanabilen, Sensörlere Göre Tepki Üreten Evler:** Günümüzde akıllı evler bu teknolojilerle donatılmış akıllı evlerdir. Bu evler programlama tekniği ile evde yaşayan insanların daha önceden girdiği eylem zincirine tepki verebilen evlerdir. Şekil 1.2’ de programlanabilir örnek ev görüntüsü verilmiştir [10].



Şekil 1.2. Programlanabilir örnek ev görüntüsü

**Yapay Zekâ Evleri:** Bu ev tipi, programlanabilir evlere benzerlik gösterse de daha gelişmiş ev modelidir. Bu tür evlerde yaşayanların hareketleri dikkate alınarak senaryo hazırlanır. Hazırlanan senaryoya göre programlama yapılır. Sistemin öğrenme yeteneği sayesinde ev modülü oldukça esnek olmaktadır. Bu sayede zamanlama koşulları ve durumları değerlendirilerek sistemi güncelleyen bir otomasyon sistemi geliştirilmektedir. Senaryoya göre oluşturulan program öğrenme yeteneğine sahip olması modülün zenginliği

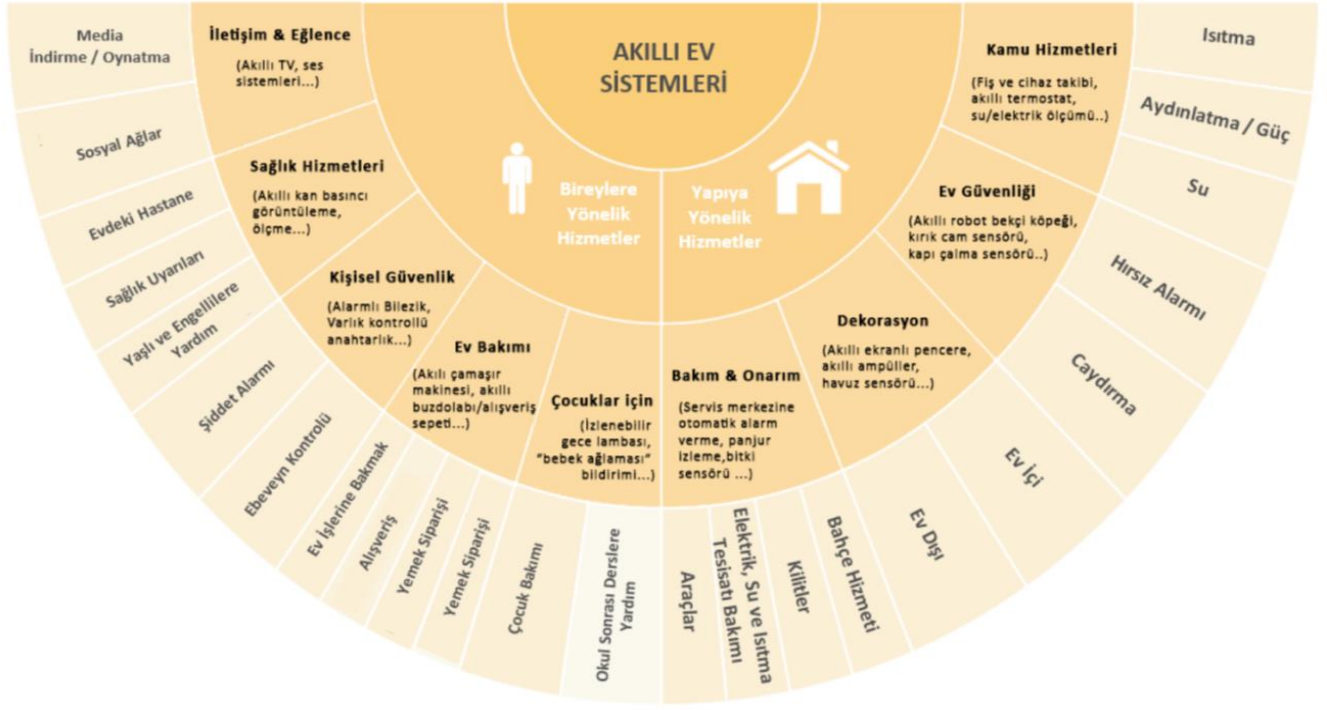
sayılabilmektedir. Son yıllarda yapay zekâya sahip evler üzerine çalışmalar yoğunlaşmaktadır [9].

**Akıllı ve Çevreci Evler:** Bu tür evler akıllı ve çevreci evler olma özelliğine sahip evlerdir. Diğer evlerden farklı olarak, tasarruf ve çevreye kirliliğinin asgari düzeye çekildiği ev tipidir. Özellikle tasarruf adına gerekli enerjiyi sağlamak için yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr ve jeotermal ısı vb. ) ile donatılmışlardır. Ayrıca evin su ihtiyacı yağmur veya atık suların arıtılmasında karşılanmaktadır [8].

**Yaşlı ve Engelli İnsanlar İçin Akıllı Evler:** Bu evler, birçok akıllı otomasyon sistemini ve cihazları barındırmaktadır. Amaç fiziksel engelli ve/veya yaşlı insanların ev yaşamlarını kolaylaştırmaktır. Öncelikle ev senaryosu yaşlı ve engelli insanların durumuna göre tasarlanır. Bu tür ortamların sürekli olarak izlenebilmesi için gerekli hizmet cihazlarının, sisteme entegre çalışmalıdır [9].

**IoT Tabanlı Evler:** Son yıllarda nesnelerin kontrolünü internet üzerinden yapabilmek için çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar sırasında IoT teknolojisi gelişmiştir. Günümüz çalışmalarında IoT teknolojisi akıllı ev otomasyonlarında yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Böylece IoT tabanlı ev kavramı ortaya çıkmıştır. IoT tabanlı evler, ev içerisinde bulunan hizmet cihazlarının yerel ağ ve kablosuz teknolojilerle haberleştiği, IoT teknolojileri kullanarak uzaktan izlendiği ve içerisindeki cihazların yönetildiği evler olarak tanımlanır. Örneğin evin içinde veya dışında, uzaktan, bilgisayar ve akıllı cep telefonlarıyla internete bağlı arayüzle, evin aydınlatılması veya evin iklimlendirilmesinin kontrolü yapılmaktadır.

İnsanların ihtiyaç anlayışları teknolojinin gelişmesiyle değişmektedir. Zamanla insanların ihtiyaçlarını karşılamak için ev otomasyon sistemlerine yeni fonksiyonlar eklenerek, yeni yetenekler kazandırılmıştır. Şekil 1.3' de akıllı evlerin fonksiyonlarını gösteren şema verilmiştir.



Şekil 1.3. Ev otomasyon sistemlerinin genel yetenekleri

Bu tez çalışmasının hedefi, hasta ve yaşlı odasının bulunduğu ve IoT teknolojilerinin kullanıldığı uzaktan kontrol edilen, aile fertlerinin birlikte yaşadığı (geniş aile yapısına uygun) akıllı ev tasarlamaktır. Bu çalışmada, kontrol edilebilir akıllı ev, programlanabilir ev, yaşlı ve engelliler için akıllı ev, IoT tabanlı ev sistemlerinin birleştirilmesiyle hibrit bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Tasarımda özellikle IoT teknolojisi kullanarak uzaktan kontrol edilebilen, bireysel ihtiyaçların göz önünde tutulmasına uygun, senaryoda kolayca değişiklik yapılabilen (esnek) bir ev otomasyon sistemi düşünülmüştür. Bu otomasyon sisteminde ekonomik malzemeler kullanılmıştır. Bu nedenle otomasyon sisteminde kolayca değişikliklere müsaade eden, ekonomik olan bir Merkezi İşlem Birimi düşünülmüş ve PC yerine Raspberry Pi-3 ve Oda Kontrol Birimi olarak da Arduino Mega kartlar tercih edilmiştir. Tez çalışmasında öncelikle günlük ev yaşantısı için gerekli ihtiyaçlar belirlenmiştir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda otomasyon sisteminin senaryosu hazırlanmıştır. Bu senaryoya göre otomasyon sistemi aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

**İklimlendirme ve Havalandırma Otomasyonu:** Evin ısıtma/soğutma sistemi manuel, akıllı telefon veya internet ile kontrol edilebilmektedir. Ev genelinde veya odaların ısıtma ve soğutulmasında ev sahibinin isteğine bağlı olarak programlanabilmektedir [7].

Evde merkezi havalandırma sistemi kullanılmıştır. Oda içerisinde havanın kalitesini algılayan sensör yer almaktadır. Hava kalite sensörü oda içerisinde havanın kirlenmesi durumunda sensör havalandırma sistemi otomatik olarak devreye girebilmektedir. Ayrıca odanın nemi, karbondioksit kontrolü yapılacak, gerekli durumda oda içerisindeki havalandırma sistemi çalıştırarak, oda içerisindeki hava yenilenecektir. Havalandırma sistemi manuel olarak da çalışabilmektedir [7, 5].

Ev, güneş ışığından faydalanılarak, enerji tasarrufu sağlamak için gün ışığına göre perdeler/açılıp kapatılabilmektedir [7].

**Aydınlatma Otomasyonu:** Ev aydınlatılması sırasında duyarlı Led ampul kullanılarak enerji tasarrufu sağlanacaktır. Evin ışıkları manuel (veya aydınlatma anahtarlarının üzerinde bulunan kumanda panelleriyle), bilgisayar, akıllı telefonla kontrol edilecektir. Işık şiddeti istenilen seviyede artırılıp/azaltılarak iyi bir aydınlatma sağlanacaktır. Eve veya odalara banyo ve tuvalete ilk girişte lambalar otomatik olarak yanacak, daha sonra kullanıcının çıkışında lambalar sönecektir. Evin perdeleri gün ışığına göre otomatik olarak açılıp kapanacaktır. Perdelerin açılıp/kapanması internet üzerinden uzaktan erişimle kontrol edilecektir [7].

**Güvenlik Kontrolü ( Yangın Gaz Kaçağı vs):** Gün içerisinde evin ısınması, mutfakta pişirme işlemleri ve sıcak su ihtiyacını karşılamak için gaz sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlere gerekli önlemler alınsa da gaz kaçaqları meydana gelmekte, buna bağlı olarak patlamalar ve yangınlar ortaya çıkmaktadır. Evlerde oluşacak gaz kaçaqlarından dolayı meydana gelecek patlama ve yangınların önlenmesi adına gaz, duman ve ısı detektörlerinin sisteme erken müdahalesi oldukça önemlidir. Bu cihazlar herhangi bir gaz kaçağı, duman ve ısı algıladığında devreye girerek, evin girişinde bulunan gaz valfinin aktif olmasını sağlamakta ve bu sayede eve gaz girişi kesilmiş olmaktadır. Ayrıca cihazlar gaz kaçağını sesli alarm, telefona ve internet üzerinden ev sahibine bilgilendirme yapabilmektedir [5].

**Deprem Uyarı Sistemleri:** Ülkemiz bulunduğu coğrafi konum nedeniyle deprem kuşağındadır. Bu nedenle ev otomasyon sisteminde deprem uyarı sistemi kullanılmaktadır.

Herhangi bir deprem durumunda sensör devreye girecek, allarımı çalıştıracak, evin aydınlatmasını açacak, binanın gazını kesecektir [8].

**Su Kontrol Sistemleri:** Ev içinde su ihtiyacını karşılamak için evin birçok noktasına borularla su taşınmaktadır. Bu boruların kullanılması sızdırma riskini beraberinde getirmektedir. Ev içinde herhangi bir bakım durumunda boruların delinmesi, muslukların açık unutulması gibi riski bulunmaktadır. Bu nedenle su kullanılan bölümlere mekânların içerisine su kaçak durumunu tespit eden su baskını sensörleri kullanılacaktır. Kullanılan sensörler su girişini kesebilmesi için uygun yerlere yerleştirilecektir. Sensör ev girişinde su giriş yerinde bulunan selenoid valf kontrol edecektir. Sensör devreye girdiğinde kesici valfe sinyal göndererek ve suyun kesilmesi sağlanacaktır. Sensör ev sahibine alarm ve internet üzerinden haber verecektir [5].

**Çevre Güvenliği:** İnsanlar kendilerini güvende hissetmesi, yaşam kalitesini arttıran en önemli unsurlardandır. Ev otomasyon sistemlerinde güvenlik kontrolü önemli bir yerdedir. Bu nedenle evin izlenmesi kameralarla yapılmaktadır. Akıllı ev sisteminde evin girişine, çevresine kameralar yerleştirilecektir. Bu kameralarla evin içinden/dışında internet üzerinden veya ağ sistemlerinden izlenebilecektir. Evin pencerelerine hareket sensörü ve cam kırılma sensörü yerleştirilecektir. Herhangi bir olumsuz durumda bu sensörler sayesinde alarm aktif yapılacak, ev sahibine internet üzerinden durum bilgisi verilecektir [6].

Evin girişine görüntülü konuşma sistemi yerleştirilecektir. Eve gelen misafir giriş kapısında evde bulunanlarla görüntülü konuşulabilecektir. Ayrıca ev sahibi, gelen misafir ile tablet veya bilgisayarla konuşacak ve evin kapısını açacaktır.

Ev sahibinin olmadığı zamanlarda, evin girişine misafir geldiğinde, ev sahibi internet üzerinden misafirle iletişime geçecektir.

Ev sahibi dış kapıyı anahtarla veya anahtarsız olarak açabilecektir. Ev sahibi kapıya geldiğinde cebinde bulunan alıcı ile kapı sensörü haberleşerek kapıyı açacaktır.

**Yaşlı Odası:** Bu tez çalışmasının diğer bir hedefi ise akıllı evde yaşayan yaşlı ve engellilerin (bedensel özürllüer) yaşam kalitesini arttırmak için akıllı bir ev senaryosu tasarlanmıştır. Bunun için hazırlanan senaryo aşağıda verilmiştir.

- İlk önce yaşlı/engelliler için evin birçok sistemini kontrol edebilen Yaşlı Kontrol Paneli hazırlanacak ve bu panelin yaşlı/engellilere kullanımını öğretilecektir.
- Otomatik kapı kontrolü: Dış kapıya birinin gelmesi durumunda algılayıcı, Yaşlı Kontrol Paneli' ne sinyal gönderecek, panel sesli veya görüntülü sinyal verecektir. Böylece yaşlıların kullandığı panelden konuşma yapabilmektedir. Kullanıcı isteğine göre kapı otomatik olarak açılacaktır [11].
- Aydınlatma Kontrolü: Yaşlı Kontrol Paneli ile odaların aydınlatması kontrol edilecektir.
- WC ve banyo kontrolü: Evin banyo ve tuvaleti yaşlı/engellinin ihtiyaçlarının karşılmasına göre yapılacaktır. Özellikle Yaşlı ve engelliler WC Banyo kapısı otomatik olarak açılacak ve çıktığında kapanacaktır. Buna bağlı olarak ışık otomatik olarak yanacak ve kapanacaktır. Ayrıca musluklar otomatik olarak açılacak ve kapanacaktır.
- Güvenlik: Evde gaz kaçağı, su baskını, deprem ve hırsızların eve girmesi durumunda Yaşlı kontrol panelinden uyarı/güvenlik sistemleri kontrol edebilecektir.
- Isıtma ve soğutma kontrolü: Yaşlı ve engeli panelden istediği zaman evin ısını kontrol edecektir.

### **1.1. Tezin Organizasyonu**

Literatürde akıllı ev otomasyon sistemleri ile ilgili pek çok mevcut çalışma göze çarpmaktadır. Bu çalışmalar sayesinde gelişen teknolojilerin ev otomasyon sistemlerine entegrasyonu gerçekleşmiş ve böylece daha zeki, daha akıllı daha ekonomik akıllı ev modellerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu tez çalışmasında IoT teknolojileri akıllı ev sistemlerine entegre edilerek evin uzaktan kontrolü sağlanmıştır. Bu sayede ev otomasyon sistemleri daha fonksiyonel hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında, yaşlı odası bulunan ve internet üzerinden uzaktan kontrol edilebilen bir ev otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan bu sistem modüler yapıda düşünülmüş ve böylece daha fonksiyonel bir yapı oluşturulmuştur. Bu sistem, bilgisayar ve akıllı telefonla uzaktan izlenmekte ve kontrol

edilebilmektedir. Sistem gerekli durumlarda ilgililere uyarı mesajı gönderebilmektedir. Sistemin daha ekonomik ve fonksiyonel olabilmesi için Merkezi Kontrol Birimi olarak bilgisayar yerine, Raspberry Pi-3 kartı kullanılmıştır. Raspberry Pi-3 kartı gerektiğinde yeniden programlanabilme imkânı sunmaktadır. Böylece yeni opsiyonlar daha kolay eklenebilmektedir. Evde bulunan bağımsız birimler için ise Oda Kontrol Birimi olarak Arduino Mega kartlar tercih edilmiştir.

Tezin birinci bölümünde, daha çok giriş bölümü ağırlıklı hazırlanmış ve genel anlamda literatürel doğrultuda açıklamalar yapılmıştır.

Tezin ikinci bölümünde, akıllı evin tanımı, tarihçesi ve mevcut akıllı ev sistemleri hakkında bilgi verilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde ise ev otomasyon sistemlerinde kullanılan teknolojiler hakkında bilgi verilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde tasarlanan Akıllı Ev Sistemi' nin tanıtımı yapılmış ve sistem tasarımı 7 ana başlıklar altında incelenmiştir.

1. Uygulanan metodoloji,
2. Sistemin hedefleri,
3. Sistem senaryosu,
4. Sistemin işleyişi,
5. Genel yapısı,
6. Gelişim süreci,
7. Sistemde kullanılan hizmet cihazları ve sensörlerin haberleşmesi.

Tezin beşinci bölümünde çalışmalar hakkında sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

## 2. AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMLERİ

Bu bölümde akıllı ev kavramı üzerine yaklaşımlar, akıllı evin tarihçesi ve mevcut otomasyon sistemleri hakkında bilgi verilmiştir.

Akıllı ev sistemleri, ev sakinlerinin günlük hayatlarına yardımcı olmak için ortaya çıkmış sistemlerdir. Bu sistemler endüstrinin pek çok alanında kullanılan otomasyon sistemlerini kullanarak hizmet vermektedir. Bu bağlamda evlerde bulunan hizmet cihazlarını kontrol edilmesiyle ilgili hizmetler/kolaylıklar gerçekleştirilir. Son yıllarda bilgi iletişimdeki gelişmeler akıllı ev otomasyonu ile bütünleştirilerek, ev sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılanmasında yenilikçi çözümlere olanak sağlamıştır. Ev otomasyon sistemindeki gelişmeler daha konforlu, daha güvenli ve daha tasarruflu ev yaşamının sunulmasını amaçlamış ve insanların yaşam kalitesinin artırılması temelinde planlanmıştır [12].

Akıllı ev sistemlerinin geliştirilmesinde sıcaklık, nem, ışık, görüntü, ses ve hareket gibi parametreler sensörler yardımıyla algılanmakta ve bu parametreler kontrol edilerek hizmet cihazları çalıştırılmaktadır. Bu parametrelerin kullanılmasıyla evin iklimlendirmesi, aydınlatması, güvenlik, olağan üstü durumlarda uyarı verilmesi vb. ev aktiviteleri kontrol edilmektedir. Son yıllarda geliştirilen IoT teknolojilerinin ev otomasyonu sistemleriyle bütünleştirilmesi sonucu, internet üzerinden iç/dış ortamlardan otomasyon sistemi ile hizmet cihazları ve sensörler haberleşebilmekte, iç/dış ortamlar izlenebilmekte ve komutlar gönderilerek sistemler yönetilebilmektedir [10, 12].

### 2.1 Akıllı Evlerin Tarihçesi

Akıllı ev kavramı 1920' li yıllarda bilim kurgu filmlerinde çok fazla yer almıştır. Ancak ev otomasyonunun uygulaması hakkında tarihsel bilgi bulunmamaktadır. Çünkü dünyada akıllı ev otomasyon sistemlerinin gelişimi bir buluş olarak değil; endüstrideki otomasyon sistemlerinin gelişimine paralel olarak küçük gelişmelerle, bir süreç içerisinde adım adım ortaya çıkmıştır [13].

1950 yıllarının başında bina otomasyon kavramı gündeme gelmiş, daha sonra 1960' lı yıllarda ilk kez yüksek teknolojinin kullanıldığı ev otomasyonu sistemi fark edilmiştir. O

yıllarda bu tip evler kablolu ev olarak adlandırılmıştır. 1980 yılında ise ev otomasyonu sistemleri fiziksel engeli olmayan insanların ev konforunu arttırmak için kullanılmıştır. Daha sonraları akıllı ev fikri ortaya çıkmıştır. 1984 yılında akıllı ev sistemlerini, Amerikan Ev Üreticileri Derneği ev otomasyonu olarak ilk kez adlandırmıştır. Bu tarihten sonra modern akıllı evlerin gelişmesi hızlanmış ve gündün güne yaygınlaşmıştır. Bilgisayarların kullanımının yaygınlaşması ile (1988) bilgisayar programlarının ev otomasyon sistemlerine uygulanması düşüncesi gelişmiştir [12, 13].

1988' li yıllardan sonra akıllı ev tanımlaması yerine çevre dostu evler mantığı öne çıkartılmıştır. O yıllarda kullanılan etkileşimli teknoloji kuralları, bugün hala ev otomasyonu sistemlerinde kullanılmaktadır [13].

Stanford Üniversitesi 1960' lı yıllarda etkileşimli teknoloji üzerine birçok araştırma yapmış, ancak üniversite bu araştırmalarda çok başarılı olamamıştır. Başarısız olmasının bazı temel nedenleri;

- Ev işlerinde verimliliği artırmak için motivasyon eksikliği,
- Teknoloji kullanıcılarının tasarım sürecinde daha az yer alması,
- Ürün tasarımcıları tarafından yerli teknolojinin cana yakın olduğunu gösteren görüş,
- Yeni teknolojinin tasarımında bağımsız aletlere sürekli odaklanma,

olarak tanımlanmıştır. Yıllar içerisinde yukarıda bahsedilen bu dört faktör, günümüzde akıllı ev endüstrisinin şansı ve zorluğu haline gelmiştir [13].

Akıllı ev otomasyon sistemleri ile ilgili çalışmalar sonraki yıllarda sürdürülmüş ve 1993 yılında Christos Douligeris, ev otomasyon ürünlerini sınıflandırmıştır [14].

1995 yılında Baki Koyuncu, telefon hatlarını kullanarak, araçları bilgisayarla kontrol etmiş ve sonrasında bu sistemi ev otomasyon sistemlerinde kullanılması fikrini geliştirmiştir. Sistem DTMF kod çözücüsüyle oluşturulmuş ve bir arayüz kullanılmıştır. Tasarımda turbo basic ile algoritma geliştirilmiş, bu algoritma doğrultusunda giriş-çıkışlar kontrol edilerek basit ev otomasyonu gerçekleştirilmiştir [14].

1998 yılında İsmail Coşkun ve Hamid Ardam, bir ofis ve ev otomasyonu tasarlayarak, telefonla uzaktan kontrolünü yapmışlardır. Sistemin tasarımında, DTMF kod çözücü kullanılmıştır [14].

2004 yılında Li Jiang, Da-You Liu, Bo Yang akıllı evin tanımını yaparak, akıllı ev elemanları hakkında araştırma projeleri geliştirmiş, özellikle akıllı ev ağları ve akıllı ev hizmet cihazları üzerinde tanımlayıcı çalışmalar yapmışlardır. Yapılan bu çalışmalar MIT, Siemens, Cisco, IBM, Xerox, Microsoft gibi özel şirketlerle birlikte yürütülmüştür. Bu şirketlerle 20' ye yakın ev laboratuvarları oluşturulmuş, bu laboratuvarlarda 30 'a yakın cihaz ve 5 ağ üzerinde 3 "AL" tekniği kullanılmıştır. Daha sonra çoklu sistemi temsil eden AL çalışmaları Nöral-ağ ve Fuzzy-lojik gibi akıllı tekniklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur [14].

2004 yılında, Dimitar H. Stefanov, Zeungnam Bien, Won- Chul Bang yaşlı ve fiziksel engelli insanlar için akıllı ev tasarlamışlardır. Tasarlanan akıllı ev, yaşlı ve engelli insanlar için iyi bir alternatif olarak düşünülmüştür. Bu sayede, yaşlı ve fiziksel engelli insanların hem hareket kolaylığı sağlamış hem de 24 saat boyunca sağlık durumları izlenmiştir [14].

2006 yılında Daehwan Kim, Daijin Kim, vücut hareketlerini kullanarak akıllı ev kontrolü fikrini geliştirmişlerdir [14].

2008 yılında Tsogzolmaa Saizmaa, Hee-Cheol Kim, akıllı ev sistemleri ile ilgili araştırmaları hakkında bilgi vermiş, daha sonra akıllı ev teknolojisine yeni bir bakış açısı getirmişlerdir [8].

2008 yılında Zhang, McClean Scotney, Hong; Nugent ve Mulvenna yardıma ihtiyacı olan yaşlı ve engelli insanlar ve Alzheimer hastalar için sağlıklı bir ev ortamı tasarlamıştır. Tasarlanan evde insanların özgeçmişlerine bağlı temel bilgiler sisteme yüklenmiş ve böylece sistemin aktiviteleri değerlendirme yeteneği kazandırılmıştır. Bu kazanımlarla bahsedilen insanların hem hareket kolaylığı sağlanmış hem de 24 saat boyunca izlenmesi gerçekleştirilmiştir [8].

2009 yılında Kamil İNAL, M. Ali AKCAYOL, GSM tabanlı akıllı ev sistemi tasarlamıştır. Kullanıcı cep telefonu ile uzaktan akıllı evi izlemekte ve kontrol edebilmektedir [3].

2014 yılında Yusuf Yalçın KARDAŞ, Mehmet Sıraç ÖZERDEM GSM (3G) üzerinden haberleşen bir akıllı ev uygulamasını tasarlamışlar ve uygulamada birden fazla haberleşme tekniği kullanılarak sensörler aracılığıyla evdeki durum bilgilerini alarak, röleler aracılığıyla elektriksel donanımları yönetebilmişlerdir [15].

## **2.2. Mevcut Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinin Hizmet Yetenekleri**

Dünyada, ev otomasyon sistemi bir buluş olarak değil endüstrideki gelişmelere paralel olarak küçük gelişmelerle adım-adım ortaya çıkmıştır. Geçmişten günümüze kadar ev otomasyon alanında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sayesinde ev otomasyonunda kullanılan yardımcı cihaz/sistemler hizmet açısından aşağıda verildiği gibi sıralanabilir,

- Yaşama yardımcı olacak ev aletleri geliştirilmiştir (Çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, soğutucu, su ısıtıcıları, mutfak robotları, vs),
- Eğlendirici cihazlar/sistemler geliştirilmiştir (Radyo, televizyon, ses sistemleri, bilgisayar, vs),
- Haberleşme cihazları geliştirilmiştir (Tuşlu telefon, cep telefonu, akıllı telefon, internet),
- İklimlendirme sistemleri geliştirilmiştir (kalorifer, klima, nem ve havalandırma sistemleri vb),
- Aydınlatılma sistemleri geliştirilmiştir (Dekoratif aydınlatma sistemleri, Led aydınlatma sistemleri, tasarruflu ampuller, bahçe dış kapı aydınlatma sistemleri vb),
- Genel güvenlik sistemleri geliştirilmiştir (Yangın, gaz kaçağı, deprem, su baskını uyarı sistemleri vb),
- Çevre güvenliği sistemleri geliştirilmiştir (kameralarla ev izleme sistemi, Ev dış kapı kontrol sistemleri, hırsız alarm sistemleri vb),

Günümüzde ev otomasyonunda kullanılan hizmet cihazlarına/sistemlerine otomatikleştirme, uzaktan kontrol edilebilme ve akıllılık yeteneği kazandırılmıştır. Bu özelliklerin geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

Evlerde bulunan hizmet cihazları/sistemlerinin otomatik ve uzaktan kumanda ile kontrolü yapılabilmektedir. Bu özellikleri yapabilmek için endüstride kullanılan X10, Wifi, Bluetooth, Zigbee, RFID teknolojisi, Kinect teknolojisi, NFC etiketleri gibi kablosuz haberleşme teknolojileri kullanılmıştır.

Evlerde bulunan hizmet cihazları/sistemlerinin, bilgisayarla, tabletlerle ve akıllı telefonlarla kontrolü, uzaktan izlenmesi ve yönetilmesi için otomasyon sistemleri geliştirilmiştir.

Yaşlı/engelli insanlar için sağlık odaları/evleri geliştirilmiştir. Bu evlerde yaşayan hastaların tansiyon ve ateş kontrolü, ilaç orderinin takibi gibi konularda internet üzerinden hizmet sunulabilen ve bu ortamların uzaktan izlenebildiği sistemler geliştirilmiştir.

Son yıllarda, fiziksel yapıların internete bağlanabilmesi adına, sensör ve transdüserlerden yararlanılmıştır. Bu sayede fiziksel dünyayı uzaktan kontrol edebilme amaçlanarak, nesnelerin uzaktan kontrolü için internetten faydalanılmakta ve bunun için de Nesnelerin İnterneti (Internet of Things/IoT) teknolojisi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistemin ev otomasyon sistemlerine entegre edilmesi için çalışmalar devam etmektedir [16].

Günümüzde internetin haberleşme ve bilgi paylaşımı için kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Bu nedenle internet günlük yaşamı önemli ölçüde değiştirmiştir. İnternet kullanımının endüstride kullanımının yaygınlaşması için araştırmalar sürdürülmektedir. 2002 yılında RFID grubundan Aston tarafından IoT kavramı ortaya atılmıştır. Bu kavram, nesneleri internete bağlayarak haberleşmeyi, etkileşimi, uzaktan izlenmeyi ve kontrol edilmeyi gerçekleştiren bir teknoloji şeklinde yorumlanmıştır. Özellikle küçük boyutlu algılayıcı ve kablosuz teknolojilerin gelişmesi ile internet veya ağ üzerinden nesnelerin kontrol edilmesi, yönetilmesi ve izlenmesi oldukça kolaylaşmıştır. Bu teknolojilerin aynı zamanda endüstride de kullanılma çalışmaları devam etmektedir [4].

Gelecekte insanlara yardımcı olacak robotların kullanımının yaygınlaşacağı ön görülmektedir. Robotların evlerde kullanımı artacak ve evdeki işleri yapabilecek ve ailenin uşığı haline geleceğı tahmin edilmektedir. Bossa Nova Robotik şirketinin geliştirdiğı Mobi adındaki akıllı robot bir özel sekreterin yapabileceğı işler yapabilir hale getirilmiştir. Gelecekte geliştirilecek robotlar ev işlerine yardım edecek (temizlik, yemek, çamaşır, bulaşık vs) hale getirilecek ve evdeki sistemlere bağlanarak evi kontrol edecektir diye düşünölmektedir [13].



### 3. AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMİ TEKNOLOJİLERİ

Ev otomasyon sistemleri, bir/birkaç merkezden ev hizmetlerini kontrol etmek için geliştirilmiş sistemlerdir. Bu sistemlerin gelişiminde endüstride kullanılan teknolojiler rol üstlenmiştir. Özellikle ev içindeki sensörler (ajanlar) yardımıyla evdeki sıcaklık, nem ışık, görüntü, gibi fiziksel parametrelerin sınır değerleri tespit edilmekte ve bu değerlerle çalışacak cihaz ve sistemler kontrol edilebilmektedir. Sensörler ve cihazlar, merkezi kontrol birimi ile haberleşmeleri X10, KNX protokolü, Bluetooth, Wifi, Zigbee, Thread, Z-Wave, KINECT gibi teknolojileriyle yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra cihazların kontrol edilmesinde ise merkezi kontrol biriminin programlanması gerekir ki bu bağlamda, yapay zekâ ve bulanık mantık gibi yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bölümün alt başlıklarında ev otomasyon sistemlerinde kullanılan teknolojiler anlatılmıştır.

#### 3.1 Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojileri

Bu bölümde ev otomasyon sistemlerinde merkezi kontrol birimlerinin, sensörler ve cihazların birbiriyle haberleşmesinde kullanılan kablolu/kablosuz haberleşme teknolojileri hakkında bilgi verilmiştir.

**Telemetri:** Bir sistem veya tesisin kablolu veya kablosuz uzaktan, kontrol edilmesi veya izlenmesine telemetri denir. Telemetri teknolojisi sayesinde cihazlara temas olmadan iletişim sağlanabilmektedir. Son yıllarda haberleşme teknolojisindeki gelişme sayesinde telemetri uygulamalarından kablosuz haberleşmeler pratikliği nedeniyle tercih edilmektedir. Kablosuz haberleşme teknolojisinde kullanılan sistemlerin frekans aralığı, bant genişliği birbirlerinden farklıdır. Kullanılacak sistem ihtiyaca göre belirlenmektedir [17].

Telemetri yöntemi ile kablosuz ağlar veya radyo linkleri üzerinden cihaz ve merkezi kontrol üniteleri arasında iletişim kurularak, komutlar yardımıyla kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir. GPRS, GSM tabanlı sistemler dahilinde kullanmak üzere geliştirilmiş anahtarlamalı bir seri iletim servsidir. Bu servis sayesinde doğalgaz dağıtım firmaları sayaç ile iletişim kurarak okuyup faturalandırabilme işlemlerini uzaktan yapabilmektedir [8].

**X-10 Teknolojisi:** İlk olarak 1978’ de kurulan X-10 teknolojisi, evdeki elektrik tesisat kabloları üzerinden lambaları, cihazları ve diğer donanımları kumanda etmeye yarayan teknolojik sistemlerdir. Bu sistem için ayrıca hat kullanılmadan, mevcut elektrik tesisatı kablolarından faydalanılmaktadır. X-10 teknolojisi, elektrik tesisatı bulunan evlerde rahatça kurulabilmektedir [8].

X-10 teknolojisi, bina içerisindeki lambalar ve cihazların kontrol edilebilmesi için alıcı ve verici olmak üzere iki kısımdan oluşur. X-10 vericileri, elektrik hattı üzerinden alıcılara sinyal gönderir, alıcılar sinyali komuta dönüştürerek cihazı kontrol eder. Bu sistemde uzaktan kontrol cihazı, komut gönderen zamanlayıcılar, ses veya bilgisayar arabirimi olabilir. Bu teknolojiyle, alıcılara gelen sinyallere göre, sisteme bağlı cihazları açma/kapama gibi kumanda işlemleri gerçekleştirilebilir [8].

Bu sistem genel olarak aydınlatma sistemleri kontrolünde kullanılır. Aydınlatma sistemleri kontrolü için X-10 vericisi, elektrik hattı üzerinden belirlenen bir frekansta alıcıya sinyal gönderir. Alıcı ise gelen sinyali algılayıp bir komuta çevirir. Bu komut sayesinde aydınlatma sistemlerinin açma/kapamasını yapar [8].

**Cat 5:** Akıllı ev sistemlerinde cihazlarının kontrolü için ev içerisine ayrı bir hat döşenmekte ve bu ağ sayesinde kontrol gerçekleştirilmektedir. Bu ağ alt yapısını oluşturmak için Cat 5 kablosu kullanılmaktadır. Alt yapı olarak Cat 5 kablosu kullanılan sistemlerde, gerekli enerji ihtiyacını güç hatlarından karşılanırken, bilgi akışı ise ağ üzerinden yapılmaktadır. Cat 5 kabloları ile yapılan ağ sistemlerinde bilgi akışı adresleme işlemleriyle gerçekleşmektedir. Bu nedenle X-10 teknolojisine göre daha karmaşık, daha pahalı ve daha güvenilir bir sistemdir [9].

**Bluetooth Teknolojisi:** Elektronik cihazların kısa mesafe içerisinde radyo frekansı kullanarak birbirleriyle haberleşmesini sağlayan standart bir iletişim teknolojisidir. Bluetooth teknolojisi ile diğer radyo frekansı kullanılarak haberleşme sağlayan teknolojiler arasındaki fark, kapsama alanındaki maksimum yedi cihazın eş zamanlı haberleşebilmesidir. Bluetooth teknolojisi kısa mesafe (10 metre) ve orta mesafe (100 metre) olmak üzere iki farklı radyo bağlantısı yapabilmektedir. Bu bağlantılarda kanal başına 720 Kbps’ lik veri ve ses iletişimi yürütülmekte ve 2.40-2.48 GHz’lik ISM bandında yer almaktadır. Geniş bir

spektrum, frekans sıçraması ve saniyede azami 1600 sıçramaya müsaade eden tam-dubleks sinyal iletişim kullanılmaktadır. Başarılı bir parazit engelleme için, sinyallerin 1 MHz'lik aralıklarda bulunan 79 frekans arasında sıçramalar yapması sağlanmaktadır [18].

Bluetooth teknolojisi, temelde birbirinden farklı birçok kablolu cihazı, kablosuz özgürlüğe kavuşturmuş esnek, düşük maliyetli, zayıf güç gereksinimi ve güvenilir olması nedeniyle diğer kablosuz ağ teknolojileri arasından öne çıkmıştır [9].

**RF Sistemleri:** Radyo frekansı sinyali (RF), yayıncılıkta kullanılan bilgi sinyali ile modüle edilmiş taşıyıcı sinyal anlamına gelmektedir. Cihazlar ve sistemler arasındaki haberleşmeyi kablosuz olarak radyo dalgalarıyla sağlayan özel bir iletişim protokolüdür. RF sistemleri, bir nesneden algılanmış olan verilerin kapsama alanı dâhilinde uzak bir noktada bulunan algılayıcıya, kablosuz olarak iletimini yapmak amacıyla kullanılmaktadır. RF teknolojisinin kısa mesafe olarak bilinen 868 MHz frekansında yayın yapan sadece ev otomasyonu için ayrılmış özel frekans aralığında haberleşme işlemi sağlanmaktadır. Bu sistem evlerde hareket detektörü, duman detektörü, manyetik kapı, su baskını gibi dış uyarıları kablosuz olarak Merkezi Kontrol Birimiyle iletişim kurabilen özel haberleşme sistemidir [7, 17, 19].

**RFID Teknolojisi:** RF sisteminin geliştirilmiş halidir. RFID (Radyo Frekansı Tanımlama), bir nesnenin kimliğini radyo dalgaları kullanarak, kablosuz ileten sistemlerdir. RFID sistemi RFID etiket ve RFID okuyucusu olarak iki kısımdan oluşmaktadır. RFID etiketi ilgili nesneye takılır ve nesnenin kimliği tanıtılır. RFID etiketi, okuyucu tarafından tarandığında etiket verilerini içeren sinyalleri alır. Bu cihaz aldığı sinyalleri Merkezi Kontrol Birimi' ne gönderir. Merkezi Kontrol Birimi aldığı sinyaller doğrultusunda işlemleri gerçekleştirir. Aktif ve pasif olmak üzere iki tip RFID etiketi üretilmiştir. Aktif RFID etiketi, dışardan enerji talep ederek çalışırken, RFID pasif etiketinin enerjiye gereksinim duymaz. Ancak Sistem okuyucusunun manyetik alanından faydalanır. Sonuç olarak, aktif etiketlerle karşılaştırıldığında pasif etiketler daha ucuz olup, daha düşük bant aralığında çalışır [20].

RFID sistemleri, kullanılan frekans aralıklarına göre kategorize edilebilir. Düşük Frekans (LF) sistemleri, 124-135KHz arasında frekans sinyalleri kullanırken, Yüksek Frekans (HF) sistemleri ise 13.56MHz kullanır. Bu iki sınıfın dışında Ultra Yüksek Frekans (UHF) sistemleri, 860-960MHz arasında bir frekans bandını kullanır. Genel olarak, LF RFID

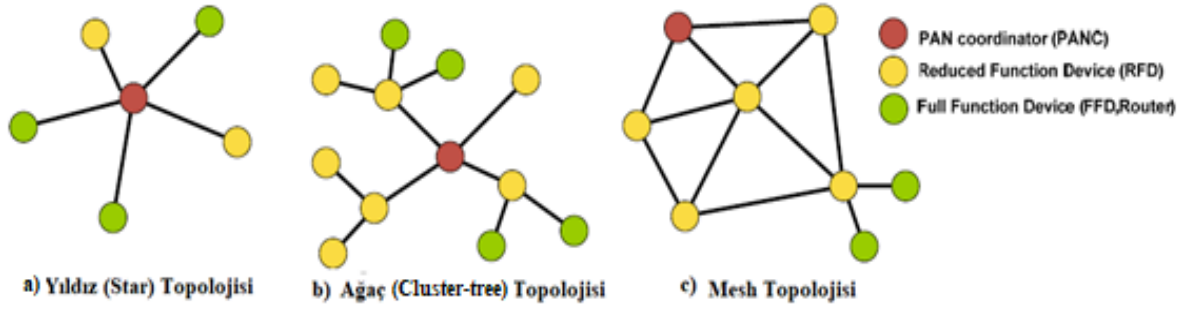
sistemleri, kısa okuma ve daha düşük sistem maliyetlerine sahiptir. Daha uzun okuma aralığı gereksinimi durumunda, RF ve RFID sistemleri kullanılabilir, ancak maliyetleri daha yüksektir [20].

RFID etiketlerinin sorunlarından biri, ıslak zemine veya metal yüzeye yapıştırılan etiketlerin okunması zorluğudur. Araştırmacılar bu zorlu ortamlarda RFID etiketlerinin okunabilirliğini artırmak için yeni yollar aramaktadır [20].

**ZigBee Teknolojisi:** Kısa menzilli ve düşük veri transfer hızına sahip kablosuz haberleşme protokol kümesi olarak tanımlanmış teknolojidir. Bu teknoloji düşük maliyetli uzaktan kumanda ve izleme uygulamaları için uygun kabul edilir. Düşük güçte çalışması nedeni ile bataryalar uzun süre hizmet verebilir. Sistemin IEEE 802.15.4 standardına uyumlu cihazlar arasında elde edilen veri ve iletim gücü arasındaki mesafeye bağlı olarak, oranı 20kb /s 250 Kbit /s arasında değişir. Bu cihazlar, Avrupa’ da 868 MHz, Kuzey Amerika’ da 915 MHz ve dünya çapında ise 2400 MHz civarında çalışmaktadır [20].

Dünya genelinde 2.4 GHz bandı lisanssız kullanım için ayarlanmıştır. Ancak Bluetooth veya Wifi gibi diğer standart bantlarında sıkça kullanımına rastlanmaktadır. Özellikle 2,4 GHz bant için geliştirilen ürünlerin performansı, veri aktarımı diğer bantlara kıyasla daha iyidir. Bununla birlikte, ağ adresinde 16 veya 64 bitlik veri aktarımı yapılabilmekte ve ağ boyutu 264 cihazla ile sınırlı olmaktadır. ZigBee PAN (Personal Area Networks) ağ teknolojisi IEEE 802.15.4 standardını kullanmaktadır. Böylece Bluetooth ve Wifi gibi ZigBee’ de PAN’ nın ağ teknolojisi standardına katılmıştır. ZigBee kablosuz ağ teknolojisi üç ana topolojiyi kullanmaktadır. Bunlar Yıldız (Star), Ağaç (Cluster tree) ve Mesh topolojileridir. Şekil 3.1’ de farklı ZigBee topolojileri verilmiştir. Bu topolojilerden olan Mesh ağları, herhangi bir kablosuz ağ için ağ üzerinden birden çok yol sağlayarak yüksek düzeyde güvenilirlik, daha uzun kapsama alanı ve daha çok bağlantı sağlama yeteneğine sahiptir. Herhangi bir ZigBee ağında baskın üç özellik göze çarpmaktadır. Bu özellikler [20],

- Düşük güç tüketimi,
- Üst düzey haberleşme protokolü,
- Uygun standart uyumu şeklinde sıralanabilir.



Şekil 3.1. Farklı ZigBee topolojileri

Şekil 3.1’ de PANC, PAN koordinatörü, FFD, Tam Fonksiyonlu Cihaz (Full Function Device) ve RFD ise Fonksiyonlu Cihaz (Reduced Function Device) olarak verilmiştir.

PAN koordinatörü, ZigBee ağlarında cihazları birbirine bağlayan ve ağı başlatmaktan sorumlu olan bir koordinatör vardır. Ayrıca ağa bağlı cihazlar arasında veri yönlendirme işlevini bu koordinatör yürütür. Çalışırken enerji ihtiyacını elektrik şebekesinde karşılayan cihazlardır [20].

Ağ yönlendiricisi, ZigBee sisteminde ağı başlatamaz, ancak ağı tarayabilmektedir. Ağ yönlendiricisi ağa eriştikten sonra, verileri azaltılan işlev aygıtları arasında yönlendirme yapar. Genellikle enerji ihtiyaçlarını şebekeden karşılayan cihazlardır [20].

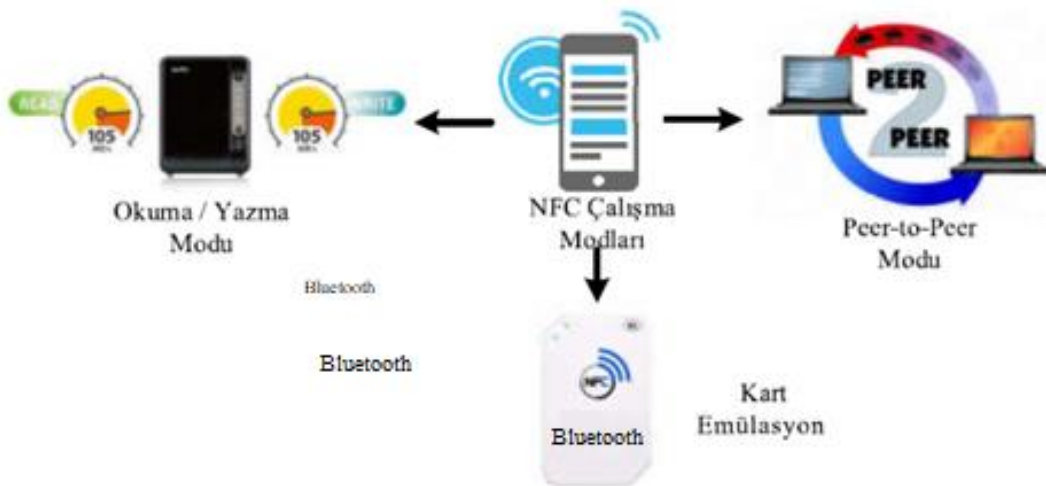
Son aygıt, bir ağı başlatamaz ancak bir ağın üyesi olarak katılabilir. İstenirse ağ yönlendiricisi olarak kullanılabilir. Genellikle enerji ihtiyacını kendi üzerinde barındırdığı bataryadan karşılar [20].

**GSM / GPRS:** GSM (Global System Mobile), mobil iletişim alanlarında bir devrim yaratan teknolojidir. GPRS (General Packet Radio Service) cep telefonu şebekeleri üzerinden paket anahtarlamalı veri aktarımı yapılmasına imkân veren bir mobil veri iletişim teknolojisidir. Bu teknoloji ile cep telefonları internete bağlanabilmektedir. GSM/GPRS 'in yüksek düzeyde mimari görünümü Şekil 3.2’ de gösterilmektedir. GSM/GPRS gibi mobil kablosuz sistemler hem sesli hem de veri iletişimini sağlamak için kullanılmaktadır. Akıllı ev uygulamaları internet aracılığı ile mobil telefonlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Böylece mobil telefonların GSM şebekesini kullanma kabiliyeti, bir akıllı ev otomasyonuna uzaktan erişim ve kontrolünü mümkün kılmaktadır [20].



**Near-Filed Communication NFC ( Yakın Alan İletişimi):** Bu teknoloji mobil telefonlarda kullanılmaktadır. Kısa mesafe kablosuz iletişim teknolojisi olarak adlandırılan NFC ofis ve ev sistemleri gibi çeşitli uygulamalarda tercih edilmektedir. NFC sistemleri arasında iletişim manyetik alan indüksiyonu yolu ile sağlanmaktadır. Philips ve Sony tarafından cihazların veri alış verişi için P2P (Peer to Peer) şebeke ağı kurulması için bir standart geliştirmiştir. Buletooth ve Wifi gibi kablosuz iletişim sistemlerinde P2P teknolojisini kullanılması sonucu uzun mesafelere çok daha fazla veri aktarımı gerçekleştirilmiştir [21].

NFC, radyo dalgaları üzerinde veri gönderimi özelliğine sahiptir. NFC sistemlerinde bilgi iletmek için RFID fikri temel alınarak, elektromanyetik indüksiyon teknolojisi kullanılmıştır. Bu sistemin benzer şekilde çalışan diğer kablosuz sistemlerden farkı NFC pasif bileşenler içerisinde elektrik akımı oluşturmak ve sadece veri göndermek için kullanılmasıdır. NFC 'ler genel olarak Bluetooth' dan daha hızlıdır. Bu sistemin veri iletim frekansı, 13.56 MHz ve 106,212 veya 424 Kbps' dir. NFC sistemini kullanan cihazların üç modu vardır. Bu modların en yaygın kullanımı P2P (Peer to Peer) modu dur. İki ayrı NFC özelliğine sahip cihaz, bir birlerine yaklaştırıldığında bilgi alış verişi için P2P modunu kullanır. Bu mod' da her iki cihazda veri gönderirken aktif, veri alım sırasında ise pasif duruma geçerler. NFC nin çalışma modu, kart emülasyonu olup, akıllı temasız kart gibi kullanılır. Şekil 3.4' de NFC nin çalışma modu verilmiştir [21].



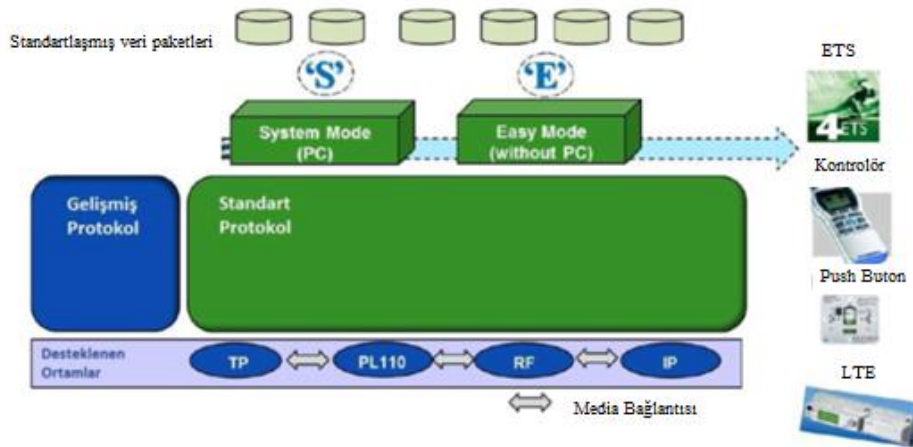
Şekil 3.4. NFC' nin çalışma modu

**KNX Teknolojisi:** 1990 yılında merkezi Belçika’ da bulunan “EIB Derneği üyeleri tarafından ortaya atılan birleşme fikri ürünü “KNX Teknolojisi’ni” gündeme taşımıştır. Bu teknolojinin amacı, akıllı ev ve binalarında alanında hizmet sunmasıdır. Daha sonraları 1999 yılında, bu dernek ve European Home System Association dernekleri birleşerek “KNX Association Teknolojisi’ni” ortaya artmıştır. Yeni ürünün amacı,

- Akıllı ev ve binalar için tam açık bir KNX standardı tanımlamak,
- KNX markasını çok ulusluluk, çok markalılık ve kalite ile özdeşleştirmek,
- KNX sistemini bir Avrupa ve dünya standardı haline getirmektir [22].

Bu sistem, bina otomasyon sistemlerinde Siemens, Schneider, Hager, ABB gibi sektörel firmalar tarafından kabul görmüş ve kullanmıştır. KNX protokolünün geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasını sağlayan KNX Derneği 127 ülkede kırk binden fazla partnere ve içlerinde dünyaca tanınmış firmaların da bulunduğu üç yüzden fazla üreticiye ulaşmıştır. Derneğin çalışmaları sayesinde KNX protokolü ve KNX tabanlı sistemler, dünya çapında en yaygın altyapıya sahip olmuştur [22].

KNX teknolojisi, kablolu bir haberleşme sistemidir. Bu sistemde veri iletişimi çoğunlukla ayrı bir kablo ile yapılmaktadır. Bunun yanı sıra KNX verileri, binalardaki elektrik hatları üzerinden veya kablosuz (KNX radyo frekansı iletim ortamı) ve Ethernet/Wifi (KNX IP) ile de iletimi sağlayabilirler. Ayrıca KNX sistemi için uygun dönüştürücüler kullanarak, KNX telegramlarının fiber optik gibi farklı ortamlar kullanılarak iletilmesi mümkündür. Şekil 3.5’ de KNX iletişim protokolünün blok diyagramı verilmiştir [22].



Şekil 3.5. KNX iletişim protokolünün blok diyagramı

KNX sistemlerinin yapılandırılmasında iki yöntem/mod kullanılır. Bunlar,

1. Kolay Kurulum (E-Mode): Yapılandırma işlemi herhangi bir bilgisayar yardımı olmadan, butonlar kullanılarak yapılır.
2. Sistem Kurulumu (S-Mode): Bu Mode Kurulum ve yapılandırma işlemi bilgisayar yardımı ile üreticiden bağımsız olan ETS programı üzerinden yapılır. Bu işlemde üreticinin ürün bilgileri, ETS yazılımı içerisine tanımlanır. Bu tip yapılandırma işlemi, KNX sertifikalı sistem tasarımcıları tarafından büyük çaplı kurulumlar içindir [22].

KNX yapısında, bir linye segmentine 64 adet KNX uyumlu cihaz bağlanabilir. Linyeye daha fazla cihaz bağlamak için “Line Repeater (LR)” cihazı ile bir linyeye 4 adet linye segmenti kullanarak linye üzerinde 255 adet cihaz bağlanabilir. Bu bağlantıda her bir linye segmenti, kendi güç kaynağına ihtiyaç duymaktadır [22].

Birden fazla linye kullanılması gereken durumlarda ise, “Line Coupler (LC)” adı verilen cihazlar yardımıyla, oluşturulan linyeler birbirine bağlanabilmektedir. Bu uygulama ile maksimum 15 adet linye, tek bir çatı altında toplanabilmektedir. 1000 adet cihaza kadar KNX bağlantısı yapılabilir [22].

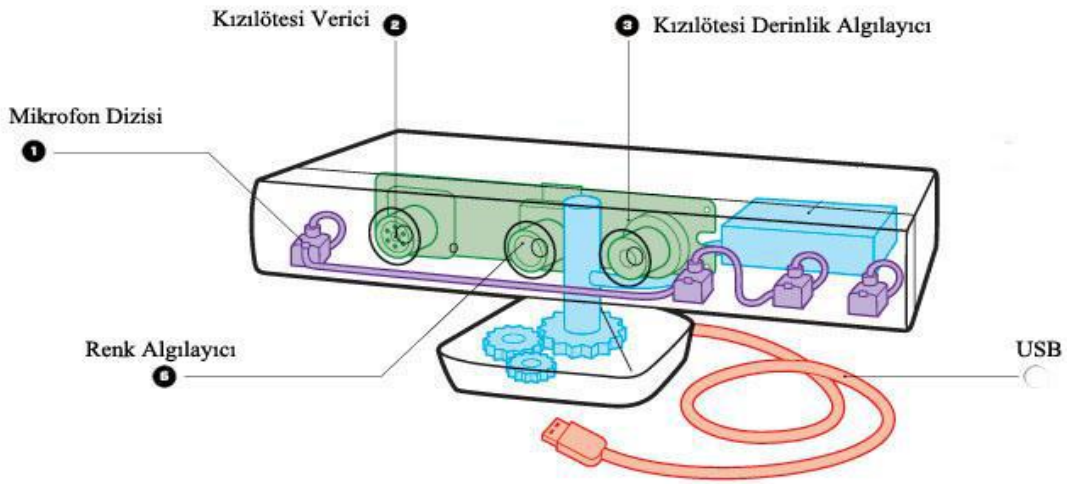
**Kinect Teknolojisi:** Bilişim teknolojisi ürünü olan Kinect veya proje Natal adı verilen, Microsoft tarafından bilgisayar oyunları için geliştirilen; insan hareketlerini algılama özelliğine sahip sensör ağırlıklı sistemlere denir. Bu sistemler sayesinde bilgisayar oyunlarında kumanda paneli ve kontrol kartı kullanmadan sadece hareketlerle oyun oynanabilmektedir. Günümüzde bu teknoloji endüstriyel ve ev otomasyon sistemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır [23, 24].

Kinect sistemlerinde dört adet donanım bileşeni bulunmaktadır. Bunlar,

- Renkli VGA (Video Graphics Array) Video Kamera,
- Derinlik sensörü,
- Mikrofon/Mikrofonlar,
- Motorlu sistemler [24].

Kinect teknolojisinde donanım ile birleşik 2 adet derinlik kamerası, 1 adet RGB (Red Green Blue) kamera, 2 adet mikrofon bulunmaktadır. Ayrıca sistemde kullanılan tilt motoru sayesinde derinlik sensörü kullanılarak insan ve nesnelere kolay bir şekilde algılanabilmektedir [23].

Kinect ile canlı varlık üzerinde tam bir iskelet görüntüsü elde etmek için, RGB ve kızılötesi kameralarının çerçeve sınırları içerisinde canlılığın tamamının bulunması gerekir. Şekil 3.6’ da Kinect yapısı görülmektedir [24].



Şekil 3.6. Kinect yapısı görüntüsü

Kinect’ in çalışması, insanların yaptığı milyonlarca hareket ve durumunun fotoğraflarının yüklü olduğu bir program mikroişlemciye yüklenmiştir. Her hareket ve durum için programda özel kodlar kullanılmıştır. Cihaz gerçekleştirilen herhangi bir durum veya hareketi algıladığında program hareket ve durumu tanımlar, karşılık gelen hareket ve özel kodları belirler. Bu sayede özel kodlara karşılık gelen komutların gerçekleştirilmesi sağlanır. Eğer gerçekleştirilen hareket ve durum Kinect sistemi tarafından tanımlanamazsa sistem son algılanan harekette sabit kalır [24].

**Z-Wave:** Daha önceki bölümlerden açıklanan Zigbee ile Z-Wave birbirine benzer özelliklere sahip teknolojilerdir. Bu iki kablosuz teknoloji aynı firma tarafından üretilmiştir. Z-Wave, ZigBee gibi akıllı binalardaki elektrik/elektronik cihazlarını birbirleriyle veya

kullanıcılarla kablosuz olarak haberleşme işlemini gerçekleştirir. Ancak Z-Wave, ZigBee birbirine çok benzer özelliklere sahip olsalar da, hatta tüm bileşenleri aynı firma tarafından üretilse de ZigBee de karşılaşılan uyumluluk sorunları, Z-Wave de yaşanmamaktadır [25].

**Insteon:** Bu teknoloji diğer kablosuz teknolojilerden farklı olarak kablolu haberleşmede de kullanılabilir. Bu sistem özellikle akıllı ev sistemlerinde kullanılmak için geliştirilmiştir. Elektrik hatları üzerinden kurulan bağlantı ile kablosuz bağlantı arasında köprü görevini yerine getirmektedir. Günümüzde Insteon teknolojisini kullanan birçok akıllı ev sistemleri bulunmaktadır [25].

**Ant (Ant Applying Technologies):** Kısa menzilli, düşük güç, kablosuz ağ teknolojisidir. Cihaz, küçük güç kaynakları üzerinden, kablosuz haberleşme ağı olarak tasarlanmıştır. Bu yüzden sistem üzerinde düşük veri aktarımı olan yerlerde kullanılmaktadır. Ant açık görüş açısı ile verileri 30 metrelik aralıklarla gönderebilmektedir [26]. Ant teknolojisi, Bluetooth veya Wifi' ye göre daha az enerji tükettiği için çoğunlukla, günümüzde spor aletlerinin birbirleri ile iletişim kurabilmesi için kullanılır. Örneğin, Ant kablosuz cihaz destekli fitness bisikletlerinin sayıcıları ile bu teknolojiyi barındıran nabız ölçerlerin aynı sisteme bağlanarak nabız ölçme işlemlerini de kolaylıkla gerçekleştirebilmeleri sağlanmaktadır. Ayrıca bu teknolojiye sahip akıllı telefonların sisteme entegre edilerek nabız ölçüm sonuçlarının akıllı telefonlara aktarılması ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Ant teknolojisi, ZigBee ve Bluetooth gibi 2.4 GHz frekans bandında çalışmakta ve benzer özellikler sahiptir [21]. ZigBee' ye benzer şekilde, Ant aynı zamanda örgü ve yıldız topolojilerini de desteklemektedir. Ancak, ZigBee' den farklı olarak Ant, bazı üst düzey Android akıllı telefonlar tarafından kullanılmaktadır. Ancak IPONE telefonlarını desteklememektedir [26].

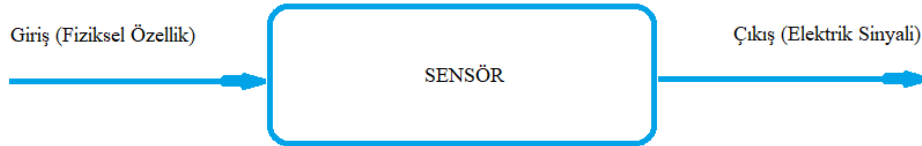
### **3.2 Akıllı Ev Sistemlerinde Kullanılan Sensör Çeşitleri**

Akıllı Evler, yüksek yaşam kalitesini sürdürmek için oluşturulan kapsamlı evlerdir. Ev içerisindeki hareketleri algılama, görüntü işleme ve diğer ev içi cihazların kontrolü için çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Sensörler, fiziksel, kimyasal veya biyolojik büyüklükleri,

elektriksel büyüklüklere dönüştüren duyarğa cihazlardır. Kullanılan sistemin aktif alanında algılanan fiziksel büyüklükleri, elektriksel büyüklüklere dönüştürürler. Bu fiziksel büyüklüklerin dönüştürülmesi sonucu çıkışlar analog veya dijital formda olabilir. Sensörlerden alınan çıkışlar merkezi işlem birimine gönderilir. Bu birimde işlenen sinyaller ile çeşitli aktüatörler ve kontrol cihazları sayesinde işlemler gerçekleştirilir [20].

Sensörlerin hassasiyetleri ve duyarlılıklarının oldukça iyi olması sağlıklı ev otomasyonu için gereklidir. Bu elemanların hassas algılama yapabilmesi için belirlenen standartlara göre kalibre edilmeleri gerekir, ayrıca küçük boyutlarda tasarlanarak, çeşitli alanlarda kullanılabilmeleri sağlanır. Günümüzde nano-teknolojiler sayesinde daha hızlı, daha duyarlı ve daha küçük mikro sensörler üretilmektedir [27].

Sensörler ve aktüatörler, kapalı-çevrimli-kontrol sisteminin iki kritik bileşenleri arasındadır. Şekil 3.7’ de sensörlerin temel prensip şeklinde gösterildiği gibi, sistem bir algılama, bir denetleyici ve bir çalıştırma biriminden oluşmaktadır. Algılama biriminde, filtreler, modülatörler, yükselteçler ve diğer sinyal düzenleyicileri gibi ek bileşenler bulunurken, kontrolör birimi ise algılama ünitesinden gelen sinyalleri kabul eder, sistemin algoritmasına dayalı kararlar verir ve merkezi işlem ünitesine komutlar gönderir. Gönderilen komutlar aktüatörler ve kontrol cihazları sayesinde gerçekleştirilir [28].



Şekil 3.7. Sensörlerin temel prensip şekli

Günümüzde ortam istihbaratını sağlamak için ihtiyaca göre çeşitli sensörler imal edilmiştir. Sensörler, genel olarak enerji kullanımına göre aktif ve pasif olmak üzere sınıflandırılırlar. Aktif sensörler, bulunduğu ortamdaki fiziksel olayları algılayarak, sinyal üretmek için bir elektriksel güç kaynağına ihtiyaç duyan sensörlerdir. Pasif sensörler ise ortamdaki fiziksel olayları algılayarak, çıktı üretmek için bir güç kaynağına ihtiyaç duymadan gerekli gücü kendi üreten sensörlerdir [28].

Otomasyon sistemlerinde ağırlıklı kullanılan sensörler; ısı sensörleri, optik sensör, PIR dedektörler, nem sensörleri, çeşitli kameralar, duman dedektörleri, alev sensörleri, gaz dedektörleri, basınç sensörleri, akış sensörleri, termostatlar gibi mekanik sensörler olarak sıralanabilir. Aşağıdaki tablo 3.1’ de ev otomasyonunda kullanılan sensörler ve özellikleri hakkında bilgi verilmektedir [28].

**Tablo 3.1** Ev otomasyonunda kullanılan bazı sensörler ve özellikleri

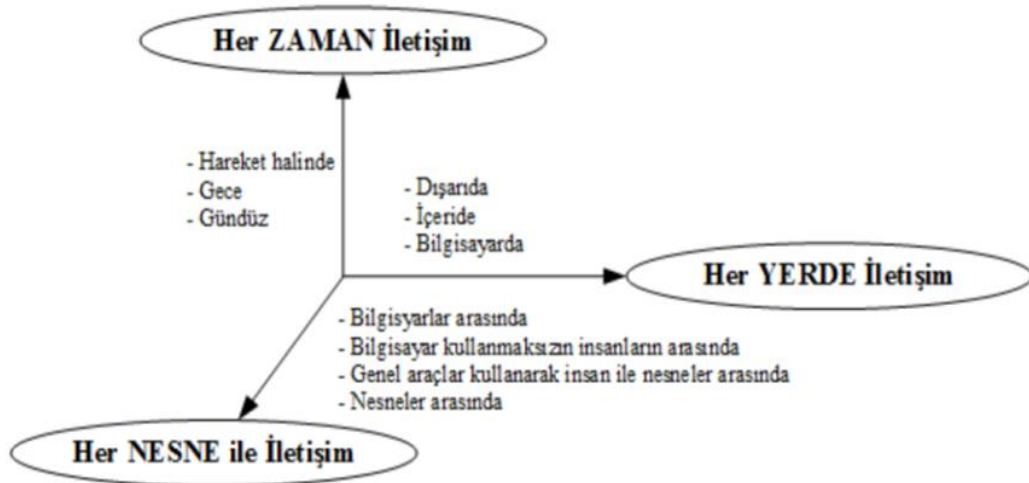
Sıra No	Sensör Tipi	Giriş Parametresi	Çeşitleri	Çıkış Parametresi
1	Termal Sensörler	Celcius (Santigrad)	Termistör, Isıl çift RTD Yarı İletkenler	Volt
2	Optik Sensörler	Lümen	Fotodiyot, Fototransistör LDR’ ler Led Diyot Fotovoltaikler	Volt
3	Elektriksel Sensörler	Volt Amper	Gerilim bölücüler, Alan etkili transistörler,	Volt
4	Nem Sensörler	Gram/m <sup>3</sup>	Nem sensörü	Volt,
5	Manyetik Sensörler	Maxwell	Endüktif Sensörler, Hall Etkili Sensör, LDR, Reed Sensör,	Volt
6	Kimyasal Sensörler	(H <sub>2</sub> ), Hidrokarbonlar (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> ), Azot Oksitler (NO <sub>x</sub> ), Karbon- monoksit (CO), Oksijen (O <sub>2</sub> ), Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> )	Gaz Sensörü Duman sensörü Hava kalite sensörü	Volt
7	Basınç Sensörler	PSİ, Kg, Newton	Kapasitif sensörler Rezistif sensörleri Strain Gauge’ler Load Cell’ ler Piezoelektrik sensörleri	Direnç, volt
8	Hareket Sensörleri	IR Işıkları	PIR dedektörü İvme ölçerler	Farad
9	Ses Seviye Sensörleri	Ses Frekansı	Ultrasonik ses sensörleri Mikrofonlar	Volt

### 3.3 Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan IoT Teknolojileri

Son yıllarda akıllı cihaz, akıllı ev, akıllı araba gibi kavramlar ön plana çıkmış ve insanlar bu gibi kavramlara büyük ilgi göstermiştir. Özellikle kablosuz sensör teknolojinin gelişmesiyle çevremizdeki olayları izlemek daha da kolaylaşmıştır. Sensörlerle sürekli ve gerçek zamanlı veri alınması, alınan verilerin internet ortamına aktarılması ve internet ortamına alınan verilerle sistemler/cihazların kontrolü mümkün kılınmıştır. Sistemler ve cihazların internet ortamında kontrolünün sağlanması için “IoT” kavramı ortaya atılmış ve bu tür teknolojilerin gelişimiyle de sistemlerin/cihazların kontrolü internet üzerinden daha kolaylaşmıştır [29].

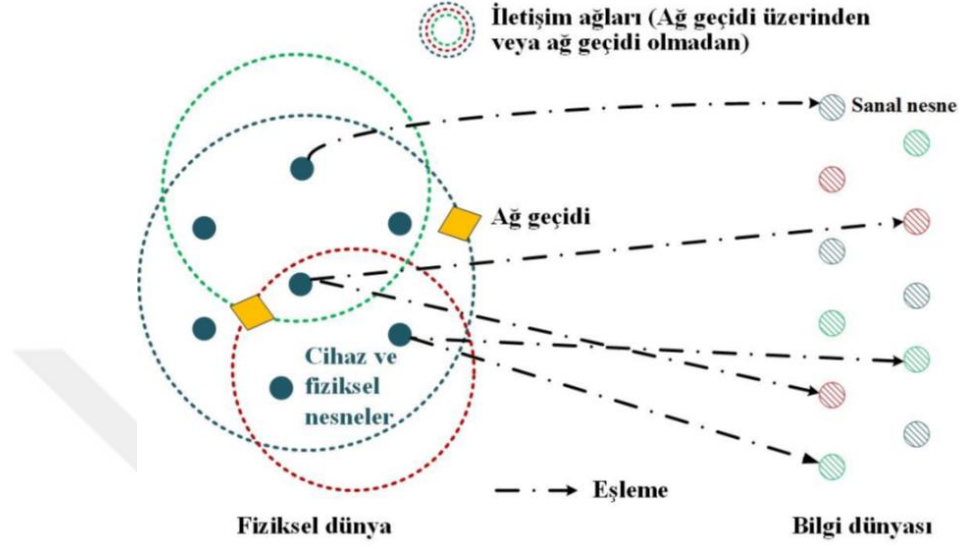
**IoT Kavramı:** Bu kavram algılama, iletişim ve bilgi işleme teknolojilerine dayalı birbirine bağlı evrensel bir ağ teknolojisi anlamına gelmektedir. Zamanla bilgi ve iletişim teknolojisinin yeni biçimi olabileceği beklenmektedir. IoT teknolojisinde nesnelere internete bağlanarak bir ağ oluşturulmaktadır. Bu ağ, IoT teknolojileriyle tanıma, veri toplama, veri işleme ve iletişim gibi yetenekleri kazanmaktadır. Örnek olarak akıllı ev sisteminde IoT teknolojili bir ağ sistemi kullanarak, ev içerisinde elektrikli cihazları ve aktüatörler yardımıyla da bazı mekanik sistemler kontrol edilmektedir [29].

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği, 2005 yılında IoT teknolojisine “her NESNE ile iletişim” boyutunu katmış ve Şekil 3.8’ de Uluslararası telekomünikasyon “her NESNE ile iletişim” boyutu olarak tasarlanmıştır [29].



Şekil 3.8. Uluslararası telekomünikasyon “her NESNE ile iletişim” boyutu

IoT teknolojisine sahip bir cihaza, iletişim kurabilme, algılama, veri toplama, veri saklama ve veri işleme yeteneği kazandırılmıştır denilebilir. Cihaz, her hangi bir ağ sistemine bağlandığında ağdan gelen komutlara göre işlemleri yürütebilmektedir. Şekil 3.9’ da IoT teknolojilerine genel bir bakış sunulmuştur [29].

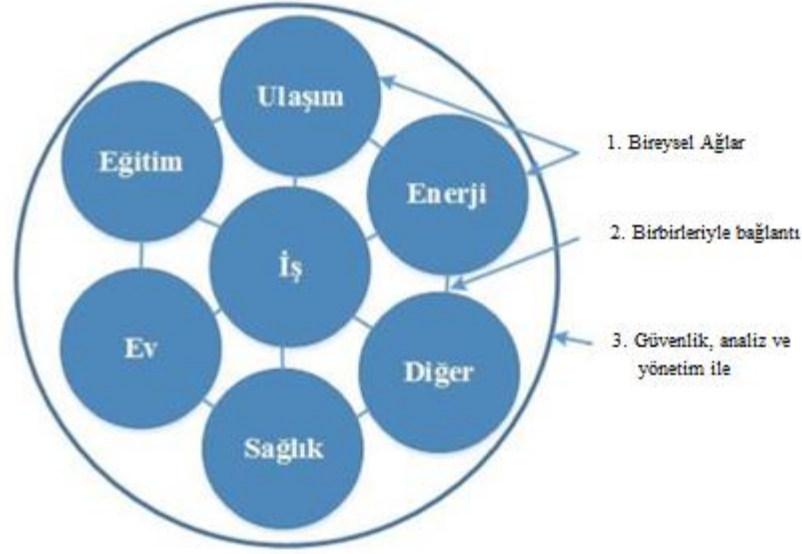


Şekil 3.9. IoT Teknolojisinin genel prensip şeması

IoT Teknolojisinin genel özellikleri alt bölümde verilmeye çalışılmıştır,

- Ara bağlantısallık (Interconnectivity); nesnelere ve cihazların internete bağlanması olarak adlandırılır,
- Nesne bağımlı hizmetler; nesnelere internet hizmetinin sağlanabilmesi sırasında kısıtlamalar göz ardı edilmeden, gizliliğin sağlanması ve anlamsal tutarlı olması,
- Heterojenlik; IoT teknolojilerine bağlanan nesnelere, farklı donanım platformlarına ve ağlara dayalı olarak heterojen olmaları halinde, farklı ağlar vasıtasıyla diğer cihazlarla veya hizmet platformlarıyla etkileşim kurabilmesi,
- Dinamik değişiklikler; İnternete bağlı nesnelere/cihazların durumunu dinamik olarak değiştirilebilmesi [29].

Şekil 3.10’ da IoT Teknolojisi “ağlar ağı” yapısı verilmiştir.



Şekil 3.10. IoT Teknolojisi “ağlar ağı”

**IoT Uygulamaları:** IoT Teknolojisi kullanılan sistemler ulaşım sistemleri, sağlık hizmetleri, ev otomasyon sistemleri ve trafik kontrolü sistemleri gibi günlük hayatı kolaylaştırmak amaçlı kullanılabilir. Her geçen gün IoT teknolojilerinin daha geniş yelpazede kullanımı için çalışılmaktadır [29].

Öngörü olarak, IoT Teknolojisinin kullanımı oldukça yaygınlaşacaktır. Bu teknoloji ile yapılan çalışmalarla, 2020 yılına kadar yaklaşık 50 milyar nesnenin internete bağlanacağı tahmin edilmektedir. Böylece yakın gelecekte IoT projeleri insanların yaşama, öğrenme, çalışma ve eğlenme biçimlerini çarpıcı bir şekilde geliştirecek, yenilikçi uygulamaların zeminini hazırlayacak, IoT Internet’ in evrimi olacak şekilde kabul edilecektir [29].

### 3.4 Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Akıllı Programlama Teknikleri

Son yıllarda insan zekâsının yapabileceği öğrenme, algılama, tahmin yapabilme, karar verme gibi yeteneklere sahip akıllı programlama teknikleri geliştirilerek, bilgisayarlara yüklenmiş ve bilgisayarları insan zekâsına sahipmiş gibi kullanmak oldukça yaygınlaşmıştır. Bu teknikler tıp alanında, endüstride, askeri uygulamalarda, ulaşım sistemleri gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmış ve birçok alanda kullanımının yaygınlaşması için çalışmalar sürdürülmektedir.

Günümüz ev otomasyon sistemlerinde, akıllı programlama teknikleri uygulamaları geliştirerek daha fazla konfor sağlanması, enerjide daha fazla tasarruf edilmesi ve daha güvenilir olması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda akıllı programlama teknikleri kullanılarak geliştirilen ev otomasyon sistemlerinde; ev sakinlerinin yaptığı işlemleri takip ederek öğrenen ve daha sonra ise bu işlemleri sistematik olarak gerçekleştirebilen sistemler ortaya çıkarılmaktadır.

Akıllı programlama teknikleri geliştirilirken birçok algoritma kullanılmaktadır. Bu algoritmaların oluşturuluş temeline göre geliştirilen bazı akıllı programlama teknikleri sonraki kısımlarda verilmeye çalışılmıştır.

**Yapay Zekâ:** Zekâ, geçmiş bilgiler ve deneyimler bir araya geldiğinde çevrede oluşan yeni duruma göre yeni bir tepki üretebilme ve beraberinde öğrenme yetisidir. Öğrenme ise genel anlamda, çevresi ile etkileşimi sonucu kişide oluşan düşünce, duygu ve davranış değişikliği şeklinde tanımlanmaktadır [25].

Akıllı sistemler, kullanılan programlar, sensör verileri ve merkezi işlem biriminden gelen komutlara göre işlemler gerçekleştirmektedir. Sistem yeni bir durumla karşılaştığında, bu durum için herhangi bir programlama yapılmadığı sürece cevap üretememekte, ancak bu durumla ilgili güncelleme yapıldığında cevap verebilmektedir. Yapay Zekâ programı uygulanan sistemlerde sistem yeni bir durumla karşılaştığında ne yapmasını tahmin ederek komut üretmekte ve işlem için güncellemeye gerek olmaktadır [25].

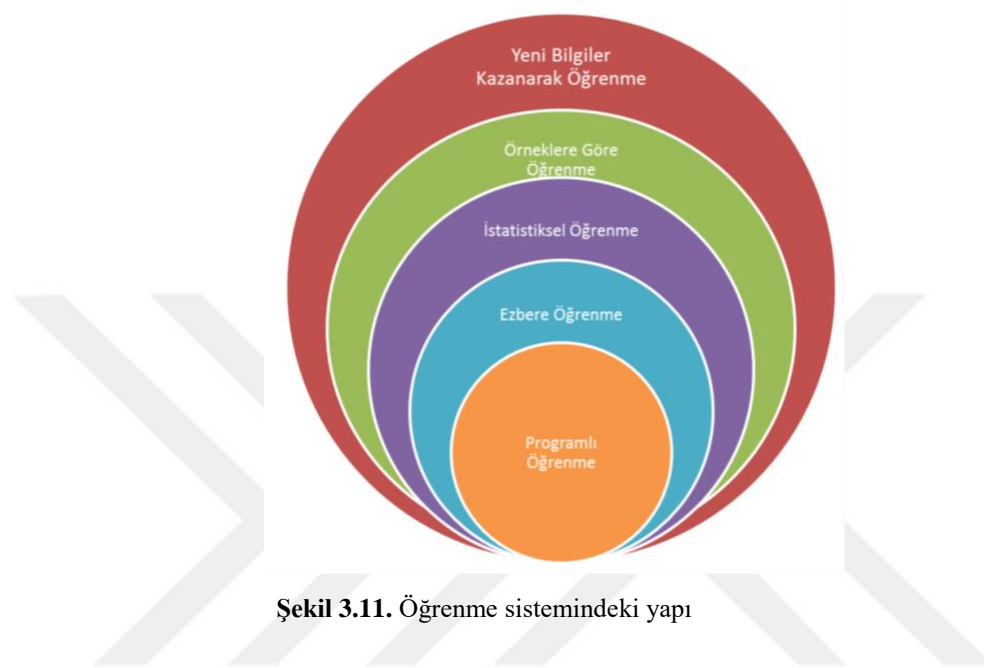
Günümüzde hazırlanan bazı bilgisayar programları insan zekâsını örnek alarak öğrenme amaçlanmıştır. Bu tür çalışmalar Yapay Zekâ olarak isimlendirilmiş ve insanlar gibi yeni durumlara uyum sağlayan akıllı sistemlerin gelişmesi hedeflenmiştir [25].

Yapay Zekâ' nın uygulandığı akıllı sistemlerde beş seviyeli öğrenme sistemi vardır. Bu öğrenme sistemleri arasında hiyerarşik bir yapı mevcuttur. Bu öğrenme türleri;

- Birinci seviyede öğrenme; programlı öğrenme,
- İkinci seviyede öğrenme; ezber yaparak öğrenme,
- Üçüncü seviye öğrenme; istatistiksel öğrenme,

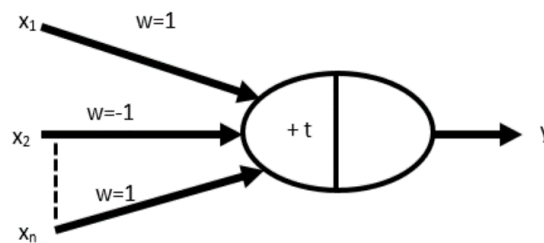
- Dördüncü seviye öğrenme; örneklemelere göre öğrenme,
- Beşinci seviye öğrenme; yeni bilgiler kazanarak öğrenmedir [25].

Şekil 3.11' de öğrenme sistemindeki yapı verilmiştir.



Yapay Zeka' nın kullanıldığı sistemler için bir çok teknik geliştirilmiştir. Bu tekniklerden bazıları aşağıda verilmiştir. Bunlar bazıları alt kısımlarda açıklanmıştır.

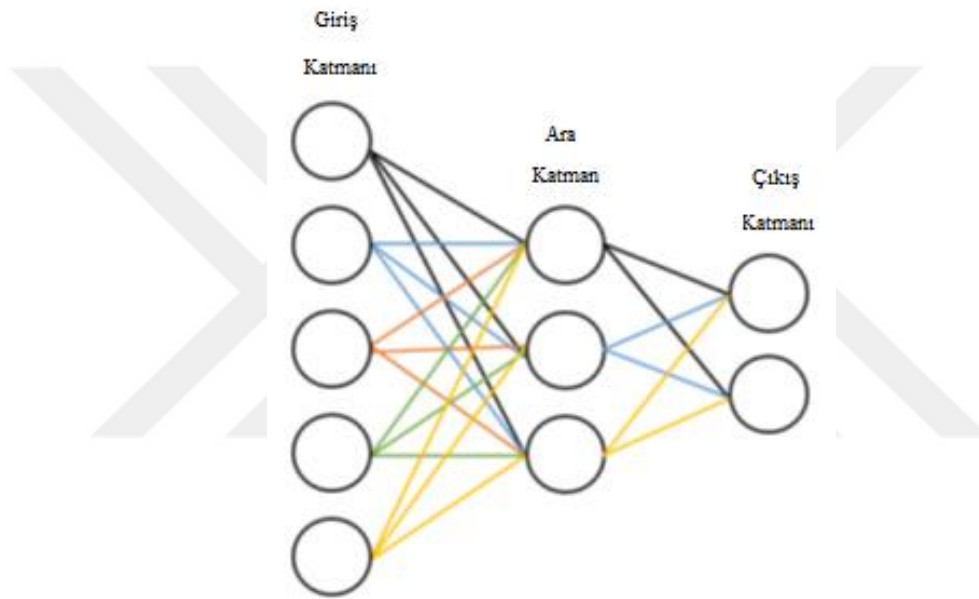
**Yapay Sinir Ağları:** Bilgisayar programlarında Yapay Zeka' nın kullanıldığı sistemlerde, insan beyninde yer alan sinir hücrelerinin çalışma mantığını temel alınmıştır. Yapay sinir ağları yazılım ve donanım olabileceği gibi her ikisinin de bir arada olduğu hibrit yapılarda kullanılmaktadır. Bu metot' da insan beyninin sinir sistemindeki nöronların matematik modellemesi mantığına dayanmaktadır. Şekil 3.12' de basitleştirilmiş nöron ağları yapısı verilmiştir [25].



Şekil 3.12. Basitleştirilmiş nöron yapısı

Yapay sinir ağıları, sorunları çözebilmek için sınıflandırma, modelleme ve tahmin yöntemlerini kullanılmaktadır. Genel olarak yapay sinir ağıları metodunda, sorunu çözecek uygun algoritma geliştirilemediği, sisteme verilerin hatalı girilmesi gibi durumlarda tahmin yeteneği ile yüksek başarı sağlanmaktadır [25].

Yapay sinir ağlarının yapısı, yapay sinir hücrelerinin birbirine bağlanması ile oluşmakta ve giriş, çıkış ve ara katman olarak, üç ana katmandan meydana gelmektedir. Şekil 3.13’ de yapay sinir ağlarının genel yapısı gösterilmektedir [25].



Şekil 3.13. Yapay sinir ağlarının genel yapısı

Yapay sinir ağıları metodu, şekil 3.13 gösterilen genel yapının giriş katmanına gelen verileri ağırlıklandırma katsayıları ile çarpılarak ara katmana gönderir. Ara katman ise kendisine gelen verileri toplar, kendi eşik değerine göre çıkış katmanının ağırlıklandırma değeri ile çarpır ve çıkış katmanına iletir. Çıkış katmanı ara katman gibi davranarak kendisine gelen verileri toplar ve çıkış değerini üretir.

Yapay sinir ağıları,

- Mevcut bağlantıları silerek,
- Bağlantı ağırlıklarını değiştirerek,

- Eşik değerlerini değiştirerek,
- Temel fonksiyonları üzerinde değişiklikler yaparak,
- Yeni sinir hücreleri ekleyerek,
- Mevcut sinir hücrelerini silerek farklı şekillerde öğrenme işlemini gerçekleştirir.

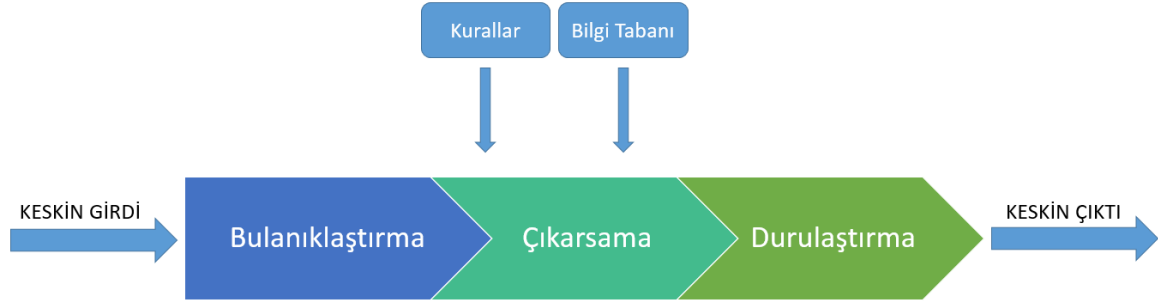
Yapay sinir ağları metodu ile çeşitli akıllı sistemler tasarlanmaktadır. Son dönemlerde akıllı ev sistemleri ile ilgili çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Özellikle ev güvenliği, yüz tanıma, ev sakinlerinin bir sonraki yapacağı hareketleri tahmin etme, enerji tasarrufu (aydınlatma, iklimlendirme, sıcak su vs) gibi konularda akademik çalışmalar yapılmaktadır.

**Bulanık Mantık:** Bulanık Mantık Fuzzy Lojik olarak isimlendirilen bir diğer akıllı metottur. Bu metot, insanların düşünce mantığını dijital ortama aktarılması olarak bilinmektedir. Bu mantık klasik lojik mantığı ile açıklanırsa, bir kontrol sisteminde çıkış 0 ile 1 değerini almaktadır. Ancak sistemlerde 0 ile 1 arasında ara değerler de bulunmaktadır. Genel lojik sistemlerinde 0 ile 1 değerleri kullanılırken, Bulanık Mantık sistemlerinde ise 0 ile 1 ve ara değerler kullanılmaktadır [37]. Örneğin; bir akıllı evde oda sıcaklığı 10 derecenin altında çok soğuk, 20 derecenin altında soğuk, 20 ile 25 derece arasında ılık, 25 derecenin üstünde ise sıcak ve 30 derecenin üstünde çok sıcak olarak tanımlanabilir. Böylece evdeki anlık sıcaklık değerleri dikkate alınarak, ısıtma sisteminin çalışması Bulanık Mantık' la planlanabilir.

Bulanık Mantık sistemi ile,

- Kesin değerlerle birlikte yaklaşık değerlerde hesaplanmaktadır,
- Sistemin lojik kontrolü 0-1 aralığında derecelendirilerek gerçekleştirilir,
- Sistemlerde alınan bilgiler, büyük, küçük, çok az gibi dilsel terimlerle ifade edilmektedir,
- Çıkarım işlemi belirlenmiş kurallara göre yapılmaktadır,
- Matematiksel modeli zor olan sistemlerde kullanılmaktadır,
- Giriş verilerinin tam olarak bilinmediği veya eksik olduğu durumlarda oldukça uygun sonuçlar alınmaktadır.

Bulanık Mantık sistemleri, sınıflandırma, kümeleme ve karar verme işlemlerini yapabilme yeteneğine sahiptir. Şekil 3.14’ de Bulanık Mantık sisteminin genel yapısı verilmiştir.



Şekil 3.14. Bulanık Mantık sisteminin genel yapısı

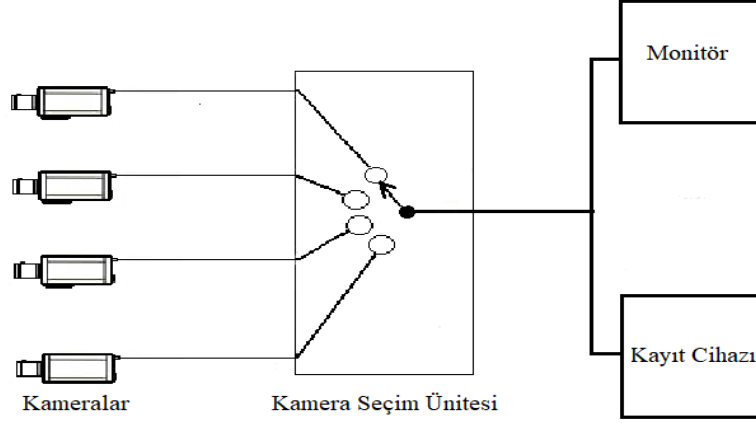
Bulanık Mantık sistemlerinde önce sistemin girdileri belirlenir ve sisteme veri olarak girilir. Sonra girilen veriler bulanıklaştırma bölümünde, dilsel niteleyici sembolik değerlere çevrilir. Böylece sisteme girilen matematiksel veriler sistem tasarımcıları tarafından en büyük, en çok gibi dilsel değerlere dönüştürülür. Dönüştürülen veriler çıkarılma bölümüne gönderilir. Çıkarılma bölümünde, belirlenmiş kurallara göre hesaplamalar yapılarak “bulanık mantık değeri” bulunur. Bulunan bu değer durulaştırma biriminde sisteme verilen bulanık girdiyi kesinleştirir ve çıktı olarak sisteme sunar.

Son zamanlarda Akıllı Ev otomasyon sistemlerinde bulanık mantık kontrol sisteminin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu kontrol sistemi ile özellikle güvenlik, iklimlendirme ve aydınlatma kontrolü ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bunun yanı sıra ev içinde yaşayan insanların bugünkü/gelecekteki aktiviteleri tahmin edebilecek Bulanık Mantık kullanan yeni otomasyon sistemleri üzerinde çalışılmaktadır.

### 3.5. Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Güvenlik Kameraları

Güvenlik sistemlerinin temel unsurlarından biri de kamera sistemleridir. Bu sistemler genellikle Kapalı Devre Kamera Sistemi (CCTV “Closed Circuit Television”) olarak isimlendirilen yapılarla gerçekleştirilir. CCTV, belli bir bölgede kişilerin görüntü ve seslerinin izlemesinde kullanılır. Bu sistemlerin yapısı, analog veya sayısal kameralar,

kamera seçme ünitesi, monitör, video kayıt cihazları bağlantı üniteleri ve gerekli yazılımlardan oluşmaktadır. Şekil 3.15’ de CCTV sisteminin genel yapısı gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Kapalı devre kamera sisteminin genel yapısı

CCTV sistemi ile önce kamera tarafından belli bir alanda görüntü alınır. Kameranın aldığı görüntü daha sonra kamera seçme ünitesinden geçirildikten sonra monitöre aktarılır. Monitörde bu bilgiler resim olarak gösterilir. Bu görüntüler istenirse kayıt cihazlarında depolanabilir. Alt kısımda CCTV sisteminde kullanılan kameralar tanıtılacaktır.

**Kameralar:** Görüntüden yansıyan ışığı lens yardımıyla algılayarak elektronik sinyale dönüştürür, sinyalleri bağlı bulunduğu monitöre aktarır veya kayıt cihazlarında depolanmasını sağlar. Kameralar, lensin aldığı ışığı entegre devre algılayıcıları sayesinde resim formatına dönüştürür. Kameranın görüntü kalitesi, ortamın ışığı ve kameranın lensinin kalitesine bağlıdır. Işık seviyesinin değişken olduğu ortamda otomatik diyagram kontrolü kameralar kullanılarak görüntü kalitesi artırılır. Eğer kamerada otomatik diyafram kontrolü bulunmuyorsa ışık değişikliği olmayan ortamda veya suni kaynaklarla aydınlatılan ortamlarda kullanılır [30].

Kameralar lenslerinin tipine göre dar, geniş açılı olarak üretilmektedir. Örneğin kapı girişlerine dar açılı kameralar kullanılırken, kafeterya veya bahçe gibi büyük alanların izlenmesinde geniş açılı kameralar tercih edilmektedir. Kameranın görüntü alması sırasında ortamdaki ışık değişimlerinden etkilenmemesi gerekir. Bunun için kameralarda otomatik iris kullanılır. Ayrıca kameralar analog veya sayısal olarak görüntü işleyebilmektedir. Analog ve sayısal tabanlı kameralara cip takılarak akıllı kameralar haline getirilebilir. Son yıllarda

internet kullanımının yaygınlaşmasıyla internet ortamına uyumlu IP tabanlı kameralar üretilmektedir. IP kameralar ise Web sunucusuna bağılı olarak çalışan kameralardır. Bu kameralar görüntüyü internet ortamına direk aktarabilir. Bu özelliğinden dolayı uzaktan IP kameralarının görüntüsü internet üzerinden izlenebilmektedir. Analog sinyal üreten kameraların kaydını videokasetlerine, sayısal sinyal üreten veya IP tabanlı kameraların ürettikleri görüntüler ise internet ortamında veya kayıt cihazlarında depolanır. Ancak son yıllarda analog sinyal üreten kameralar kullanılmamaktadır. Bu kameraların görüntüleri, görüntü yakalama cihazlarıyla sayısal sinyale dönüştürülerek, elde edilen sinyaller internet/kayıt cihazlarında depolanabilir [31].

Kameralarda çözünürlük resmin kalitesini belirlediği için önemli bir özelliktir. Bu cihazlarda çözünürlük Pixel cinsinden verilmektedir. Eğer büyük bir alan kameralar tarafından izlenecek ise yüksek çözünürlüklü kameralar kullanılmalıdır. Yüksek çözünürlüklü kameraların görüntülerinin boyutu büyük olduğundan depolama alanı büyük olan kayıt cihazlarına ihtiyaç duyulmaktadır [31].

Kameralar yapılarına göre sabit kameralar, hareketli kameralar olarak gruplandırılır [31]. Bunlar;

**Sabit kameralar:** lensleri ayarlandıktan sonra kullanılacağı yere takılır ve sürekli olarak aynı bölge izlenir. Farklı bir bölge izlenmek istediğimizde kamera konumunun değiştirilmesi zorunludur. Şekil 3.16' da sabit kamera görüntüsü verilmiştir [31].



Şekil 3.16. Sabit kameranın görüntüsü

**Hareketli kameralar:** kameranın üzerindeki motoru sayesinde sağa/sola “PAN” veya yukarı/aşağı “TILT” hareket edebilen kameralardır. Bu tür kameralara PTZ kameralar da denmektedir. Ayrıca sabit kameralarda bulunmayan optical ve dijital zoom bu kameralarda bulunmaktadır. PTZ kameralar genelde Dome adlı Pleksiglas kutunun içine konarak estetik bir görüntü sağlanmaktadır PTZ kameralar kullanıldığı yerlerde hareket ettirilerek geniş bir alan izlenebilmektedir. Ancak bu kameralar sürekli izlemenin gerektiği durumlarda kullanılmamalıdır. Şekil 3.17’ de dome hareketli kameranın görüntüsü verilmiştir [30].



**Şekil 3.17** Dome hareketli kamera görüntüsü

Kameralar kullanım yerlerine göre iç ortam ve dış ortam kameralar olarak ikiye ayrılabilir. Dış ortam kameraları kullanılan dış kılıfı sayesinde yağışa, toz, kir ve sıcaklığa dayanıklı olarak tasarlanmaktadır. Şekil 3.18 ‘de dış cephe kamera görüntüsü verilmiştir. İç ortam kameraları ise bina içerisinde kullanılmaktadır. Bu kameraların gece kullanımları için mutlaka ortamın aydınlatılması gerekir [31].



**Şekilde 3.18.** Dış cephe kamera görüntüsü

Kameralar, 220 volt ve 12-24 voltluk siyah/beyaz, renkli, CCD (Charged-Coupled Device), CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), 3G vb şeklinde ayrışır. CCD kameralar, analog sinyalleri, dijital sinyallere dönüştüren kameralardır. Bu kameralar görüntü kalitesi yüksek, üretilen sinyalin parazit seviyesi düşük ve pahalı kameralardır. CMOS kameralar, alınan görüntü dijital sinyallere dönüştürülmektedir. Bu kameralarda görüntü kalitesi düşük, üretilen sinyalde paraziti fazla ve ucuz kameradır. Bu kameranın ucuz olmasından dolayı kullanımı da oldukça yaygındır. Son dönemde kullanılan 3G kameralar, 3G teknolojisini kullanan kameralardır. Kameranın üzerine yerleştirilen sim kart ile uzaktan kablosuz olarak kontrol edilebilmektedir [30].

Kameraların görüntülerini depolamak için kayıt cihazı kullanılmaktadır. Kameraların ilk kullanılmaya başladığı dönemlerde analog “kasetli” kayıt sistemleri kullanılmaktaydı. Ancak dijital kameraların kullanılmaya başlamasıyla sabit disklere kayıtlar yapılmaya başlanmıştır. Dijital kayıt cihazları üç gruptan toplanabilir. Bu gruplar;

- I. Bilgisayar tabanlı kayıt cihazları, bilgisayara yüklenen yazılımlarla ve analog sinyallerin dijitalle dönüştüren görüntü yakalayıcı kartın bilgisayara takılmasıyla, hem izleme hem de depolama işlemi yapılabilmektedir. Bu sistem az sayıda kameraların bulunduğu sistemlere için kullanılır.
- II. Bilgisayar Platformlu Kayıt Cihazları, özel olarak görüntü kaydı ve gösterimi için üretilmiş cihazlardır. Bu cihazlar yüksek depolama kapasitesine sahiptir. Ayrıca veri kaybını engelleyecek RAID sistemini kullanan sabit diskler zenginleştirilmiştir. Böylece çok sayıda yeterli çözünürlüklü ve hızda görüntü yakalayacak devrelere bulunduran cihazlardır.
- III. Embedded Kayıt Cihazları, tamimiyle özel tasarım devrelerden oluşan ve genellikle RTOS (Real Time Operating System) gerçek zamanlı işletim sistemleri kullanan cihazlardır. Cihazın tüm yazılımları BIOS üzerinden çalışır. Bu nedenle istenmeyen programlardan etkilenmezler [31].

## **4. AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI**

Akıllı ev otomasyonu tasarımının belirli kuralları vardır. Bu kurallar göre sistemin hedefleri, evde yaşayanları ihtiyaçları, metodolojisi belirlenmeli ve bunlara göre tasarım yapılmalıdır.

Bu çalışmada, IoT teknolojileri ile uzaktan erişimli akıllı ev otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Bu bölümde tasarlanan akıllı ev sisteminin metodolojisi, çalışmanın hedefleri, yeni bir ev senaryosu, genel yapısı sistemde kullanılan teknolojiler ve çalışma şekli hakkında bilgi verilmiştir.

### **4.1. Akıllı Ev Otomasyon Sistemi Tasarımı ve Uygulaması**

Bu tez çalışması sırasında bir iş planı oluşturulmuş, oluşturulan bu iş planına göre bir ev otomasyonu tasarımı gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan iş planı aşağıda verildiği gibi oluşmuştur.

- Çeşitli ev otomasyon senaryoları ve sistemleri incelenmiş, bu çalışmaya göre tezin hedefi belirlenmiştir,
- Mevcut ev otomasyon senaryoları da göz önünde bulundurularak yeni bir ev senaryosu hazırlanmıştır,
- Ev otomasyon tasarımı için kullanılan cihazlar ve sistemler tespit edilmiştir,
- Devre tasarımı ve bu temelde Web Arayüzü geliştirilmiştir,
- Hazırlanan otomasyonun güvenliği konusunda çalışma yapılmıştır,

### **4.2. Tasarımın Hedefleri**

Günümüzde internet haberleşme alt yapısı, kablo veya kablosuz ağlarla kullanıcıları birbirine bağlamaktadır. Özellikle son yıllarda çok sayıda algılayıcılar ve cihazlar IoT teknolojisi geliştirilerek internet ortamına entegre edilmiştir. IoT teknolojileriyle algılayıcılardan gelen gerçek zamanlı veriler, Merkezi İşlem Ünitesi tarafından değerlendirilip, sistemdeki cihazlar yönetilmektedir. Bu cihazların kontrolünün sağlanmasıyla çeşitli otomasyon sistemleri

geliştirilmiştir. Bu tez çalışmasında hedef, akıllı ev otomasyon sistemi geliştirmektir. Özellikle IoT teknolojisini kullanılarak, anne, baba, çocuklar ve aile büyüklerinin yaşadığı, özellikle yaşlı odasının bulunduğu ev otomasyon sistemi tasarımı üzerine çalışılmıştır. Bu sistemin kontrolü uzaktan cep telefonu ve uzaktan internet erişimiyle ev kontrolü yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında, tasarımın konforlu, güvenli, tasarruflu, yaşlı odasının bulunduğu, IoT teknolojileri ve cep telefonu ile uzaktan kontrolün yapılabilmesi temel hedef olmuştur. Tasarlanan ev otomasyon yaklaşımı, ev otomasyonunda kullanılan algılayıcılar ve cihazların kontrol bilgilerinin haberleşme sistemleriyle bir merkezde toplanması, bilgilerin burada değerlendirilmesi ve bu bilgilere göre sistemin yönetilmesi biçiminde şekillenmiştir. Ayrıca kablosuz teknolojilerle ev ortamında bulunan ışık, sıcaklık, nem, gaz, yangın gibi algılayıcılarından gelen verilerin; IoT teknolojileri yardımıyla bilgisayar, tablet, akıllı telefon aracılığıyla uzaktan izlenebilmesi ve gerekli kontrollerin yapılabilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma, ev otomasyon sisteminin ekonomik ve modüler olması, yeni geliştirilen sistemlere kolaylıkla adaptasyon ve esneklik sağlaması, çevresel etkilere hızlı tepki vermesi, sistemin geliştirilmesine izin vermesi düşünülmüştür. Ayrıca kullanılan Web Arayüzü' nün, şeffaf ve kullanıcı dostu olması ve bu yönüyle de geniş kitleler tarafından tercih edilmesi düşünülmektedir.

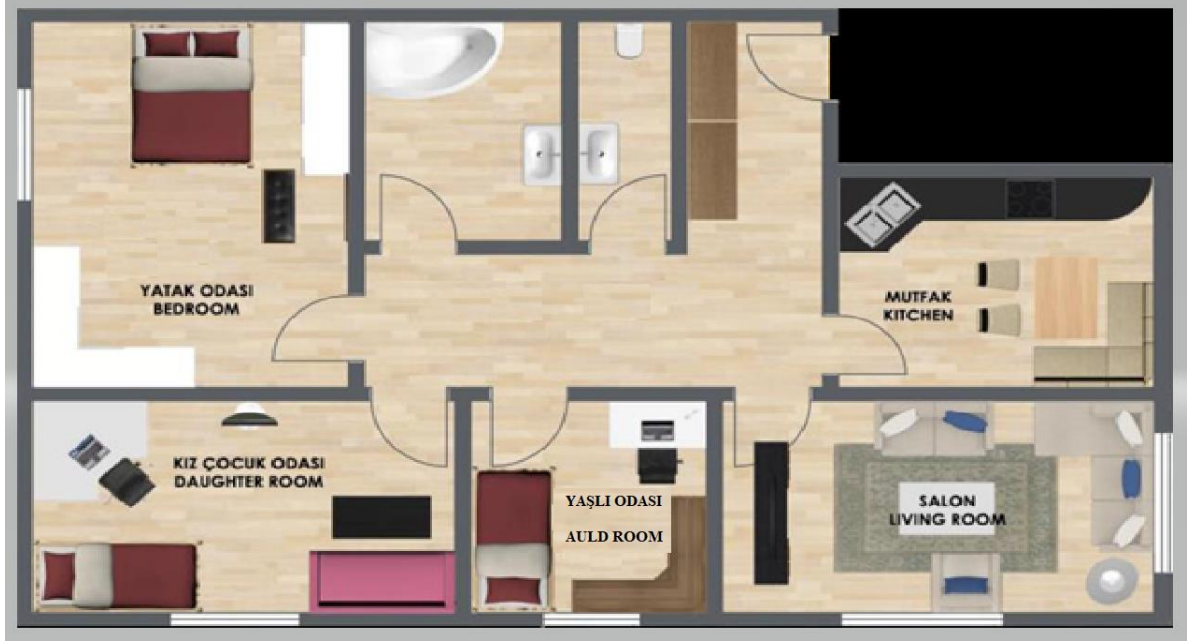
### **4.3. Akıllı Ev Otomasyon Senaryosunun Hazırlanması**

Çalışmada tasarlanan sistem için literatür taraması yapılmış, mevcut ev otomasyon senaryoları incelenmiştir. Bu inceleme sonunda ev yaşamında birçok ihtiyaca cevap veren kapsayıcı, yeni bir ev otomasyon sistemi senaryosu hazırlanmıştır. Hazırlanan ev otomasyon senaryosu için anne, baba, 2 çocuk ve bir babaannenin yaşadığı 5 kişilik sanal bir aile ortamı oluşturulmuştur. Bu aile 3+1 odalı evde yaşamaktadır. Şekil 4.1. de sanal evin planı verilmiştir.

Tasarlanan ev otomasyonu senaryosunun hazırlanmasında,

- İklimlendirme ve havalandırma otomasyonu,

- Aydınlatma otomasyonu,
- Güvenlik kontrol otomasyonu (yangın, gaz kaçağı, deprem vs),
- Çevre güvenlik otomasyonu (hırsız için),
- Yaşlı odasının otomasyonu gibi başlıkların dikkatle analiz edilmesi önemlidir.



Şekil 4.1 Tasarlanan akıllı ev yerleşim planı

**Sanal Evin İklimlendirme ve Havalandırma Otomasyonu:** Sanal evin bulunduğu binada merkezi ısıtma ve havalandırma sistemi bulunmaktadır. Buna göre evin ısıtma sistemi manuel olarak veya odalarda kullanılan termostatlarla otomatik olarak/uzaktan kontrol edilebilmektedir. Ayrıca ısıtılma/soğutulma işlemi için, gün ışığına göre perdeler açılıp/kapatılarak gün ışığından daha fazla tasarruf sağlanabilmektedir. Odalara konacak olan nem ve hava kalite sensörleri yardımıyla havalandırma sistemi otomatik olarak/uzaktan kontrol edilebilmektedir.

**Sanal Evin Aydınlatma Otomasyonu:** Aydınlatma işlemi sadece iç mekândan oluşmaktadır. Tasarruf için aydınlatma işlemi led ampullerle manuel olarak/ışık sensörleri yardımıyla otomatik olarak yapılabilmektedir. Tasarruf için odalarda yapılacak olan aktivitelere göre ışık şiddeti ayarlanabilmektedir. Ayrıca evin aydınlatma sistemi ev dışından da kontrol

edilebilmektedir. Bunun yanı sıra prizler de aydınlatma sistemine entegre olacak ve bu sistem sayesinde prizlerin kontrolü de yapılabilir.

Evin perdelerinin gün ışığına göre açılıp/kapatılması otomatik olarak sağlanabilmektedir. Ayrıca perdelerin açılıp kapatılma işlemi ev dışından da kontrol edilebilmektedir.

**Sanal Evin Güvenlik Kontrolü (Yangın, Gaz Kaçağı, Deprem vs):** Akıllı ev senaryoları hazırlanırken güvenlik kontrolü büyük önem arz etmektedir. Özellikle yakın çevrede oluşmuş doğal afetlerin özelliğine göre alınması gerekli önlemler incelenmeli ve otomasyona aktarılmalıdır. Tasarlanan senaryoda 3 aşamalı güvenlik kontrolü düşünülmüştür. Bunlar;

**Gaz ve Yangının Güvenliği:** Mutfakta pişirme işlemleri için kullanılan enerji doğalgaz ile yapılmaktadır. Gaz kullanımını sırasında kaçaklar meydana gelebilir. Buna bağlı olarak patlama ve yangın riski ortaya çıkabilir. Bu olumsuzluğu önlemek için evde gaz, duman ve ısı sensörleri kullanılacaktır. Bu sensörler herhangi bir gaz kaçağı, duman veya ısı algıladığında alarm devreye girerek, evin gaz girişindeki valfi kapatmaktadır. Ayrıca ev sahibine mesaj yolu ile haber verilecektir. Daha sonra evde yangın oluşmuş ise yangın söndürme sistemini devreye alınarak, yangının büyümeden önlenmesi sağlanmış olacaktır.

**Deprem Uyarı Sistemi:** Ülkemiz, bulunduğu coğrafi konum nedeniyle deprem kuşağındadır. Bu nedenle tasarlanan ev otomasyon senaryosunda deprem uyarı sistemi kullanılacaktır. Otomasyondaki deprem uyarı sistemi devreye girince uyarı verecek, aydınlatma sistemini aktif yapacak, gaz sistemini kesecek ve dış kapıyı açacak şekilde tasarlanacaktır.

**Su Kontrol Sistemleri:** Tasarlanan otomasyonda olası su baskınlarına karşı su kaçağı sensörü kullanılacaktır. Kullanılacak sensör su baskınını algıladığında binaya giriş su valfini aktif yaparak suyun kesilmesini sağlayacak ve belirlenmiş yerlere uyarı gönderecektir.

**Çevre Güvenliği (Hırsızlık İçin):** Otomasyonda her türlü olası hırsızlık girişimleri için güvenlik önlemi alınacaktır. Öncelikle evin dış kısmı ve giriş kapısı kamera sistemiyle izlenecektir. Eğer olumsuz durum söz konusu ise kamera görüntüleri ilgili telefonlar aranacak

ve istenirse bu görüntüler ilgili telefon veya bilgisayara gönderilecektir. Ayrıca pencerelere hareket ve cam kırılma sensörü yerleştirilerek, istenen uyarıların alınması ve belirlenmiş yerlere iletilmesi düşünülmektedir. Bunların yanı sıra dış kapıya görüntülü konuşma sistemi (görüntülü diafon) yerleştirilerek böylece eve girmek isteyenlerin durumu gözlemlenecektir. Ev sahiplerinin giriş kapısını anahtarsız olarak kullanabilmesini sağlayacak bir yardımcı algoritma RF teknolojisi ile tasarıma ilave edilecektir. Şekil 4.2’ de otomasyonu yapılmış bir örnek evin dış görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.2. Otomasyonu yapılmış herhangi bir evin dış görüntüsü

**Yaşlı odası otomasyonu:** Bu tez çalışmasında ev otomasyonu tasarımı, aile bireyleri ile ebeveynlerin (yaşlı anne veya babanın) birlikte yaşadığı geniş aile yapısına göre düşünülmüştür. Bu nedenle ev otomasyon senaryosu yaşlı insanların yaşam kalitesini arttıracak şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan ev otomasyon sisteminde yaşlılar için alt kısımda belirtilen senaryo planlanmıştır. Bu senaryoda düşünülen akıllı ev otomasyon sistemi yaşlıların kullanacağı Yaşlı Kontrol Paneli bir tablete yüklenecektir. Böylece evde bulunan yaşlılar, bu tablet deki Yaşlı Kontrol Paneli ile ev otomasyonuna bağlı bulunan cihazları kontrol edebileceklerdir. Yaşlı Kontrol Paneli ile aşağıdaki paragraflarda belirtilen işlemler yapabileceklerdir.

Otomatik kapı kontrolü: Yaşlıların evde yalnız olduğu durumlarda, dış kapıyı izlemek ve kontrol etmek ayrıca dış kapıdakilerle sesli ve görüntülü olarak iletişim kurmak v.b. işlemleri yapabilmek için Yaşlı Kontrol Paneli'nden faydalanılacaktır.

Aydınlatma Kontrolü: Evde bulunan tüm ışıklar harekete duyarlı olacaktır. Gerekli durumlarda Yaşlı Kontrol Paneli'nden ışık kontrolü yapılabilecektir.

WC ve banyo Kontrolü: Evin banyo ve WC' si yaşlının ihtiyacını karşılayabilmesi yönünde dizayn edilecektir. WC ve banyo kapısı otomatik olarak açılacak ve çıkıldığında otomatik olarak kapanacaktır. Buna bağlı olarak bu birimlerin ışıkları otomatik olarak kontrol edilecektir. Ayrıca sensörlü musluklar kullanılacaktır.

Güvenlik: Evde her hangi bir gaz veya su baskını gibi olağan üstü durum yaşandığında ilgili sensörler tarafından üretilen uyarı sinyalleri sonrasında otomatik olarak/evde yaşayanlar tarafından manuel şekilde Yaşlı Kontrol Paneli kullanılarak gerekli önlemler alınmış olacaktır.

Isıtma/soğutma kontrolü: Merkezi iklimlendirme sisteminde sorun yaşandığında/yetersiz kaldığında Yaşlı Kontrol Paneli'nden evin iklimlendirme sistemi devreye alınabilecektir.

Evde yaşlı/yaşlıların uzaktan izlenmesi: Belli periyotlar ile tasarlanan yaşlı odası internet üzerinden kamera yardımıyla uzaktan takip edilebilecektir.

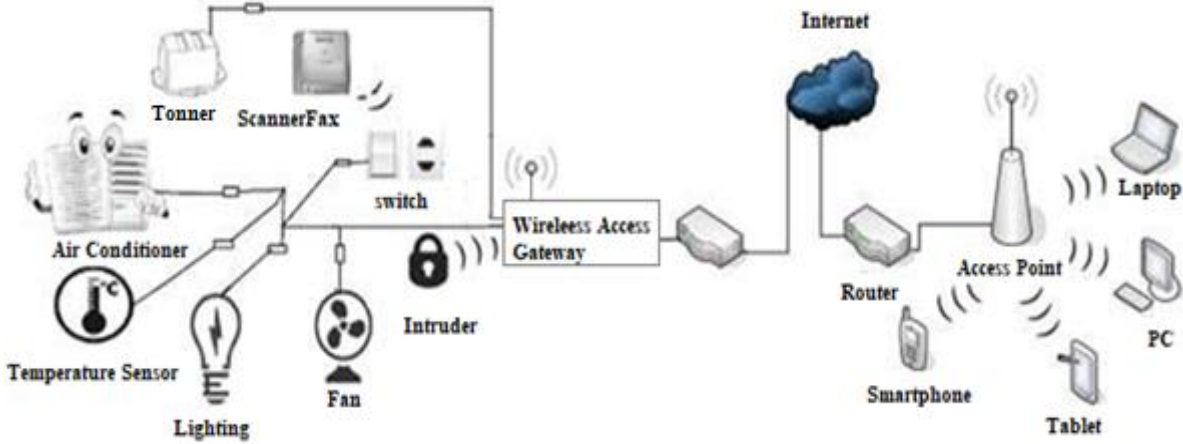
Düşünülen ev otomasyonu senaryosunu tasarlarken IoT teknolojisinden faydalanılacak ve bu amaçla ev otomasyon sisteminin Web Arayüzü tasarlanacaktır. Tasarlanan arayüz bilgisayarlar, tabletler ve akıllı telefonlar ile kontrol edilebilecektir. Bu ara yüz kolay ve anlaşılır olacak, ayrıca kullanıcı dostu olması için çalışılacaktır. Hazırlanan arayüz gerekli cihazlara yüklenecek, arayüzün kullanımını özellikle evin yaşlı/yaşlılarına öğretilenecektir.

#### 4.4. Akıllı Ev Otomasyon Sisteminin İşleyişi

Bu tez çalışmasında önerilen sistemde evdeki hizmetleri gerçekleştirebilmek için hizmet cihazlarının kontrolü bulunduğu yerden/uzaktan yapılabilecektir. Ayrıca özellikle ekonomik ve tasarruflu olması, iletişim için kablosuz ağlar kullanılması ve internet yardımıyla uzaktan kontrolünün gerçekleştirilmesi düşünülmüştür. Tasarlanan ev otomasyon sistemi çeşitli donanımlar ve yazılımlar ile gerçekleştirilmiş olduğundan yapının uyum içerisinde çalışması sağlanacaktır. Geliştirilen Web Arayüzü ile sistem internet üzerinden uzaktan kontrol edilebilecektir. Sistem Merkezi Kontrol Ünite, Oda Kontrol Birimi, çevre modülleri, iletişim ve Web Arayüzü birimlerinden oluşacaktır. Tasarlanan sistemin haberleşmesi Wifi ve RFID teknolojisi ile yapılacaktır.

Tasarlanan sistemin çalışması; Merkezi Kontrol Ünitesi, Oda Kontrol Birimi, sensörler ve Web Arayüzü'nden gelen bilgileri değerlendirerek, yapılacak işlem hakkında karar verecektir. Bu karara göre yapılacak olan işlemin komutunu Oda Kontrol Birimi'ne gönderecek, Oda Kontrol Birimi' de gelen komutu işleme koyarak ilgili cihazları uyaracak, uyarılan cihazlarda işlemi gerçekleştirir. Örneğin: 24°C sıcaklığa ayarlanan bir odanın sıcaklığı 25°C yükseldiğinde sensör, oda sıcaklığı bilgisini Merkezi Ünite Birimi'ne gönderecek, Merkezi Ünite Birimi' de sıcaklığın azaltılması için ısıtma sisteminin kapatılmasına karar verecektir. Bu işlem için ilgili Merkezi Kontrol Ünitesi, Oda Kontrol Birimine komut gönderir. Oda kontrol birimi, odada bulunan ısıtma sistemine komut gönderir ve böylece ısıtma sisteminin pasif yapılması sağlanır. Bu bilgiyi Web Arayüzü'nden kullanıcıya da gönderir. Kullanıcı ev içinde veya ev dışında istediği bir yerden Web Arayüzü'nü kullanarak Merkezi Kontrol Ünitesi'ni kontrol edebilir.

Bu sistemde Merkezi Kontrol Ünite'si olarak Raspberry Pi-3 kartı kullanılacaktır. Bu kart sürekli ve internete bağlı olarak çalışacak ve Web Arayüzü ile de kontrol edilecektir. Kart, odalarda bulunan Oda Kontrol Birimi ile bağlantılı çalışacaktır. Oda Kontrol Birimi olarak Arduino Mega kullanılacaktır. Odalarda bulunan tüm sensörler ve cihazlar Oda Kontrol Birimi'yle bağlı olacaktır. Tasarlanan sistemde, cihazların ve sensörlerin Oda Kontrol Birimi ile haberleşmesi yerel ağ kablosu, Wifi veya RFID teknolojileri ile sağlanacaktır. Şekil 4.3' de örnek ev otomasyonu haberleşme sistemi yapısı gösterilmiştir.



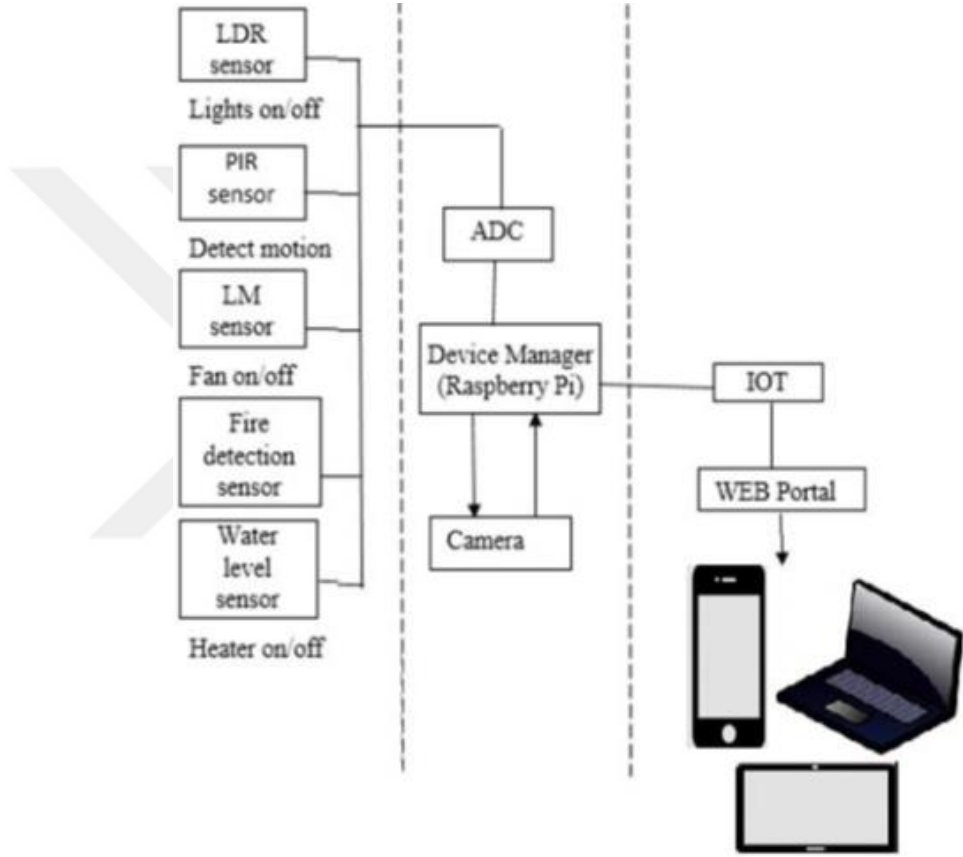
Şekil 4.3. Örnek ev otomasyonu haberleşme sistemi yapısı

Oda Kontrol Birimi, odalarda bulunan çeşitli sensörlerle ( sıcaklık, ışık, hareket sensörler vs) birlikte çalışarak odada bulunan elektrikli sistem/cihazları kontrol edecektir. Bu işlem için odada bulunan sensörlerden Oda Kontrol Birimi' ne veriler gönderilecek, Bu veriler Oda Kontrol Birimi tarafından Merkezi Kontrol Birimi'ne iletilecek, Merkezi Kontrol Birimi yapılacak işleme karar verirken, işlem Web Arayüzü yardımıyla kullanıcıya gönderilecektir. Bunun yanı sıra kullanıcı eğer ev içerisinde herhangi bir cihazı kontrol edeceksen işlem sırası tersinden çalışarak gerçekleşecektir. Ev otomasyonu sisteminin haberleşmesi internet ve kablosuz iletişim araçları yardımıyla yapılmaktadır. Ayrıca internetin çevrim dışı olduğu durumlarda, ev içinde cihazlar birbiriyle modem aracılığı ile haberleşebilecektir.

#### 4.5. Sisteminin Genel Yapısı

Bu tez çalışmasında ev otomasyon sistemi tasarlanmış, sistem IoT teknolojisi tabanlı olup kontrolü ise bilgisayar, tablet ve mobil telefonlar ile sağlanmıştır. Sistemde genel amaç evin anlık olarak izlenmesi ve kontrol edilmesidir. Otomasyon sistemi genel anlamda, Merkezi Kontrol Birimi, Oda Kontrol Birimi, Çevre modülleri (oda sensörleri, aktüatörler ve hizmet cihazları), iletişim ve Web Arayüzü kısımlarından oluşmaktadır. Ev otomasyon sisteminde Merkezi Kontrol Birimi, Oda Kontrol Birimi' ne bağlı sensörler ve ağ sistemlerinden gelen sinyalleri değerlendirir. Ayrıca bu ünite Web Arayüzü tarafından verilen talimatlar doğrultusunda karar almaya başlar ve bu kararlar doğrultusunda hizmet cihazlarını yönlendirir.

Oda Kontrol Birimi ise sensörler ve ağ sistemlerinden gelen talimatları Merkezi Kontrol Birimi'ne gönderirken, bu birimin verdiği talimatları da hizmet cihazlarına gönderir. Sistemdeki haberleşme işlemi ağ sistemi üzerinden Wifi ve RFID haberleşme teknolojilerini kullanarak gerçekleştirilir. Şekil 4.4' de bir örnek akıllı ev sisteminin genel yapısı verilmiştir [32].



Şekil 4.4 Örnek akıllı ev otomasyon sisteminin genel yapısı

Tasarlanan ev otomasyon sisteminin özellikleri aşağıdaki gibi verilebilir.

- Karar verebilme,
- Gücü verimli kullanma,
- Uzaktan erişim,
- Güvenlik,
- Kullanıcı dostu olması [32].

**Karar Verme:** Otomasyon sisteminin karar verme yeteneği Merkezi Kontrol Ünitesi tarafından sağlanır. Bu görevi üstlenen Raspberry Pi-3 kartıdır. Görevde yardımcı birimler Oda Kontrol Birimi ve akıllı sensörlerdir. Bu birimler arasındaki haberleşme işlemi Wifi teknolojisi kullanılarak yapılmaktadır

**Gücü Verimli Kullanma:** Ev otomasyonu sisteminde gücü verimli kullanabilmek için yüksek verimli cihazlar tercih edilmiştir. Böylece akıllı evde konfordan ödün vermeden tasarruf sağlanacaktır. Örneğin: ev aydınlatma sisteminde normal ampul kullanmak yerine led ampul kullanılmıştır.

**Uzaktan Erişim:** Tasarlanan ev otomasyonunun amacı, evde bulunan cihazların uzaktan da (ev dışından) izlenmesi ve kontrolünün sağlanmasıdır. Önceleri evlerde kullanılan cihazların ev içinde uzaktan kumanda aletleri ile kontrolü yapılırken, günümüz çalışmalarında ev içerisinde kullanılan cihazlar ev dışından da akıllı telefonlar, bilgisayarlar ve tabletler aracılığı ile internet üzerinden kontrol edilmektedir. Bunun için sisteme uyumlu Web Arayüzü tasarlanmalıdır.

**Güvenlik:** Tasarlanan ev otomasyonunda ev güvenliği doğal afetler ve evin çevre güvenliği olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Evde oluşabilecek yangın, su baskını, gaz kaçağı, deprem gibi doğal afetler için erken uyarı sensörleri kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra ev ve çevre güvenliği için (hırsızlık bağlamında) evin içerisinde ve çevresinde kameralar ve uyarı sistemleri kullanılmaktadır.

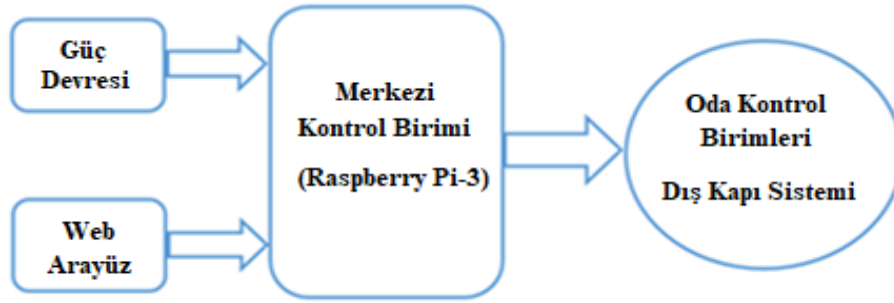
**Sistemin Kullanıcı Dostu Olması:** Evde yaşayan tüm üyeler en son teknolojiden (yaşlı insanlar) haberdar olmayabilir, bu nedenle bu sistemin tasarlanmasında kullanılan Web Arayüz tüm yaş gruplarındaki insanlar için kolay anlaşılabilir olmalıdır.

#### **4.6. Akıllı Ev Otomasyon Sisteminin Tasarım Süreci**

Akıllı ev otomasyonu tasarımı senaryosu sırasında, çeşitli ev otomasyon sistemleri incelenmiştir. Bu incelemeler doğrultusunda yeni bir senaryo hazırlanmıştır. Bu senaryoyu

gerçekleştirmek için sistem yapısı ve sistemde kullanılacak Merkezi Kontrol Ünitesi, Oda Kontrol Birimi, sensör çeşitleri, ev hizmet cihazları, akıllı teknolojiler, iletişim protokolleri belirlenmiştir. Sistem donanımı belirlendikten sonra ise planlanan senaryoya göre Web Arayüzü tasarlanmış ve yüklenmiştir. Hazırlanan tasarım 3 adet ana ünite çok sayıda yardımcı birimlerden oluşmuştur. Bu ünite ve birimleri sonraki kısımlarda sırasıyla açıklanmıştır.

**Merkezi Kontrol Birimi:** Tasarlanan ev otomasyon sisteminde Merkezi Kontrol Birimi olarak Raspberry Pi-3 kartı kullanılmıştır. Şekil 4.5’ de tasarlanan akıllı ev otomasyon sisteminin Merkezi Kontrol Birimi blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 4.5. Tasarlanan akıllı ev otomasyon sisteminin Merkezi Kontrol Birimi blok diyagramı

Şekil 4.5’ te görüleceği gibi Raspberry Pi-3 kartı internet, Oda Kontrol Birimi ve dış kapı sistemine bağlıdır. Sistemin haberleşmesi kablolu/kablosuz yapılmaktadır. Sistemin uzaktan kontrolü için İnternet bağlantısı sürekli açık olmalıdır. Böylece Web Arayüzü yardımıyla uzaktan bağlantı kurulabilmektedir. İnternet’le bağlantı kurulamadığı durumda, uzaktan erişim yapılamamakta ancak ev içinde, ağ sistemleri yardımıyla kontrol gerçekleştirilebilmektedir.

Raspberry Pi-3 kartının Web sunucusu olarak kullanılması için, Apache programı, Web sunucu üzerinden HTML dosyalarını yayınlayabilmek için PHP programı, veri tabanını oluşturabilmek için de MySQL programı sisteme kurulmuştur. Böylece sunucu üzerinden sayfalara ulaşılabilen, sayfalar internet üzerinden yayınlanabilmekte ve dosyalara erişebilme imkanı sunulmaktadır.

Merkezi Kontrol Birimi üzerinden sistemin Web Arayüzü' nü oluşturan Web sayfaları yayınlanmaktadır. Bu sayfalardan gelen veriler Merkezi Kontrol Birimi' nde değerlendirilerek karar verilmektedir. Bu karar doğrultusunda, hizmet cihazlarının Oda Kontrol Birimi yardımıyla çalışması sağlamaktadır. Bunun yanı sıra odalarda bulunan sensörler de Merkezi Kontrol Birimi' ne veri gönderebilmekte ve bu merkezde değerlendirilip karar verilmekte ve bu karar doğrultusunda Oda Kontrol Birimi yardımıyla da hizmet cihazları kontrol edilmektedir.

**Raspberry Pi-3:** Raspberry Pi, İngiltere' de öğrencilere bilgisayarın temellerini öğretmek için tasarlanmış bir karttır. Bu kartın kullanımının yaygınlaşması için Raspberry Pi diye bir vakıf kurulmuştur. Vakıf, cihazı geliştirmek için çalışmalar yapmış ve bu çalışmalar sonucunda Raspberry Pi avuç içi büyüklüğünde ve düşük maliyetli bir kart olarak ortaya çıkmıştır. Bu kart bilgisayarda yapılan temel işlemleri yaparken, bir cihaz gibi çalıştırılabilmektedir. Karta monitör ve klavye eklendiğine bir bilgisayar olarak kullanılması mümkündür [33].

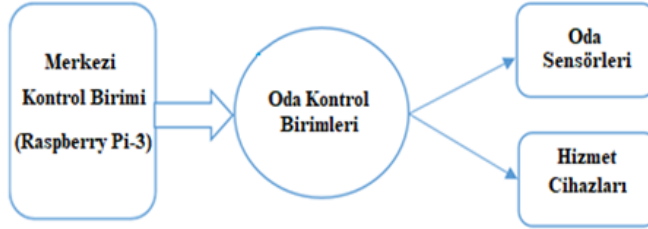
Raspberry Pi 3 Model B +, Raspberry Pi 3 serisindeki son üründür. Bu ürün 1.4 GHz, çift bantlı 2.4 GHz'de çalışan 64-bit dört çekirdekli işlemci, 1GB LPDDR2 SDRAM, 2.4 GHz and 5 GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless, Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps), 40-pin GPIO girşi/çıkışı, 1 × full size HDMI, MIPI DSI display port, MIPI CSI camera port, 4 pole stereo output and composite video port, 4 × USB 2.0 ports gibi özellikleriyle yaygın şekilde kullanılmaktadır [33].

Bu kartta Arm işlemci kullanılmıştır. İşletim sistemi olarak ağırlıklı şekilde Raspbian tercih edilmektedir. Raspbian, linux tabanlı bir işletim sistemidir. Ayrıca işletim sistemi olarak Windows IoT Core' de kullanılmaktadır. Cihaz, Python programlama dili ile programlanabildiği gibi BBC Basic, C ve Perl programlama dilleri de programlanabilmektedir. Raspberry Pi-3 kartı akıllı evlerde sensör verilerinin okunması, çıkış birimlerine gerekli verilerin gönderilmesi gibi yetenekleri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra cihazın internete bağlanabilmesi ve kablolu/kablosuz ağlara uyum sağlayabilmesi mümkündür. Şekil 4.6' da Raspberry Pi-3 kartının görüntüsü verilmiştir [33].



Şekil 4.6. Raspberry Pi-3 kartının üstten görüntüsü

**Oda Kontrol Birimi:** Tasarlanan ev sisteminde Oda Kontrol Birimi olarak Arduino Mega kart kullanılmıştır. Bu karta Merkezi Kontrol Birimi, sensörler ve ev sisteminde bulunan hizmet cihazları bağlanmıştır. Şekil 4.7’ de Oda Kontrol Birimi’ nin blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 4.7. Oda kontrol biriminin çalışma blok diyagramı

Şekil 25’te görüldüğü gibi odalarda bulunan sensörlerden veriler Oda Kontrol Birimi’ ne gönderilmektedir. Bu birim aldığı komutları Merkezi Kontrol Birimi’ ne iletmekte, iletilen komutlar bu birimde değerlendirilerek karar verilmektedir. Kararlar doğrultusunda hizmet cihazlarının yönlendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca Oda Kontrol Birim’ leri oda içerisinde bazı işlemleri kendi başlarına otomatik olarak yapabilmektedir. Bu birim yapılan her işlem için Merkezi Kontrol Birimi’ ne bilgi vermektedir. Tasarlanan sistemde Oda Kontrol Birimi olarak Arduino Mega 2560 kullanılmıştır.

**Arduino Mega 2560:** Arduino Mega kendi başına PIC gibi görünse de, aslında gömülü sistem geliştirme kartlarından biridir. Bu kart, geliştirme kartı olduğu için çevre birim bağlantıları kart üzerinde bulunmaktadır. Kullanıcı Arduino Mega karta, geliştirdiği programı yüklemekte ve gerekli donanım bağlantılarını yapmakta daha sonra kart üzerinden gerekli kontrolleri gerçekleştirmektedir. Ayrıca PIC' lere göre çevre birim sayısı daha fazla, USB ile haberleşmekte ve kartın nesnelere özgü tanımlanmış hazır programları bulunmaktadır. Bu nedenle kod geliştirme kolaylığı sunabilen bir karttır [19].

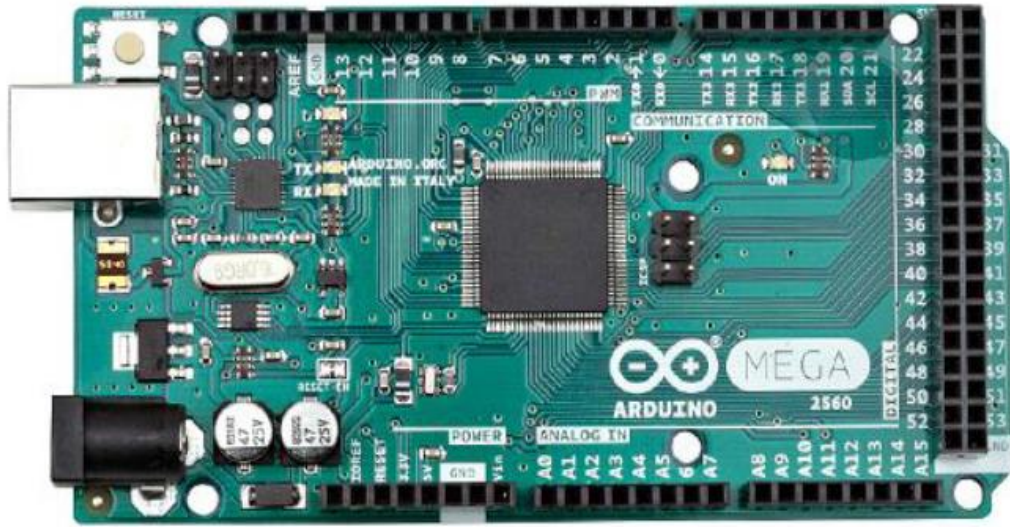
Bu kart PWM 15 kullanan 54 dijital giriş/çıkış pini ve 16 adet analog giriş çıkış pini, 4 adet UART (donanımsal seri bağlantı noktaları), 16 MHz kristal osilatör, 1 adet USB bağlantısı, 1 adet güç girişi, 1 adet ISCP bağlantısı ve 1 adet veri sıfırlama düğmesine sahiptir. Tablo 4.1 'de farklı Arduino kartlara ait özellikler verilmiştir [29].

**Tablo 4.1.** Arduino kartların özellikleri hakkında tablo

	Arduino Uno	Arduino Mega 2560
Mikro denetleyici	Atmega328	Atmega 2560
Çalışma Gerilimi	+5V DC	+5V DC
Tavsiye Edilen Besleme Gerilimi	7-12 V DC	7-12 V DC
Besleme Gerilimi Limitleri	6-20 V	6-20 V
Analog Giriş Pinleri	6 tane	16 tane
I/O Birimleri İçin Maksimum DC Çıkış Akımı	40 mA	40 mA
Saat Frekansı	16 MHz	16 MHz
EEPROM	1 KB	4 KB
I/O Sayısı	14 tane (6 PWM)	54 tane (15 PWM)

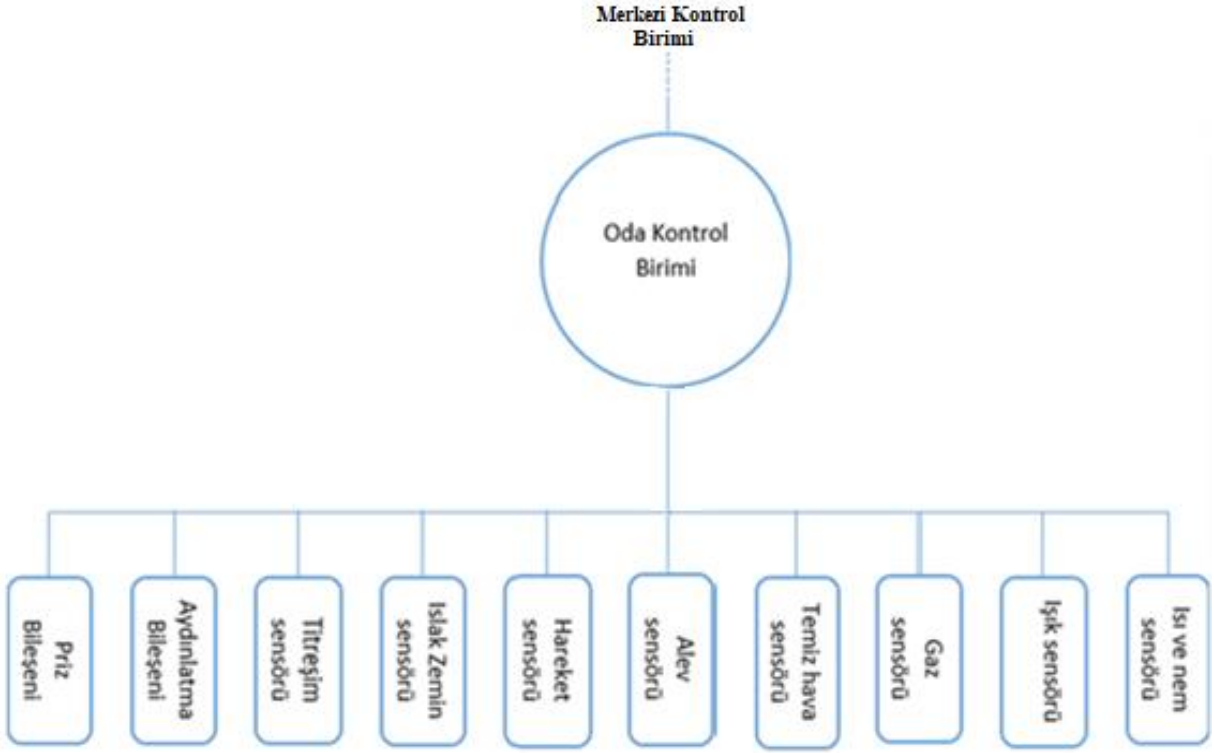
Yukarıda belirtildiği gibi Arduino kartının analog giriş/çıkış pinlerinin sayısı diğer işlemcilerden fazladır. Böylece tasarlanan projelerde çok sayıda sensör kullanılabilir. Böylece tasarlanan projelerde çok sayıda sensör kullanılabilir.

Arduino kartlar için derleyici olarak, açık kaynak kodlu yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım herkes tarafından erişilen bir programdır. Yazılım için C programlama dili ve benzer programlama dilleri kullanılmaktadır. Arduino geliştirme kartının Proteus simülasyon programında kütüphanesi bulunmaktadır. Şekil 4.8’ de Arduino Mega kartın görüntüsü verilmiştir [19].



Şekil 4.8. Arduino Mega kartının üstten görüntüsü

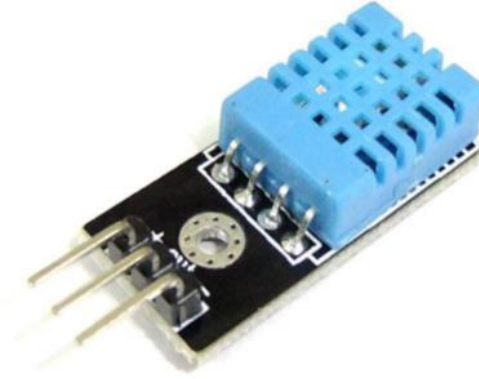
**Sistemde Kullanılan Sensörler:** Tasarlanan ev otomasyon sisteminde fiziksel olayları hissetmek için çeşitli sensörler kullanılmıştır. Bu sensörler, ısı sensörleri, nem sensörleri, ışık sensörleri, temiz hava sensörleri, hareket sensörleri, gaz sensörleri, alev sensörleri, titreşim sensörleri ve görüntü alıcı sensörleri vb. dir. Bu sensörler Oda Kontrol Birimi’ ne ve Merkezi Kontrol Birimi’ ne bağlıdır. Ayrıca kapı sistemi için RFID teknolojisi kullanılmıştır. Şekil 4.9 ‘da sistemde kullanılan sensörlerin blok diyagramı aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.9. Akıllı ev sisteminde bir odaya ait sensörlerin blok diyagramı

**Sıcaklık ve Nem Sensörü:** Ev otomasyon sisteminde, odalarda konforlu bir ortam havası oluşturulması için DHT11 (Humidity and Temperature Sensor) sensörü kullanılmıştır. DHT11 odaların nemini ve sıcaklığını kontrol etmektedir. Sensör, merkezi ısıtma sistemine ve klima sistemine bağlıdır.

DHT11 sensörü sıcaklık ve nem bilgilerine göre dijital çıkış üreterek Oda Kontrol Birimi'ne gönderen yardımcı elemandır. Sensör nem ölçüm bileşeni için direnç ve sıcaklık ölçümü için ise NTC barındırmaktadır. Bu sensörle 0-50°C derece arası sıcaklığı kontrol edilebilmektedir. Bununla birlikte ortamın nemi, %5 RH (Relative Humidity) duyarlılıkla sensör tarafından kontrol edilebilmektedir. Şekil 4.10' da DHT 11 sensörünün görüntüsü verilmiştir [25].



Şekil 4.10. DHT 11 sensörünün görüntüsü,

**Işık Sensörü:** Işık sensörü olarak LDR tabanlı ışık kartı kullanılmıştır. LDR, ışık şiddetine göre direncini değiştiren devre elemanıdır. Bu eleman ortamın ışık şiddetine (LUX) göre çıkış bilgisi üretmektedir. Tasarlanan sistemde ışık sensörü olarak kullanılan LDR, Arduino Mega karta uyumlu olarak seçilmiştir.

Ev otomasyonu üzerine tasarlanan sistemde ışık kartı, gün ışığına göre perdelerin açılıp/kapanmasının komutunu üretir. Buna bağlı olarak ta odalardaki aydınlatma şiddetinin değeri ayarlanmış olur. Bu kart Oda Kontrol Birimi olan Arduino Mega karta bağlantılıdır. Şekil 4.11' de ışık sensörü kartının görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.11. Işık sensörü kartının görüntüsü

**Hareket Sensörü:** Ev otomasyon sistemlerinde kullanılan en önemli sensörlerden biridir. Bu sensörün diğer bir adı da PIR detektörüdür. PIR detektörü (Passive Infrared Sensor) canlıların ürettiği kızıl ötesi ışınları algılar ve hareket olduğunu belirleyerek çıkış üretir.

PIR detektöründe foto eleman bulunmaktadır. Bu eleman sayesinde hareketli bir canlının yaymış olduğu kızıl ötesi ışınlarla bağlı olarak çıkış bilgisi üretilir. Bu eleman hareketi algıladığında çıkışı lojik 1, hareket olmadığında ise çıkışı 0 yapar. Bu nedenle PIR sensörünün çıkışı her zaman mikro işlemcilerin I/O ya da İnterrupt portuna bağlanır [25].

Tasarlanan ev otomasyonunda HC-SR501 hareket sensörü kullanılmıştır. Bu detektörler oda, banyo, tuvalete vb. yerlerin girişlerine yerleştirilmiştir. Tasarımda 12 adet bu detektörden kullanılmıştır. Bu detektörlerin çıkışları Oda Kontrol Birimi'ne gönderilir. Oradan Merkezi Kontrol Birimi' ne iletilir. Böylece gerekli hizmet cihazları kontrol edilerek kapıların ve lambaların kontrolü yapılmış olur. Ayrıca detektör evin pencerelerine yerleştirilerek, ev veya bahçeye davetsiz misafir girmesi durumunda uyarı vermesi sağlanır. Eğer istenirse belirlenmiş kişi/kurumlarla iletişim kurdurulabilir. Şekilde 4.12' de HC-SR501 hareket detektörünün görüntüsü verilmiştir [25].



**Şekil 4.12.** HC-SR501 hareket detektörünün görüntüsü

**Hava Kalite Sensörü:** Tasarlanan ev otomasyonunda odalara hava kalite sensörü yerleştirilmiştir. Bu sensör sayesinde ortam hava kalitesi ölçülür. Ölçüm sonucunda gerekli ise hizmet cihaz/cihazlarının kontrol edilmesi sağlanır. Bu tasarımda her odada hava kalite sensörü olarak MQ-135 kullanılmıştır. Bu sensörlerde algılama malzemesi olarak temiz havada daha yüksek direnç gösteren SnO<sub>2</sub>' kullanılmıştır. Kirletici gazlarda herhangi bir artış olduğunda, gaz sensörünün direnci azalır ve sensör çıkışı lojik 1 olur [34].

Tasarlanan ev otomasyon sisteminde ortamın hava kalitesi düştüğünde MQ-135 sensörünün çıkışı lojik 1 olur. Çıkış lojik 1 olunca algoritma ilgili birimlere uyarı gönderir. Gönderilen komut ilgili birimlerde işlenerek gerekli hizmet cihazlarının kontrolünü sağlar. Şekil 4.13' de MQ-135 temiz hava sensörünün görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.13.** MQ-135 temiz hava sensörünün görüntüsü

**Gaz Sensörü:** Bu sensör ortamda oluşabilecek gaz kaçaqlarının tespiti için kullanılır. Tasarlanan ev otomasyonunda gaz sensörü olarak M-9 kullanılmıştır. Bu sensörler ortamda bulunan karbonmonoksit, doğalgaz, metangazı vb. gazları algılayarak çıkış üretirler. Bu sensör tipi Arduino Mega karta uyumlu bir sensördür [15]. Şekil 4.14' de M-9 sensörünün görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.14. M-9 sensörünün görüntüsü

Tasarlanan sistemde M-9 sensörü mutfak kısmına yerleştirilmiştir. Burada her hangi bir gaz kaçağı algılandığında sensör çıkışı lojik 1 olur. Böylece gerekli birimlere çıkış gönderilir. Otomasyon sistemi tarafından gaz sisteminde kullanılan selenoid valfler kapatılacak ve güvenlik sistemleri devreye alınacaktır.

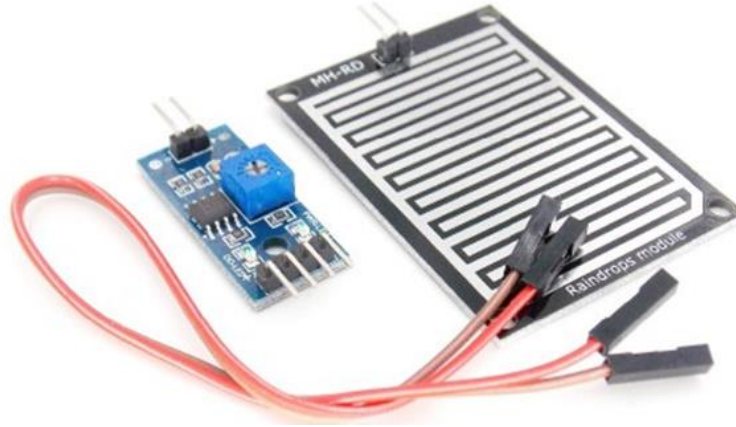
**Alev Sensörü:** Bu sensör kapalı ve açık alanlarda oluşan her türlü alevi algılamak için kullanılır. Özellikle yoğun duman çıkarmayan yangın tiplerinde kullanılması kaçınılmaz bir sensördür. Bu sensör kartlarına iki görev yüklenmiştir. Bunların birincisi alevi algılamak, ikincisi ise alev ışınlarının dalga boyunu ve böylece yangının şiddet ve mesafesini tespit etmek şeklinde ifade edilir. Şekil 4.15' de alev sensör kartı görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.15. Alev sensör kartı görüntüsü

Bu tasarımda 5 adet alev sensör kartı kullanılarak odalarda bulunan Oda Kontrol Birimi' ne bağlıdır. Bu sensör kartı düzenli olarak verileri Oda Kontrol Birimi' ne göndermekte ve oradan Merkezi Kontrol Birimi' ne iletilmektedir. Bu birim tarafından yangın güvenlik sistemlerinin devreye alınmasını gerçekleştirilir.

**Islak Zemin İçin Kullanılan Sensör:** Islak zemin için kullanılan bu sensör tipi bazen nem sensörü bazen su sensörü veya sıvı seviye sensörü olarak da bilinir. Bu sensör akıllı ev otomasyon sistemlerinde kayganlaşmış ıslak zemin uyarısı veya su baskınlarının algılanması için kullanılır. Bu sensörlerde suyun algılanabilmesi için elektronik board bağlantılı olması gerekir. Board' un kuru durumda direnci yaklaşık olarak 2 Megaohm iken ıslak durumda ise 100 kiloohm civarında değişmektedir. Bu nedenle board ıslak durumda iken üzerinden daha fazla akım geçişine müsaade eder. Böylece sistem çıkış üretir. Gerekli birimlere uyarı göndererek, zeminin ıslaklığını belirtir. Şekil 4.16' da Islak zemin sensörünün görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.16. Islak zemin sensörünün görüntüsü

Tasarlanan otomasyon sisteminde ilgili sensörden 3 adedi ıslak zemine yerleştirilmiştir. Bu sayede herhangi bir su baskını durumunda su algılanarak çıkış üretilmesi sağlanmıştır. Bu çıkış ilgili birimlere iletilerek güvenlik sistemlerinin hızlı bir şekilde aktif yapılması denenmiştir.

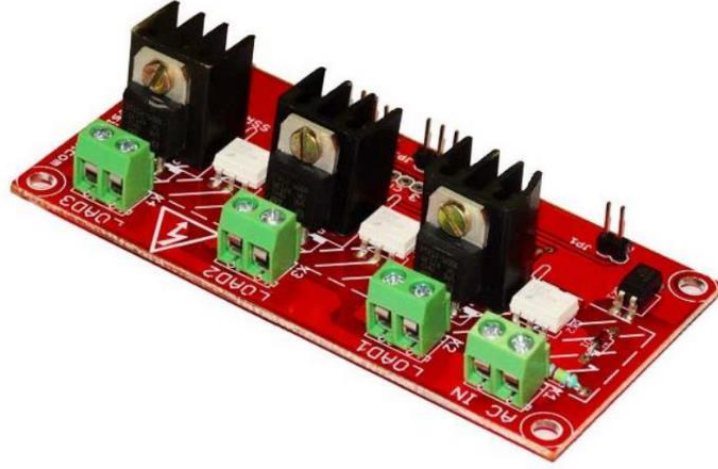
**Titreşim Sensörü:** Tasarlanan ev otomasyon sisteminde, olası bir deprem anında uyarı vermek için bir titreşim sensörü (Piezo sensör) kullanılmıştır. Titreşim sensörü, herhangi bir titreşim durumunda çıkış üretir. Bu çıkış sayesinde uyarı sistemleri etkin yapılır. Şekil 4.17’ de titreşim sensörünün görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.17. titreşim sensörünün görüntüsü

**Aydınlatma Sistemi:** Odalarda bulunana ışıkları kontrol etmek için aşağıdaki uygulamalar Ara Yüz’ de bulunmaktadır.

- Lambalar için dimmer modülü kullanılarak ışık parlaklığı kontrolü 3 kademelidir.
- Bağımsız birimlere konulacak hareket detektörü ile birim aydınlatmalarının aktif/pasifliği sağlanabilir.
- Ortamlarda gün ışığı durumuna göre otomatik olarak, ışık yeterli ise aydınlatama pasif, yetersiz ise aktif olabilir.
- Bu sistem yardımıyla tasarlanan akıllı evin aydınlatması Web Arayüzü ile kontrol edilebilmektedir. Şekil 4.18’ de aydınlatma bileşenin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.18. Aydınlatma bileşenin görüntüsü

**Priz Sistemi:** Bu sistem sayesinde ortamda bulunan elektrik prizleri Web Arayüzü vasıtasıyla uzaktan kontrol edilebilmektedir. Şekil 4.19’ da Priz sistemi kartı görüntüsü verilmiştir. Bu kart sayesinde prizlerin kullanımı, güvenlik açısından daha sağlıklı olması sağlanmaktadır. Oda Kontrol Birimi Web Arayüzü tarafından, gelen verilere göre priz sistemini kontrol eder

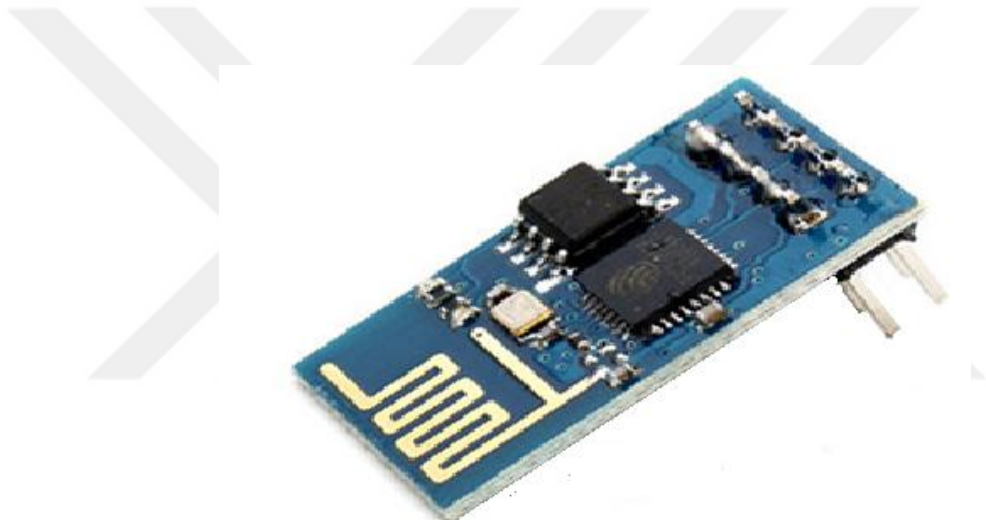


Şekil 4.19. Priz sistemi kart görüntüsü

#### 4.7. Akıllı Ev Otomasyon Sisteminde Kullanılan Cihazların Haberleşmesi

Tasarlanan sistemde haberleşme Cat5 ağ kablosu, Wifi ve RFID teknolojileri ile yapılmıştır. Sistemde iç ortam cihazlarının haberleşmesinde Cat5 kablosu ve Wifi modülü kullanılırken, dış kapı modülünde RFID teknolojisi kullanılmıştır.

**Wifi Modülü:** Bu tasarımda sensör ve hizmet cihazlarının birbiriyle veya sistemle haberleşmesinde ESP8266 haberleşme kartı kullanılmıştır. ESP8266 haberleşme kartının gömülü Wifi yeteneği bulunmaktadır. Bu kart, maksimum kullanılabilirlik, düşük maliyet, sınırsız Wifi bağlantı olanağı sunmaktadır. Ayrıca bu kart sayesinde lokal bir ağ sistemi oluşturulmaktadır. Böylece kartın Wifi özelliği ile bağlantılı tüm hizmet cihazları birbirleriyle haberleşebilmektedir. Bu kart; 802.11 b/g / n, Wifi Direct (P2P), yumuşak AP, Yerleşik TCP / IP protokol yığını, 802.11b modu özelliklerine sahiptir. Şekil 4.20’ de ESP8266 Wifi modülü görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.20. ESP8266 Wifi modülü görüntüsü

Tasarlanan sistemde ESP8266 Wifi modülü, Merkezi Kontrol Birimi ile Oda Kontrol Birimi’ nin haberleşmesini, ayrıca Oda Kontrol Birimi ile sensörler ve hizmet cihazları arasındaki iletişimi sağlamaktadır.

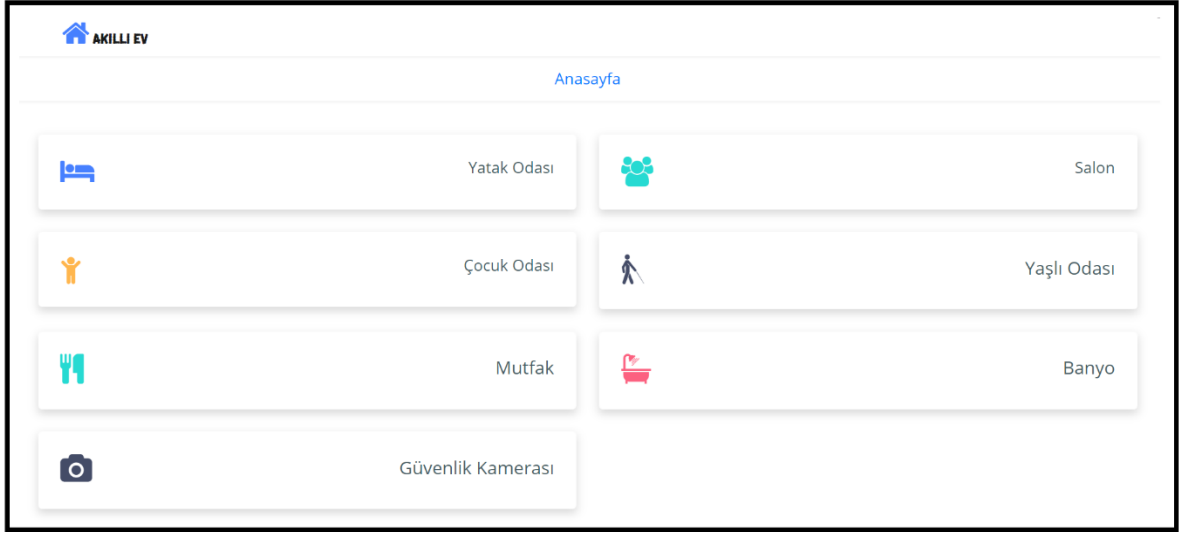
**RFID Modülü:** Tasarımda dış kapı modülünde RFID teknolojisi kullanılmıştır. Sistemde RFID modülü olarak RC522 RFID okuyucu kartı tercih edilmiştir. RC522 RFID okuyucu kartı, 13,56 MHz, NFC frekansında çalışan, 424 kbit/s ile haberleşebilen, düşük güçlü haberleşme cihazıdır. Bu kart Raspberry Pi 3’ lerle uyumlu çalışmaktadır. Cihazın donanımları, RC522 13,56 MHz NFC okuyucu modülü, 13,56 MHz NFC Kart, 13,56 MHz NFC Anahtarlık, Headerlar bulunmaktadır [35]. Şekilde 4.21’ de RC522 RFID okuyucu kartı görüntüsü verilmiştir.



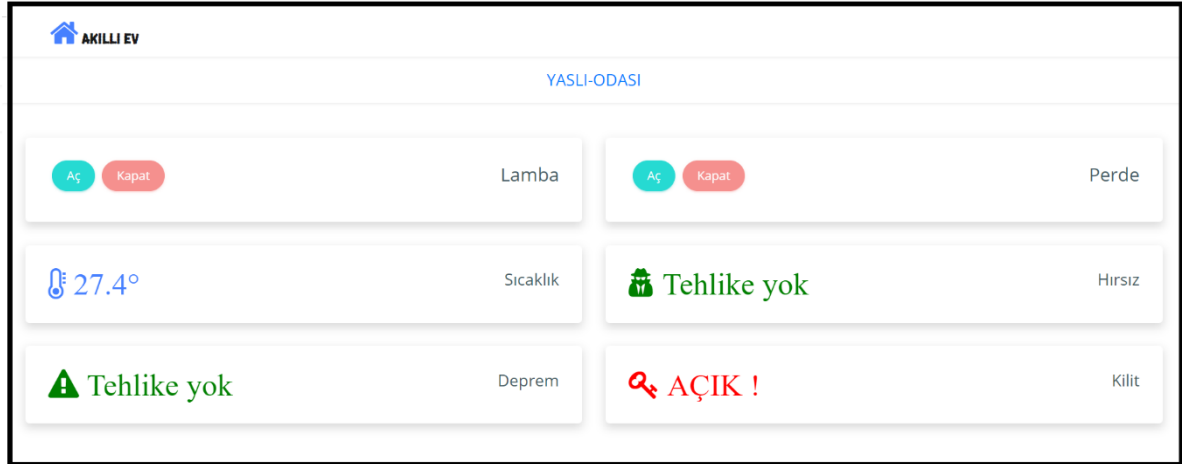
Şekil.4.21. RC522 RFID okuyucu kartı görüntüsü

Sistemin tanıdığı kullanıcı alana girdiğinde dış kapı modülü yardımıyla anahtar kullanmadan dış kapı otomatik olarak açılacaktır. Bu haberleşmeyi RC522 RFID okuyucu kartı ile gerçekleşmektedir. Bu sistemde kullanıcı üzerinde RC522 RFID okuyucu kartı anahtarlığı bulunmakta ve dış kapıya yaklaşıldığında kapı üzerinde bulunan kart okuyucu ile bu anahtarlık iletişime geçmekte ve çıkış vererek Merkezi Kontrol Birimi' ni uyarmaktadır. Böylece dış kapı otomatik olarak açılmaktadır.

**Web Arayüzü:** Tasarlanan bu sistemde Web Arayüzü bulunmaktadır. Bu Web Arayüzü ile kullanıcı ev içerisinde veya ev dışında bilgisayar, tablet ve akıllı telefon yardımıyla sistemi kontrol edilebilmektedir. Web Arayüz bu sayılan cihazlarla uyum içerisinde çalıştığı için tercih edilmiştir. Web Arayüzü Html, CSS, PHP ve Javascript programlama dili ile hazırlanmıştır. Bu programlar sayesinde kullanıcı dostu, modern bir görüntüye sahip bir otomasyon sistemi oluşmuştur. Arayüz, sağlıklı çalışan bir otomasyon için sürekli kendini güncellemektedir. Web üzerinde yapılan işlemler anında Merkezi Kontrol Birimi' ne gönderilmektedir. Web Arayüzü'nün erişilebilir olması için sürekli internete bağlı olması gerekmektedir. Şekli 22 ve Şekil 23' de Web Arayüzü görüntüsü verilmiştir. Hazırlanan arayüz programınının Web' e gömülmesi için realtime database kullanılmıştır. Google Web alt yapısı olarak Firebase' den faydalanılmıştır. Bu sayede herhangi bir sayfa yenilemesi veya tetikleme işlemlerine gerek kalmadan anlık olarak yapılan değişiklikler veya gelen uyarılar görüntülenebilmektedir.



Şekil 22. Sistemin Web Arayüzü' nün ana görüntüsü



Şekil 23. Sistemin Web Arayüzü' nün örnek oda görüntüsü

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuç

Bu tez çalışmasında, çeşitli ev senaryoları incelenmiş daha sonra kullanıcı istekleri göz önünde bulundurularak yeni bir ev otomasyon senaryosu hazırlanmıştır. Hazırlanan senaryoya göre uzaktan kontrol edilebilen ev otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen ev otomasyon sisteminde kablolu/kablosuz sensör ve IoT teknolojileri kullanılarak farklı bir tasarım sistemi gerçekleştirilmiştir. Bu sistemle ev ortamı, ışık, sıcaklık, nem, gaz, ısı gibi fiziksel ve kimyasal parametreler kullanılarak kontrol edilmiş ve IoT teknolojileri kullanılarak sistemin bilgisayar, tablet, akıllı telefon aracılığıyla uzaktan izlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca izlenmeye yardımcı olunması için kapalı kamera sistemi kullanılmıştır.

Bu sistemin, ekonomik, modüler ve çevresel etkilere hızlı tepki vermesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ev otomasyon sisteminin uzaktan kontrolü için Web Arayüzü tasarlanmış ve bu tasarımın kendine özgün şeffaf ve kullanıcı dostu olarak planlanmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca sisteminin bilgisayar, tablet ve akıllı telefonlarla kontrol edilebilmesi için web tabanlı yazılım geliştirilmiştir.

Tasarlanan ev otomasyon sisteminin genel yapısı, Merkezi Kontrol Ünitesi, Oda Kontrol Birimi, Çevre modülleri (oda sensörleri, aktüatörler ve hizmet cihazları), iletişim ve Web Arayüzü kısımlarından oluşmuştur. Merkezi Kontrol Ünitesi olarak Rapberry Pi-3, Oda Kontrol Birimi olarak Arduinio Mega kullanılmıştır. Oda Kontrol Birimi' ne bağlı olarak, DHT11 sıcaklık sensörü, LDR ışık sensörü, HC-SR501 hareket dedektörü, MQ-135 hava kalite sensörü, M-9 gaz sensörü, alev sensörü, ıslak zemin sensörü, deprem için titreşim sensörü (piezo elektrik), dış kapı kontrolü için RC522 RFID kart okuyucu kullanılmış, ayrıca aydınlatma ve priz kontrol modülü geliştirilmiştir. Evin uzaktan izlenmesi için kapalı devre kamera sistemi kurulmuştur. Sistemin haberleşmesinde Cat 5 kablosu, RC522 RFID okuyucu ve sensörlerin haberleşmesi için ise ESP8266 Wifi haberleşme cihazı tercih edilmiştir. Sistemin uzaktan kontrol için web tabanlı html Web Arayüzü hazırlanmıştır.

Sistemin tasarımı güncel yazılımlar ile hazırlanmıştır. Bu yazılımlarla sistem bilgisayar, tablet ve akıllı telefonların kullandığı farklı işletim sistemleri kullanan cihazlarda sorunsuz olarak çalışabilmesi için Raspberry programlamada Python programlama dili, uzaktan kontrol için tasarlanan arayüz html yazılımı için ise CSS ve Javascript programlama dilleri tercih edilmiştir. Böylece sistemin esnekliği artırılmak istenmiştir. Özellikle Wifi haberleşme protokolü internete uyumluluğu ve veri aktarımının hızlı olması geniş kapsama nedeniyle yoğun şekilde kullanılmakta ve birçok ev cihazı ve sensörler Wifi haberleşme protokolüne uyumlu olarak tasarlanmıştır. Bu haberleşme protokolünün kullanılmasıyla da gelecekte sisteme yeni cihaz eklenmesi işlemi kolaylaştırılmıştır.

Bu çalışmada önerilen senaryo ve testlerin yapılabilmesi için ev prototipi hazırlanmıştır. Bu ev üzerine gerekli sensörler yerleştirilmiştir. Hazırlanan ev prototipi ve kullanılan sensörlerin uzaktan Web Arayüzü ile kontrolü yapılmıştır. Hazırlanan senaryoya göre yapılan testler başarılı olmuştur.

## **5.2 Öneriler**

Akıllı ev sistemlerinin gelişimine Google, Apple, Amazon, Samsung, Philips gibi büyük şirketler yatırım yapmaktadır. Bu alanda firmalar birbirleriyle rekabet edecek şekilde birçok çalışma yürütmektedir. Ayrıca ülkemizde akıllı ev sistemleri ile ilgili birçok akademik çalışma da sürdürülmektedir. Ancak bu akademik çalışmalar alandaki firmalar tarafından takip edilmemektedir. Beklenti; Alanda yapılan akademik çalışmaların firmalar tarafından takip edilerek işbirliği yapılması, çalışmaların hızlanması ve yatırımların arttırılması şeklinde sıralanabilir.

Geliştirilen sistemin kurulumunun ekonomik olması için çalışılmıştır. Bu nedenle pahalı ve maliyet gerektiren sensörlerin kullanımından kaçınılmıştır. Ancak sistemin kablosuz olması ve Oda Kontrol Birimi sayesinde sisteme yeni özellikler katılması sistemin avantajıdır. Bu bağlamda sisteme sesle kontrol özelliği eklenebilir.

Gelecekte, yapay zeka teknolojisi gibi öğrenen sistemler kullanarak, sistemin evde yaşayan kişileri tanıyıp onların ortak özelliklerine göre karar vermesi ve buna göre evin kontrolünün gerçekleştirilmesi yapılabilir. Ayrıca akıllı ev sistemlerinin kontrolü beyin dalgalarını algılayan sistemler geliştirilerek ev cihazlarını düşüncelere göre yöneten sistemler geliştirilebilir.

Ülkemizin son yıllarda yaşlı nüfusu artmaktadır. IoT teknolojileri kullanarak bu yaşlıların sağlıklarının izlenmesi çalışmaları hızlandırılmalıdır. Öncelikle yaşlı ve hastaların bağlı olduğu, doktor/hemşire tarafından istenildiğinde izleme yapılabilen sağlık otomasyonu geliştirilmelidir. Geliştirilen otomasyon sistemi sayesinde hasta/yaşlıların tansiyon, şeker, kalp ritmini vb bazı önemli durumların takibi yapılabilir. Ayrıca hasta/yaşlıların ilaç kullanımları konusunda gözlemler yapılabilir. Bu insanlarda herhangi bir acil durum geliştiğinde, mevcut sistem sağlık merkezlerini bilgilendirebilir.

Geliştirilen sistem gerekli elektrik enerjisini şebeke üzerinden karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu tasarıma yenilenebilir elektrik enerji kaynakları ilave edilerek daha efektif ve tasarruflu bir otomasyon sistemi geliştirilebilir.

Tasaralnan literatürden, teknolojinin gelişimi çevremizde her alanı etkilemektedir. Dünyada verimliliği ve tasarrufu arttırmak için akıllı sistemler tercih edilmektedir. Akıllı sistemlere geçiş şehirlerde hızlı bir şekilde yaşansa da kırsalda bu geçiş yeterli seviyede değildir. Ülkemizin başlıca ekonomik sektörü tarım ve hayvancılıktır. Bu sektörde büyümeyi sağlamak için akıllı sistemler kullanılarak verimliliği artırmak adına tarım ve hayvancılıkta büyüme sağlanabileceği öngörülmektedir.

Son zamanlarda akıllı ev sistemlerinde kullanılan otomasyon sistemleri tarım/hayvan çiftliklerinde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Akıllı tarım ve hayvancılık uygulamalarında IoT ve yapay zeka teknolojiler kullanımı yaygınlaştıkça, gelecekle ilgili literatürün aktardığı öngörüler; aydınlatma, sulama, yağmurlama sistemi, sıcaklık ve nem kontrolü, ürün kontrolü, yemleme ve hayvanların bakımı ve temizliği, çiftlik güvenliği, yangından korunma gibi işlemler bu teknolojiler ile gerçekleşecektir. Böylece daha kaliteli ürün elde edilerek, sağlıklı hayvan

popülasyonu artacak, hasta hayvanların izlenmesi kolaylaşacak, iş gücü ihtiyacı azalacağı ön görülmektedir.



## KAYNAKLAR

- [1] **Şahin, H. ve Şahin, Ö.**, 2013. Akıllı Ev Ve Ev Otomasyon Sistemlerinin Güvenlik ve Koruma Amaçlı Olarak Kullanılması VI. Kontrol Otomasyon Ve Yapı Elektronik Sistemleri Sempozyumu., İzmir. 21-24 Kasım 2012.
- [2] **Özcanhan, M. H.**, 2016. Akıllı Kapılara Yeni Özellik: Bilgi Paylaşımli Güvenlik, Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 23(5), 581-587, 2017.
- [3] **İnal, K. ve Akçayol M.A.**, 2009. GSM Tabanlı Akıllı Ev Uygulaması, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 2, Mayıs 2009
- [4] **Ercan, T. ve Kutay M.**, 2016. Endüstride Nesnelere İnterneti (IoT) Uygulamaları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 2016. 035102 (599-607)
- [5] **Tosunoğlu, S. O.**, 2009. Akıllı Ev Sistemlerinde Merkezi Veri Toplama ve Cihaz Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Ens., İstanbul.
- [6] **Birgül L. ve Cansever G.**, 2008 Mikrokontrollör ile Akıllı Ev Otomasyonu ve Bilgisayar Arayüzü 2008 ELECO, Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu Ve Fuarı Bildirileri, Bursa. 26-30 Kasım 2008.
- [7] **Bayer, S. E. ve Ertunç, H. M.**, 2005. Akıllı Ev Otomasyon Uygulamaları, III. Otomasyon Sempozyumu ve Sergisi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 6-10, 2005.
- [8] **Gül, F.**, 2010. Akıllı Ev Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [9] **Yumurtacı, M. ve Keçebaş, A.**, 2009. Akıllı Ev Teknolojileri ve Otomasyon Sistemleri, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, Türkiye, 2009, 13-15 Mayıs.
- [10] **Aslan, A.**, 2014. Akıllı Ev Kavramı Ve Otomasyon Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [11] **Tomita, M. R., Russ, L. S., Sridhar, R. and Naughton B. J.**, 2010. Smart Home With Healthcare Technologies For Community-Dwelling Older Adults, Mahmoud A. Al-Qutayri, Smart Home Systems. ISBN:978-953-307-050-6, InTech, Newyork, USA.
- [12] **Erbey, A.**, 2016. Akıllı Evler İçin Mobil Uygulama Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- [13] **Zheng, Z.**, 2013. Home Automation Smart Home Technology And Template House Design, Bachelor's Thesis, Savonia University Of Applied Sciences, Finlandiya.

- [14] **Gügöl, G. N.**, 2008. Akıllı Ev Sistemleri ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [15] **Kardaş, Y. Y., Özerdem M. S.**, 2015. GSM Kontrollü Akıllı Ev Uygulaması, Dicle Üniversitesi, Mühendislik Dergisi, Diyarbakır. Cilt 6, Sayı 1, 9-18, Haziran 2015
- [16] **Velez, L. L.**, 2015. IoT Applied To Home Automation, A Degree Thesis, The Escola Tècnica d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona Universitat Politècnica de Catalunya.
- [17] **Patil, A., Potnis, P., Katkar, K.**, 2017. SMS Based Home Automation System Using Arduino ATMEG328 with GSM. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 47 Number 7 May 2017, 369-374. İndia.
- [18] **Sokullu, R., Doğanay, E., Kurtoğlu, İ., Karatepe, E.**, 2006. DH1, DH3 ve DH5 Paket Tiplerinin Kullanıldığı Bluetooth Ağların Matlab-Simulink İle Modellenmesi Ve Adaptif Paket Seçimi, ECO`2006 Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu Ve Fuarı Bildirileri, Bursa, 6-10 Aralık 2006.
- [19] **Sevil, M.**, 2015. Akıllı Binalar İçin Özgün Kablosuz Sensör Ağları Tasarımı İle Gerçek Zamanlı Enerji İzleme ve Kontrolü, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] **Al-Qutayri, M. A. and Jeedella, S.**, 2010. Integrated Wireless Technologies for Smart Homes Applications, Mahmoud A. Al-Qutayri, Smart Home Systems. ISBN:978-953-307-050-6, InTech, Newyork, USA.
- [21] **Baykara, M., Gürtürk U., ve Karakaya, E.** 2017 NFC Based Smart Mobile Attendance System, 2nd International Conference on Computer Sciences and Engineering (UBMK 2017), Antalya, 2017.
- [22] **Toylan, M. Y.**, 2016 KNX Tabanlı Bina Otomasyon Sistemlerinin Laboratuvar Ortamında Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- [23] **Süzen, A. A., ve Taşdelen, K.**, 2013. Kinect Teknolojisi Kullanılarak Engelliler İçin Ev Otomasyonu, SDU International Technologic Science, Vol. 5, No 2, December 2013, pp. 122-131.
- [24] **Gürfidan, R.**, 2012. Kinect Teknolojisi Kullanılarak Robot Kol Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [25] **Güneş, H.**, 2016. Öğrenebilen, Web Tabanlı, Düşük Enerji Tüketimli, Modüler Ev Otomasyon Sistemi Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

- [26] **Andersson, M., Bastos, A., Blomberg, S. Nyborg, E. Palsson, A. And Tham, P.,** 2015 Home Automation For Existing Devices, Automating Non-Smart Devices Using Bluetooth Mesh Technology Controlled By Android Smartphones, *Bachelor's Of Science Department Chalmers University Of Technology University Of Gothenburg, Sweden.*
- [27] **Işık, A. F.,** 2013. Sensör Çeşitleri, Robotik Alanda Kullanılan Sensörler ve FSR Sensör Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir,
- [28] **Öztürk, A.,** 2017. İç Aydınlatma Kontrolünde Programlanabilir Denetleyiciler İle Kablosuz Ağ Teknolojisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [29] **Dilek, S.** 2017. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Uzaktan Sağlık İzleme Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [30] **Eren, M.,** 2006. Bina Güvenlik Sistemlerinin Bilgisayarla Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [31] **Beşli, N. ve Nacar, M. A.,** 2011. İnternet Tabanlı Güvenlik Kamera Sistemleri Tasarım ve Uygulanması, Akademik Bilişim'11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 2 - 4 Şubat 2011 İnönü Üniversitesi, Malatya.
- [32] **Addimulam, S. C.,** 2015. Smart Home Control Using Raspberry Pi in Internet of Things Environment, Master of Science in Electrical Engineering, California State University,
- [33] **Yıldırım, G.,** 2016. Raspberry Pi Ezgi Matbaacılık, İstanbul.
- [34] **URL-1,** <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf>. 15.Haziran.2018.
- [35] **URL-2,** <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>. 13.Mart.2018

## Özgeçmiş

Mesut Polat 15/08/1973 tarihinde Elazığ'da doğdu. Ortaöğretimini Elazığ'da okudu. Lise öğrenimini Elazığ Mesleki ve Teknik Lisesi'nde 1991' de tamamladı. 1993 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümünü kazandı ve 1997 yılında mezun oldu.

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 1997 yılında Edremit Mesleki Eğitim Merkezi' ne atandı. 2011-2012 öğretim yılında F.Ü, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi bölümünde yüksek lisans eğitimini Elektronik Ana Bilim Dalında kazandı.

Halen Elazığ MTAL Elektrik Bölümü' nde öğretmenlik yapmaktadır.