



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMLERİNDE
PRİZ UYGULAMASI GELİŞTİRİLMESİ

HALAH KHALEL FADHIL FADHIL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aralık-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

HALAH KHALEL FADHIL FADHIL tarafından hazırlanan “AKILLI EV OTOMASYON SİSTEMLERİNDE PRİZ UYGULAMASI GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması .../12/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Sinan GÜLTEKİN

.....

Danışman

Prof. Dr. Muciz ÖZCAN

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN

.....

Üye

Doç. Dr. Sinan GÜLTEKİN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../2024 gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

HALAH KHALEL FADHIL FADHIL

Tarih: 05/12/2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinde Priz Uygulaması Geliştirilmesi

HALAH KHALEL FADHIL FADHIL

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muciz ÖZCAN

2024, 114 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Muciz ÖZCAN

Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN

Doç. Dr. Sinan GÜLTEKİN

Teknolojinin ilerlemesine bağlı olarak ev otomasyonu kontrol sistemlerinin kullanımı artarak yaygınlaşmaktadır. Akıllı ev otomasyon sistemleri insanların yaşam kolaylığı ve güvenliğe duydukları ihtiyaçları karşılamakla birlikte kullanılan enerji tüketiminin verimli kullanılmasına ve ekonomik açıdan da bir kazanç elde edilmesi imkânı sunmaktadır.

Bu çalışma mevcut binaların gelecekteki tam otomasyonlu sistemlere geçişini kolaylaştırmak için elektrikli çalışan ev aletlerinde kullanılmak üzere akıllı priz uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Ev otomasyonu sisteminde kontrol edilmek istenen her nesnenin kontrolünü gerçekleştirmek için kontrol edilmek istenen parametrelere ait sensörlerden alınacak bilgiler sistemin kontrolünü kolaylaştırmak ve sistem konforunu arttırmak için kontrol sistemiyle kablosuz haberleşmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada bu kablosuz veri aktarımı işlemini gerçekleştirmek için ESP8266 modülü kullanılmıştır. Bu modül sistemin Wifi üzerinden hem verimli veri işleme hem de düşük güç tüketimine sahip olması nedeniyle sistemin sorunsuz çalıştırılması sağlanmıştır.

Sistemin çalıştırılması için kullanıcı İnternet üzerinden önceden belirlenen sistemin güvenli bir şekilde çalıştırılması için gereken bilgilerini girdikten sonra ev otomasyon sistemine erişim sağlanmaktadır. Bu çalışmada internet arayüz programı ile akıllı priz haberleşebilmesi için HTTP haberleşme protokolü kullanılmıştır. Prizdeki her bir parametre istenildiğinde anlık olarak izlene bilmekte ve istenildiği zaman sistemin çalışmasına müdahale edilebilmektedir. Geliştirilen sistemde gerçekleştirilmek istenen işleme uygun geliştirilmesi ve değiştirilmesi mümkün olan bir yapay zeka yazılımıyla elektrikli cihazlarının çalıştırılması için gerekli kararlarını alabilmesi sağlanmıştır. Sistem kontrolü için geliştirilmesi mümkün olan yazılımla bu akıllı prizler sayesinde kontrol ettiği elektrikli cihazların acil durumlarda kendiliğinden çalışması veya duruma bağlı

olarak kullanıcının belirlediği talimatlara göre çalıştırılması veya durdurulması sağlanabilmektedir. Bu fonksiyonlar yerine getirilirken göz önünde tutulan asıl amaç geliştirilecek kontrol algoritmalarına bağlı olarak gerekli durumlarda enerji tüketimini etkili bir şekilde azaltılmasını sağlamak ve kullanıcı deneyimini de iyileştirmektir. Ayrıca akıllı priz uygulamasında kullanılan uygulama yardımıyla bir internet ağı üzerinden veriler sürekli olarak kaydedilmekte ve geçmişe dönük olarak kontrolü yapılabilmektedir. Herbir parametrenin istatistikleri grafiksel olarak çizdirilebilmektedir.

Akıllı priz çalışmasını gösterebilmek ve kontrol edilen parametreleri rahatça gözlemleyebilmek için bu çalışmada bir akıllı priz prototip tasarımı yapılmıştır ve gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışması ile günlük yaşamda ev ortamında gerçekleştirilen bazı işlerin internet üzerinden akıllı cep telefonu veya bilgisayar üzerinden kablosuz olarak ev güvenliği sağlayabilecek şekilde yapılmak istenen işleme uygun yazılacak yapay zeka yazılımları ile mevcut sistemlere kolayca adapte edilmesi ve ekonomik bir şekilde kontrol edilmesi sağlanmıştır. Aynı zamanda sisteme ait akım tüketimi, voltaj, ortam sıcaklığı, vb. parametreler internet üzerinden periyodik veya isteğe bağlı izlenebilmekte ve gerekli durumlarda sistem çalışmasına müdahale edilebilmektedir böylece insanların yaşam kalitesinin artırılmasına pozitif etki sağlanmaya çalışılmıştır.

Tez çalışmasında geliştirilen akıllı priz sistemi, enerji tüketiminde verimlilik sağlayarak kullanıcıların maliyetlerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Yapılan analizler, akıllı priz sisteminin sağladığı enerji yönetimi ve optimizasyon özellikleri sayesinde toplam maliyetlerde %43,3 oranında bir tasarruf sağlandığını ortaya koymuştur. Bu tasarruf oranı, akıllı priz kullanımı öncesindeki maliyetlerle kıyaslanarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ev Otomasyonu, Enerji Verimliliği, Enerji Yönetimi, HTTP, Nesnelerin İnterneti (IoT), Wi-Fi, Yapay Zekâ.

ABSTRACT

MS THESIS

Development Of Socket Application In Smart Home Automation Systems

HALAH KHALEL FADHIL FADHIL

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ELEKTRİKAL ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Muciz ÖZCAN

2024, 114 Pages

Jury

Prof. Dr. Muciz ÖZCAN

Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN

Assoc. Prof. Dr. Sinan GÜLTEKİN

With the advancement of technology, the use of home automation control systems has become increasingly widespread. Smart home automation systems not only meet people's needs for convenience and security but also offer opportunities for efficient energy consumption and economic savings.

This study presents the development of a smart plug application designed to be used with electrically operated household appliances, aiming to facilitate the transition of existing buildings to fully automated systems in the future. To manage every object within the home automation system, information from sensors monitoring relevant parameters is wirelessly communicated with the control system. This wireless communication enhances system control and increases user comfort. In this work, the ESP8266 module is employed to achieve this wireless data transmission. The module ensures the smooth operation of the system due to its efficient data processing and low power consumption via Wi-Fi.

The system can be accessed through the Internet once the user inputs the necessary information for secure operation. HTTP communication protocol is utilized to enable communication between the smart plug and the web interface. Each parameter of the plug can be monitored in real-time and the system can be intervened whenever necessary. A custom artificial intelligence software was developed to allow the system to make decisions regarding the operation of the electrical devices it controls. This software can be modified or further developed to suit specific applications, ensuring that the controlled electrical devices can operate autonomously in emergencies or according to user-defined instructions.

The primary objective is to effectively reduce energy consumption where necessary, based on control algorithms, while also improving user experience. Additionally, the application continuously records data over an Internet network,

allowing for historical analysis and control. Statistics for each parameter can be graphically displayed.

A prototype of the smart plug was designed and implemented in this study to demonstrate its functionality and to facilitate the observation of controlled parameters. This thesis aims to integrate easily adaptable artificial intelligence software into existing systems for economic control, enabling certain household tasks to be performed wirelessly through smart devices or computers over the Internet, thereby enhancing home security. Furthermore, parameters such as current consumption, voltage, ambient temperature, etc., can be monitored periodically or on-demand through the Internet, allowing intervention when necessary. This system aims to positively impact and improve the quality of life.

The developed smart socket system has been found to significantly reduce energy consumption, achieving a 43.3% reduction in total costs. This savings rate was determined by comparing costs before and after the implementation of the smart socket system, highlighting its effectiveness in energy management and optimization.

Keywords: Smart Home Automation, Energy Efficiency, Energy Management, HTTP, Internet of Things (IoT), Wi-Fi, Artificial Intelligence.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-------------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT..... | vi |
| İÇİNDEKİLER | viii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | x |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | xi |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | xii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Enerji Optimizasyonu | 1 |
| 1.2. Akıllı Enerji Yönetimi | 5 |
| 1.3. Akıllı Konutlarda Elektrik Yüklerinin Optimizasyonu | 5 |
| 1.4. Akıllı Prizler | 7 |
| 1.5. Yapay Zekâ | 10 |
| 1.6. Tezin Amacı..... | 11 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI | 13 |
| 2.1. Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinin Gelişimi ve Tarihi..... | 13 |
| 2.2. Enerji Optimizasyonu ve Akıllı Şebekeler | 16 |
| 2.3. Akıllı Evlerde Enerji ve Yük Yönetimi | 20 |
| 2.4. Akıllı Prizler ve Enerji Yönetimi..... | 22 |
| 2.5. Yapay Zekâ ve Ev Otomasyonu | 24 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 27 |
| 3.1. NodeMCU..... | 27 |
| 3.2. Sensörler | 31 |
| 3.2.1. ACS712 Akım Sensörü..... | 31 |
| 3.2.2. Voltaj Sensörü..... | 33 |
| 3.3. Çıkışlar..... | 35 |
| 3.3.1. 8'li Röle Modülü | 35 |
| 3.4. Entegre Devreler | 36 |
| 3.4.1. MCP3008 Entegresi | 36 |
| 3.4.2. 74HC595 Entegresi..... | 39 |
| 3.5. Güç ve Besleme | 41 |
| 3.5.1. Transformator | 41 |
| 3.5.2. LM7805 Voltaj Regülatörü..... | 43 |
| 3.6. Sensör Tabanlı Adaptif Kontrol Algoritması..... | 44 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA..... | 47 |
| 4.1. Bağlantı Şeması | 47 |
| 4.2. Devre Tasarımı | 48 |
| 4.3. Akıllı Priz Prototipinin Tasarımı ve Uygulamalı Test Süreci..... | 51 |
| 4.4. Kontrol Arayüzü Tasarımı | 52 |
| 4.4.1. HTTP Arayüzü..... | 52 |
| 4.4.2. Telefon Uygulama Arayüzü..... | 59 |
| 4.5. Yapay Zeka Destekli İşlemler..... | 66 |

| | |
|--|-----------|
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 68 |
| 5.1. Sonuçlar | 68 |
| 5.2 Akıllı Prizlerin Enerji ve Maliyet Tasarrufu | 69 |
| 5.3 Gelecekte Yapılabilir Geliştirmeler | 70 |
| 6. KAYNAKLAR | 72 |
| EKLER | 80 |
| EK-1 Akıllı priz2.ino. | 80 |
| EK-2 Access point.h | 82 |
| EK-3 EEPROMHelper.h..... | 86 |
| EK-4 ResetButton.h | 87 |
| EK-5 giris.h..... | 88 |
| EK-6 signup.h | 89 |
| EK-7 ControlCenter.h..... | 92 |
| EK-8 Akim.h..... | 100 |
| EK-9 Ayar.h..... | 104 |
| EK-10 Flutter 1 | 107 |
| EK-11 Flutter 2 | 109 |
| EK-12 Flutter 3 | 111 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

V : Voltaj.

I : Akım.

P : Güç.

R : Direnç.

C : Kapasitans.

L : Endüktans.

f : Frekans.

T : Sıcaklık.

t : Zaman.

ω : Açısal Hız.

ϕ : Faz Açısı.

μ : Mikron (Mikro).

σ : İletkenlik.

λ : Dalga Boyu.

Kısaltmalar

MCU: Mikrodenetleyici Birimi.

DSP: Dijital Sinyal İşlemcisi.

FPGA: Alan Programlanabilir Kapı Dizisi.

ARM: Gelişmiş RISC Makinesi.

IoT: Nesnelerin İnterneti.

Wi-Fi: Kablosuz Bağlantı.

BLE: Düşük Enerjili Bluetooth.

NFC: Yakın Alan İletişimi.

CART: Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları.

DLT: Dağıtık Defter Teknolojisi.

HEMS: Ev Enerji Yönetim Sistemi.

OSOS: Otomatik Sayaç Okuma Sistemi.

EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu.

TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi.

EPRI: Elektrik Gücü Araştırma Enstitüsü.

BMİDÇS: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.

ŞEKİL LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1. Türkiye’de zaman İçindeki Sera Gazı Emisyonları ve Kişi Başı CO ₂ Emisyon Miktarı Değişimi (Khairunnisa, 2021)..... | 2 |
| Şekil 1.2. Türkiye Ulusal Katkı Beyanı ve TÜİK Sera Gazı Emisyon Envanteri (Kaya, 2016b) | 3 |
| Şekil 1.3. İklim Değişikliği Sürecinde Paris Anlaşması’nın Rolü ve Türkiye’nin Konumu..... | 4 |
| Şekil 1.4. Akıllı Priz Sistemi Bileşenleri | 8 |
| Şekil 2.1. Ev Otomasyon Ağı ve Kablosuz İletişim Yapısı (Song et al., 2008)..... | 17 |
| Şekil 2.2. Wi-Fi Arayüzleri ve Sensörleri Olan Akıllı Prizler (Morimoto et al., 2013). | 23 |
| Şekil 2.3. İç ve Dış Mekânda Akıllı Güç Kontrollü Priz Modülü (WPCOM) Kullanımı (Current, 2017) | 24 |
| Şekil 3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) | 28 |
| Şekil 3.2. NodeMCU ESP8266 Pin Düzeni | 30 |
| Şekil 3.3. NodeMCU ESP8266 Geliştirme Kartı..... | 30 |
| Şekil 3.4. ACS712 Akım Sensörü Yapısı | 31 |
| Şekil 3.5. ACS712 Tipik Uygulama Devresi | 32 |
| Şekil 3.6. Algılanan Akımın Fonksiyonu Olarak Çıkış Voltajı | 32 |
| Şekil 3.7. Çevre Sıcaklığının Fonksiyonu Olarak Ortalama Toplam Çıkış Hatası | 33 |
| Şekil 3.8. Voltaj Sensörü Devresi | 34 |
| Şekil 3.9. 8’li Röle Modülü | 36 |
| Şekil 3.10. MCP3008 Entegresi | 37 |
| Şekil 3.11. MCP3008 Entegresinin Pinleri | 37 |
| Şekil 3.12. 74HC595 Entegresi | 39 |
| Şekil 3.13. 74HC595 Entegresinin Pinleri | 39 |
| Şekil 3.14. Transformator | 41 |
| Şekil 3.15. Güç ve Besleme Devre Şeması | 42 |
| Şekil 3.16. LM7805 Voltaj Regülatörü..... | 44 |
| Şekil 4.1. Akıllı Priz Sisteminin 74HC595 Ve Röle Bağlantı Şeması | 48 |
| Şekil 4.2. ACS712 Akım Sensörü ve MCP3008 Bağlantı Şeması..... | 48 |
| Şekil 4.3. Akıllı Priz Sisteminin Anakart Tasarımı..... | 49 |
| Şekil 4.4. İkinci Kontrol Kart Tasarımı | 50 |
| Şekil 4.5. Devre Kartları Arasındaki Bağlantılar | 50 |
| Şekil 4.6. Akıllı Priz Prototipinin Tasarımı | 51 |
| Şekil 4.7. Akıllı Priz Prototipinin kontrol ünitesi | 52 |
| Şekil 4.8. Wi-Fi Ayarı Arayüzü Ekranları | 53 |
| Şekil 4.9. Giriş Arayüzü Ekranları..... | 54 |
| Şekil 4.10. Yeni Kayıt ve Giriş Yap Arayüzleri | 55 |
| Şekil 4.11. Priz Kontrol Arayüzü..... | 56 |
| Şekil 4.12. Akım Ayarları Arayüzü | 57 |
| Şekil 4.13. Diğer Ayarlar Arayüzü | 59 |
| Şekil 4.14. Kayıt ve Giriş Ekranı | 60 |
| Şekil 4.15. Priz Kontrol Ekranı | 61 |
| Şekil 4.16. kullanıcı profili ve kişisel bilgiler | 62 |
| Şekil 4.17. Acil Durum Butonu Ekranı..... | 63 |
| Şekil 4.18. priz ayarları ekranını | 64 |
| Şekil 4.19. Zamanlayıcı ayarları | 64 |
| Şekil 4.20. prizin enerji tüketimi..... | 65 |
| Şekil 4.21. prizin güvenlik ve performans ayarları | 65 |

ÇİZELGE LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 3.1. NodeMCU ESP8266 Özellikleri..... | 29 |
| Çizelge 3.2. ACS712 Akım Sensörü Özellikleri..... | 32 |
| Çizelge 3.3. 8'li Röle Modülü Özellikleri | 36 |
| Çizelge 3.4. MCP3008 Entegresinin Özellikleri..... | 38 |
| Çizelge 3.5. 74HC595 Entegresinin Özellikleri..... | 40 |
| Çizelge 3.6. Transformatör Özellikleri | 42 |
| Çizelge 3.7. LM7805 Voltaj Regülatörü..... | 43 |
| Çizelge 5.1. Akıllı Priz Kullanmadan Önceki Tüketim Verileri..... | 68 |
| Çizelge 5.2. Akıllı Priz Kullandıktan Sonraki Tüketim Verileri..... | 68 |
| Çizelge 5.3. Akıllı Priz Denemesinden Elde Edilen Sonuçlar | 70 |



1. GİRİŞ

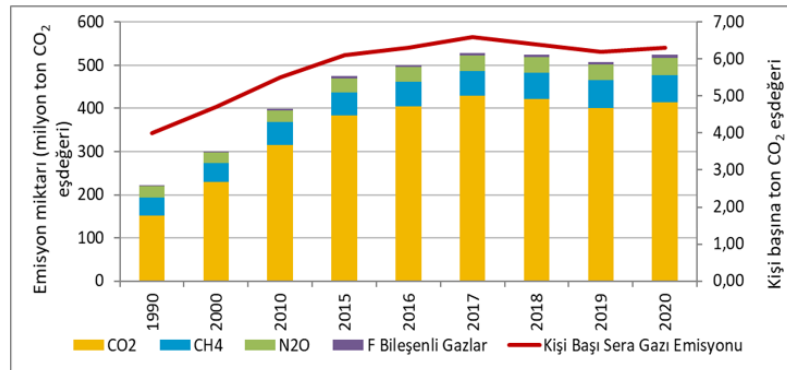
Akıllı ev sistemleri, genellikle evlerde veya binalarda kullanılan elektrikli cihazların enerji tüketiminin kontrol edilmesi ve sürekli olarak izlenmesi esasına dayanır. Bu veriler, tüketici cihazların enerji kullanımını sınırlama ihtiyacını ortaya çıkarır, bu da enerji tüketiminde önemli azalmaları sağlayabilir. Sonuç olarak, evsel enerji tüketiminde verimliliği artırmak, işletim maliyetlerini düşürmek ve sistem esnekliğini en üst düzeye çıkarmak mümkün hale gelebilir. Bu bulgular, akıllı şebekeler ve akıllı ev sistemleri aracılığıyla çok daha büyük başarılarla ulaşılabileceğini göstermektedir (Ghaffarianhoseini et al., 2016). Aşırı enerji tüketimi, enerji krizi tehdidinin artan bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ayrıca, küresel iklim değişikliği insanlığı ciddi sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır. Temiz, çevre dostu ve tükenmeyen enerjiler bulma çabalarına rağmen, enerji kullanımını etkili bir şekilde yavaşlatmak ve çevresel değişikliklerin ciddiyetini azaltmak için uygun enerji tasarrufu ve yönetim teknolojilerinin geliştirilmesi zorunludur. Günümüzde elektrik enerjisi tüketimi daha önceden tahmin edilen normal sınırlarını aşmış durumdadır. Gelişmiş ülkelerde elektrik enerjisi kullanımını kontrol etmek ve verimli kullanmak için akıllı şebeke otomasyonu uygulamaları kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır (OlaREWaju et al., 2017).

1.1. Enerji Optimizasyonu

Fosil yakıt rezervlerinin kısıtlı olması ve son yıllarda iklim değişikliği ile CO₂ emisyonlarının azaltılmasına yönelik çalışmaların artması, enerji kullanımında verimliliğin önemini giderek daha fazla ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda, enerji verimliliği konusundaki temel değerlendirme kriterlerinden biri olan enerji yoğunluğunun azaltılması, stratejik bir hedef olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin Avrupa Birliği uyum sürecindeki yükümlülüklerine bakıldığında, enerji verimliliği konusu ayrı bir öneme sahiptir. Nitekim, Türkiye 2003 Katılım Ortaklığı Belgesi'nde, kısa vadeli öncelikler arasında enerji verimliliği mevzuatının AB standartlarına uyumlu hale getirilmesi ve enerji tasarrufuna yönelik uygulamaların geliştirilmesi gibi öncelikleri benimsemiştir. Bu kapsamda, enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına yönelik olarak enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomiye olan yükünün azaltılması ve çevrenin korunması hedeflenmiştir. Dolayısıyla, yeni enerji kaynaklarına yönelik çabalar, mevcut enerji kaynaklarının verimliliklerinin artırılmasına odaklanarak, çevreyle uyumlu enerji

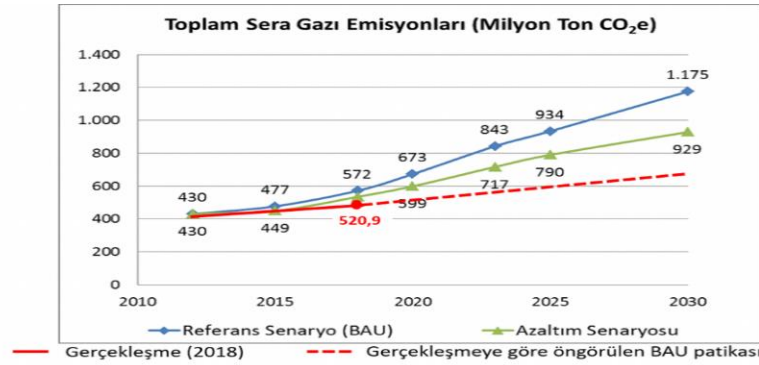
kullanımına katkı sağlayabilir (Kaya, 2016a). Bu çerçevede, Türkiye'deki sera gazı emisyonları ve kişi başı CO₂ emisyon miktarındaki değişim, Şekil 1.1'de detaylı olarak sunulmaktadır (Khairunnisa, 2021a).



Şekil 1.1. Türkiye’de zaman içindeki Sera Gazı Emisyonları ve Kişi Başı CO₂ Emisyon Miktarı Değişimi (Khairunnisa, 2021)

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak, enerji bağımlılığını ve enerji yoğunluğunu azaltmayı hedefleyen enerji verimliliği programları üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, belirlenen bu hedeflere ulaşılması için yalnızca mevzuat değişiklikleri yeterli olmayıp, finansal teşvik programları ve toplumsal destek gibi ek stratejiler de gereklidir. 2003 yılı AB Katılım Ortaklığı Belgesi’nde yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini ana öncelikler arasına koymak önemli bir adım olarak belirtilmiştir. Buna rağmen, Türkiye, enerji yoğunluğu açısından dünya ortalamasına ulaşmakta hala zorluklar yaşamaktadır. Dünya ortalamasının altında yenilenebilir enerji kullanımına sahip olan Türkiye, 2023 yılında yenilenebilir enerji kullanım hedefini %30’a çıkarma planını hayata geçirmeye çalışmıştır. Ancak, karşılaşılan teknik, ekonomik ve yasal zorluklar bu hedefe tam olarak ulaşılmasını engellemiştir. Bu durum, belirlenen hedeflere ulaşabilmek için daha kapsamlı ve çok boyutlu stratejilerin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Kaya, 2016b).

Bu bağlamda, Türkiye’nin ulusal katkı beyanı ve TÜİK tarafından yayımlanan sera gazı emisyon envanteri verileri, Şekil 1.2’de detaylı olarak sunulmaktadır. Şekil 1.2’de görüldüğü gibi, 2018 yılı gerçekleşme verileri ile geleceğe yönelik BAU (Business as Usual) patikası arasında önemli farklar bulunmaktadır. Bu veriler, Türkiye’nin enerji politikasında belirlediği hedeflere ulaşmak için daha fazla çaba sarf etmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Kaya, 2016b).



Şekil 1.2. Türkiye Ulusal Katkı Beyanı ve TÜİK Sera Gazı Emisyon Envanteri (Kaya, 2016b)

Türkiye'nin kaynakların doğru kullanımı ve taşınması konusunda yaşanan kayıp ve sızıntıları önlemek için yapacağı çabalar, yeni enerji santralleri kurmak için harcayacağı çabalar kadar önemlidir. Sınırlı kaynaklara sahip Türkiye, enerji ihtiyaçlarını karşılarken güvenilir, ekonomik ve çevre dostu bir tutum izleyerek enerji verimliliğini uygulayarak dışa bağımlılığını azaltabilir (Kaya, 2016b).

Türkiye, Paris Anlaşması'nı 2016 yılında imzalamış olmasına rağmen, henüz onaylamayan ülkeler arasında yer almaktadır. Paris Anlaşması, ülkelerin ulusal şartlarına uygun şekilde hazırladıkları ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) kapsamında sundukları taahhütlerle küresel iklim değişikliğiyle mücadeleyi hedeflemektedir. BMİDÇS, 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda kabul edilen ve taraf ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlayan bir uluslararası anlaşmadır. Türkiye, Paris Anlaşması'nı imzalayarak küresel iklim eylemine katkıda bulunma niyetini beyan etmiş olsa da, bu taahhüdünü ulusal düzeyde onaylama sürecini henüz tamamlamamıştır (Horowitz, 2016a).

Sekretaryasına sundukları ulusal emisyon azaltım beyanları baz alınıyor ve ülkeleri her 5 yılda bir kendi beyanlarını daha da iyileştirmeye davet ediyor. Türkiye'nin BMİDÇS Sekretaryasına sunduğu ulusal katkı beyanında, hiç önlem almadığı senaryoda (referans senaryo) 2030 itibarıyla 1.175 milyon ton CO₂'e seviyesine ulaşan emisyonlarını, önlemler altında %21 azaltımla 929 milyon ton CO₂'e seviyesine indirebileceğini beyan etmiştir (Horowitz, 2016a).

1.2. Akıllı Enerji Yönetimi

Akıllı şebeke, gerçek zamanlı olarak elektrik fiyatındaki değişikliklere bağlı olarak müşterileri bilinçlendirmek için akıllı sayaç kullanmaktadır, ancak bu da enerji tüketimini azaltmak için yeterli bir yol değildir. Çözüm, akıllı priz kullanarak, akıllı sayacın ve kontrol merkezinden uygun bir yönetim planının aldığı sinyale bağlı olarak evdeki enerji kontrolörü aracılığıyla ev aletlerinin verimli kontrolü ve yönetimidir.

Günümüzde Türkiye gibi gelişmiş ülkelerde konutlarda kullanılan elektrik enerjisi, toplam şebeke elektrik tüketiminin %30'dan fazlasını oluşturmaktadır (Gottwalt et al., 2011). Pik talep zamanlarında, sistem güç sağlama yeteneğini kaybettiğinden, sistemdeki nominal değerden sapmaya neden olarak şebeke frekansında değişimler meydana gelmesine ve bu da zorunlu elektrik kesilmesi gibi bir şebeke için hiçte istenmeyen olaylara neden olarak hem güvenlik hem de ekonomik kayıplara yol açabilir. Burada bahsedilen olumsuz etkileri engellemek ve şebeke istikrarını sağlamak için Talep Yanıtı (DR- Demand Response) mekanizmasına önemli bir dikkat gösterilmesi gerekmektedir. Bu sayede müşteri yüklerinin kontrolüne odaklanılarak konutlardaki enerji tüketiminin azaltılması veya optimize edilmesi hedeflenmektedir, aksi takdirde CO₂ emisyonu gibi sosyal etki, ekonomik ve çevresel olumsuz etkilere sahip ek güç santralleri inşa edilmesi gerekecektir. Talep Yanıtı, konut sektöründeki sakinlerin, kamu hizmeti sinyallerine ve müşteri tercihlerine yanıt olarak belirli bir zaman diliminde elektrik kullanımlarını azaltmalarına veya bu kullanımı başka bir zaman dilimine kaydırmalarına olanak tanır (Elsland et al., 2014a).

Türkiye'de akıllı sayaç girişimleri, "Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSOS)" projesi çerçevesinde yürütülmekte olup, TEİAŞ bünyesinde bu projenin uygulanması amacıyla ADSL ve GPRS gibi iletişim kanallarının sağlanması ve kurulumu gibi çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 2012 yılı sonuna kadar 948 farklı lokasyonda toplamda 2.761 adet akıllı sayaç başarıyla monte edilmiş ve bu sayaçlardan veriler sağlıklı bir şekilde okunmuştur. Ayrıca, 349 kullanıcının kendi sayaçlarına ait enerji verilerini görebilmeleri için bir web tabanlı yazılım geliştirilmiştir (Elsland et al., 2014b). "Enerji Verimliliği ve Strateji Belgesi"nde ise, enerji ve güç tüketim miktarlarına göre farklılaşan tarifeleri içerecek şekilde çok terimli sayaç kullanımı gibi konular ele alınmıştır.

1.3. Akıllı Konutlarda Elektrik Yüklerinin Optimizasyonu

Talep tarafından enerji yönetiminin kritik bir parçası olarak belirlenen elektrik yüklerinin optimizasyonu, zirve yük talebinin minimize edilmesi ve enerji üretim

tesislerine sağlanan desteğin artırılması için temel bir süreçtir. Bu kapsamda, devlet kurumları ve enerji yönetim sistemleri geliştiricileri, konunun araştırılması ve geliştirilmesine büyük önem atfetmektedirler. Elektrik yüklerinin optimizasyonunda, ısıtma, soğutma, su ısıtıcıları, şebeke bağlantılı elektrikli araçlar ve diğer ev aletleri gibi kontrol edilebilir yükler öncelikli olarak dikkate alınmıştır. Ayrıca, dağıtık enerji kaynaklarının yaygınlaşmasıyla, bu kaynakların daha etkili yönetilmesi amacıyla enerji yönetim sistemleri geliştiricileri bu alanlarda yenilikler yapmaya teşvik edilmiştir.

Ekonomik açıdan, kullanıcıların yüklerini etkin bir şekilde yönetmeleri, enerji maliyetlerinin düşürülmesine ve dağıtık enerji kaynaklarından elde edilen gelirin artırılmasına olanak sağlar. Yük yönetimi, enerji piyasasında dengeleyici bir rol oynayarak, temel enerji sağlayıcılarının karşılaşılabileceği mali yükümlülükleri azaltabilir. Bu çerçevede, enerji sağlayıcılar tarafından, sabit fiyatlar yerine esnek fiyatlandırma seçenekleri sunularak müşterilerin enerji tüketimini fiyat değişikliklerine göre ayarlaması teşvik edilir. Ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte, elektrik fiyatlandırma mekanizmaları genellikle üç zamanlı tarife, gerçek zamanlı tarife ve kritik zirve fiyatlandırması olmak üzere üç ana kategoride incelenebilir (Mamiş et al., 2016).

Üç zamanlı tarife, günün belirli saatlerine göre farklı fiyatlandırma sunar ve düşük, orta ve yüksek talep dönemlerine göre değişen sabit fiyatlar uygular. Gerçek zamanlı tarife, piyasadaki anlık enerji fiyatlarına dayanarak fiyatların sürekli olarak güncellenmesini içerir, bu sayede kullanıcılar enerji tüketimlerini maliyetin daha düşük olduğu zaman dilimlerine yönlendirebilirler. Kritik zirve fiyatlandırması ise, belirli zirve dönemlerinde uygulanan ve üç zamanlı tarifeye kıyasla daha yüksek maliyetlerin talep edildiği bir sistemdir.

Kullanıcıların, bu esnek tarife seçeneklerinden maksimum faydayı sağlayabilmeleri için, enerji tedarikçilerinin tahminlerine ve analizlerine dayanarak tüketim alışkanlıklarını uygun şekilde ayarlamaları gerekmektedir. Ancak, enerji tüketiminin etkin bir şekilde yönetilmesi, özellikle değişken tarifelerin doğru bir şekilde anlaşılması ve buna uygun tüketim stratejilerinin belirlenmesi, bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için, enerji yönetim sistemlerinin otomatik izleme ve kontrol mekanizmaları devreye alınarak, kullanıcıların enerji tüketimini daha akıllı ve etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olunmaktadır. Akıllı sayaçların ve ev otomasyon sistemlerinin geniş çapta kullanılması, çeşitli elektrik tarifelerinin uygulanmasını kolaylaştırmakta ve enerji yönetim sistemlerinin etkinliğini

artırmaktadır. Bu bağlamda, yük yönetimi, enerji tüketiminin optimize edilmesi ve enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması açısından stratejik bir öneme sahiptir.

1.4. Akıllı Prizler

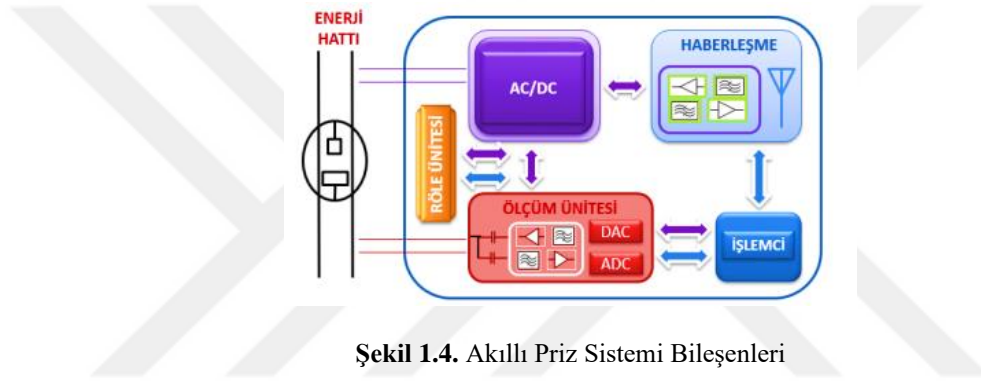
Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilen elektrik enerjisinin %54'ü binalar tarafından tüketilmektedir (Kok et al., 2011). Avrupa'da ise elektrik tüketiminin neredeyse yarısının evlerde, ofislerde ve ticari binalarda gerçekleştiği görülmektedir (Roberson et al., 2004). Bu iki kıta arasındaki elektrik tüketimi verileri incelendiğinde, akıllı şebekelerin önemli bir unsuru olarak akıllı evlerin öne çıktığı söylenebilir. Enerji verimliliğinin evlerde sağlanması, genel enerji tüketiminin verimliliğini büyük ölçüde artırabilir ve bu da sürdürülebilir enerji kullanımına katkıda bulunabilir. Diğer yandan, konut ve iş yerlerindeki priz yüklerinin toplam yüklerin yaklaşık %60'ını oluşturduğu tespit edilmiştir (T. Zhu et al., 2011). Bu yükün önemli bir kısmı, cihazların sürekli olarak prizlere takılı kalmasından kaynaklanmakta olup, bu durumu önlemek ve enerji tasarrufunu artırmak için priz yüklerini yönetecek gelişmiş algoritmaların geliştirilmesi gerekmektedir. Prizlere takılan elektrikli cihazların bu yönetim algoritmalarına dahil edilebilmesi için "akıllı" olmaları şarttır. Ancak, mevcut sistemlerde cihazların çoğunluğunun akıllı yapıda olmaması nedeniyle, akıllı prizler devreye girmektedir. Akıllı prizler sayesinde, cihazlar uzaktan kontrol edilebilir ve izlenebilir hale gelmekte, ayrıca akıllı prizlerden elde edilen veriler elektrik üretim şirketlerine aktarılmakta, bu sayede pik talebin azaltılması ve fiyata göre tüketimin yönlendirilmesi sağlanabilmektedir (Kok et al., 2011; Roberson et al., 2004; T. Zhu et al., 2011).

Akıllı ev sistemleri kapsamında, ev içerisindeki tüm elektrikli cihazların enerji yönetimi algoritmalarına entegre edilebilmesi için bu cihazların "akıllı" olmaları zorunludur. Akıllı cihazlar, kullanım verilerini toplayabilir, analiz edebilir ve bu bilgilere dayanarak enerji tüketimini optimize edebilir. Şekil 1.4'te gösterilen akıllı prizlerin yapısı, bu sistemlerin temel bileşenlerini yansıtmaktadır ve aşağıdaki dört ana başlık altında incelenebilir:

1. **Ölçme:** Akıllı prizler, bağlı cihazların enerji kullanımını ölçen sensörlere sahiptir. Bu ölçümler, gerçek zamanlı tüketim verileri sağlar ve kullanıcıların enerji kullanım alışkanlıkları hakkında bilgi edinmelerine yardımcı olur.
2. **Değerlendirme:** Toplanan veriler, akıllı prizler tarafından işlenerek enerji tüketimini analiz eder. Bu analiz, cihazların enerji verimliliğini değerlendirmek ve gereksiz enerji harcamalarını azaltmak için kullanılır.

3. **Haberleşme:** Akıllı prizler, kablosuz ağlar veya internet üzerinden merkezi bir kontrol sistemine veya kullanıcının akıllı telefonuna bağlanabilir. Bu sayede cihazlar arası iletişim ve uzaktan kontrol mümkün hale gelir.
4. **Anahtarlama:** Akıllı prizler, enerji tüketimini yönetmek için cihazları otomatik olarak açıp kapatabilir. Bu özellik, yüksek tüketimli zamanlarda veya cihazın kullanılmadığı zamanlarda enerji tasarrufu sağlar.

Şekil 1.4'te görüldüğü gibi, akıllı priz sistemi bileşenleri, enerji tüketiminin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Bu dört işlev, akıllı ev otomasyon sisteminin temel taşları olup, enerji kullanımını optimize etmek için kritik öneme sahiptir.



Şekil 1.4. Akıllı Priz Sistemi Bileşenleri

Yazılım ve haberleşme birimi, akıllı prizleri standart prizlerden ayırarak onları "akıllı" yapan iki temel bileşendir. Akıllı prizlerde, enerji tüketimini değerlendirme ve yönetme işlemleri yazılım aracılığıyla işlemciler üzerinde gerçekleştirilir. İşlemcide yürütülen yazılım algoritmaları, prizlerin farklı çalışma modlarına uyum sağlamasını ve böylece çeşitli senaryolara göre enerji tüketimini optimize etmesini mümkün kılar.

Bu işlevsellik sayesinde, akıllı prizler ev içi enerji yönetim algoritmalarının bir parçası haline gelir. Enerji yönetim sistemi, basitçe enerji fiyatlarına göre yüklerin ve taleplerin planlanmasını sağlar. Prizlere özgü bu yönetim sistemi "Ev Enerji Yönetim Sistemi" (HEMS) olarak adlandırılır. HEMS'in ana girdileri arasında tüketici profili ve şebeke durumunun anlık ve ortalama değerleri bulunur. Bu sistemden beklenti, kullanıcının enerji tüketimini zamanlamasına ve bu kararları kullanıcıya bir arayüz aracılığıyla sunmasına olanak tanınmasıdır.

Genel olarak, akıllı sistemlerde değerlendirme birimi olarak kullanılan dört farklı yapılandırma birimi bulunur: Mikrodenetleyici Birimleri (MCU), Dijital Sinyal İşlemcileri (DSP), Alan Programlanabilir Kapı Dizileri (FPGA) ve Gelişmiş RISC

Makineleri (ARM). Her biri farklı işlevsellikler ve performans seviyeleri sunar ve belirli uygulamalara göre seçilebilir.

- **Mikrodenetleyici Birimi (MCU):** Maliyet ve verimlilik açısından akıllı uygulamalarda sıklıkla tercih edilen bir bileşendir. MCU'lar, 8 ile 64 bit arasında değişen giriş/çıkış değerleri seçenekleri sunar ve verileri RAM, ROM, EEPROM ve FLASH belleklerde depolayabilir.
- **Dijital Sinyal İşlemci (DSP):** MCU'larla benzer özellikler gösterir ancak FFT (Hızlı Fourier Dönüşümü), DFT (Diskret Fourier Dönüşümü) veya dijital filtreleme gibi yoğun hesaplama gerektiren işlemleri yapabilme kapasitesine sahiptir. Matematiksel veya karmaşık işlem gerektiren bölgesel uygulamalar için ideal bir çözümdür. Ayrıca güç tüketimi detaylarını hesaplayabilir ve bunları monitöre edebilir.
- **Alan Programlanabilir Kapı Dizisi (FPGA):** Programlanabilir lojik devreler aracılığıyla paralel işleme yeteneği sağlar ve MCU veya DSP'lere göre daha hızlı işlem yapma kapasitesine sahiptir. Ancak maliyet ve programlama karmaşıklığı nedeniyle genellikle akıllı uygulamalarda tercih edilmez.
- **Gelişmiş RISC Makinesi (ARM):** Akıllı telefonlar ve diğer pek çok modern uygulamada yaygın olarak kullanılır. Düşük güç tüketimi ve yüksek performansı ile güç profilini ve tüketim optimizasyonunu destekler.

Akıllı prizlerde en önemli parçalarından biri de haberleşmedir. Cihazlar arası ve sistem genelinde veri alışverişini sağlayan kritik bir bileşendir. Akıllı prizler gibi ev otomasyon cihazları, bu haberleşme ağının bir parçası olarak ev içi sistemlerle bütünleşmiş çalışır. Haberleşme teknolojileri, uygulama alanının gereksinimlerine göre çeşitlilik gösterir ve her birinin avantajları, dezavantajları ve en uygun kullanım senaryoları vardır.

Akıllı prizlerle ilgili haberleşme teknolojileri, ev içi kapalı alan haberleşme sistemlerine örnek olarak aşağıdakileri içerebilir:

1. **Wi-Fi:** Yüksek bant genişliği ve kolay erişim sağlar, ancak nispeten yüksek enerji tüketimi ve sınırlı menzili ile dikkat çeker.
2. **ZigBee ve Z-Wave:** Düşük güç tüketimli cihazlar için idealdir, mesafe açısından Wi-Fi 'ye göre daha sınırlıdır, fakat daha düşük enerji tüketirler.

3. **Bluetooth ve Bluetooth Low Energy (BLE):** Kısa menzilli bağlantılar için uygundur ve özellikle BLE, düşük enerji tüketimi ile mobil cihazlarla entegrasyonu kolaylaştırır.
4. **NFC (Near Field Communication):** Çok kısa mesafelerde iletişim için kullanılır ve genellikle ödeme sistemleri veya basit eşleştirme işlemlerinde tercih edilir.
5. **Powerline Communication:** Mevcut elektrik hatları üzerinden veri iletimi yapar ve ek kablo çekme ihtiyacını ortadan kaldırır.
6. **Ethernet:** Kablo aracılığıyla sağlam ve hızlı bağlantılar sunar, ancak kablolama maliyeti ve zorlukları bulunabilir.

1.5. Yapay Zekâ

Makine öğrenmesi, insanların öğrenme yeteneğine dayanarak geçmiş bilgilerden geleceğe anlam kazandırabilme kabiliyeti sonucunda hedef odaklı tahmin ve sınıflandırma yapabilen bir yapay zekâ yöntemidir. Makine öğrenmesi kavramı ilk olarak 1959 yılında Arthur Samuel'in "Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers" (Dama Oyunu Kullanarak Makine Öğrenmesinde Bazı Çalışmalar) başlıklı çalışmasıyla kullanılmıştır. Bilgisayarı dama oyununda yenme konsepti, bugüne kadar yapılan çalışmalarda öncü bir konsept olarak kabul edilebilir (Moerland et al., 2023).

Leo Breiman, Jerome Friedman, Richard Olshen ve Charles Stone (BFOS), 1984 yılında sınıflandırma ve regresyon ağaçlarının (CART) oluşturulmasıyla yapay zekâ, makine öğrenmesi, parametrik olmayan istatistikler ve veri madenciliği alanlarında önemli katkılarda bulunmuşlardır. Karar ağaçlarının incelenmesi, çalışmanın kapsamını genişletmiş, sağladığı teknolojik gelişmeler, içerdiği ağaçlarla yapılandırılmış verilerin karmaşık örneklerini analiz etme ve içerdiği ağaçlar için büyük örnek teorisi üzerine yetkin tartışmaları içermiştir. Bilimsel ve Sosyal İndeksler atfına göre, CART yayınlandığından bu yana 3000 defa kullanılmıştır. Google Akademik de yaklaşık 8.450 alıntıyı listelemektedir. CART, kredi riski, hedef pazarlama, finansal piyasa modelleme, elektrik mühendisliği, kalite kontrolü, biyoloji, kimya ve klinik tıbbi araştırmalar da dahil olmak üzere birçok alana ve kullanıma girmiştir. Ayrıca, ağaç yapılandırılmalı vektör kuantizasyonu kullanılarak görüntü indirgemesine önemli bir etki yapmıştır (Steinberg & Colla, 2009).

CART modelleri, lojistik regresyon, diskriminant analizi ve regresyon analizi gibi geleneksel istatistiksel tekniklere bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu ağaç modelleri, yorumlanabilirlikleri ve uygulama kolaylıkları nedeniyle popülerlik kazanmaktadır (Gray

& Fan, 2008). Ve iki önemli istatistiksel kaygı bulunmaktadır. Her biri, bağımsız değişken olan bir x tahmin edici değişkenler vektörünün değerleri verildiğinde, bağımlı değişken olan bir y yanıt değişkenini tahmin eder. X 'in değerler alanı olan X_i ve y 'nin değerler alanı olan Y 'yi düşünün. Y sürekli veya gerçek değerli ayrık bir değişken olduğunda (örneğin bir arabanın ağırlığı veya kazaların frekansı gibi), ortaya çıkan sorun regresyon olarak bilinir. Alternatif olarak, Y sırasız değerlerin sonlu bir kümesi olduğunda (örneğin arabanın tipi veya üretim ülkesi gibi), görev sınıflandırma olarak bilinir (Loh, 2008). CART, hiyerarşinin bir ağaç olarak adlandırıldığı ve her bölümün bir düğüm olarak adlandırıldığı özellikler kullanılarak bir segmentasyon modelleme yaklaşımıdır; kök düğüm tüm veri tabanını içerir. Kök düğüm ardışık olarak çocuk düğümlere bölünür. Daha fazla veri alt bölümlenmesi mümkün olmadığında, son alt gruplar terminal düğümler veya yapraklar olarak adlandırılır (Machado et al., 2019).

Makine öğrenmesi yaklaşımları arasında, verilerden tahmin modelleri oluşturmak için regresyon ve sınıflandırma ağaçları yer almaktadır. Modeller, veri alanını tekrar tekrar bölerek ve her bölüme basit bir tahmin modeli uygulayarak oluşturulur. Dolayısıyla, bölme işlemi bir karar ağacı kullanılarak grafiksel olarak temsil edilebilir. Sınıflandırma ağaçları, sonlu sayıda sırasız değerler alan bağımlı değişkenleri tanımlamak için kullanılır ve tahmin hatası genellikle yanlış sınıflandırma maliyeti olarak tanımlanır. Sürekli veya sıralı ayrık değerler alan bağımlı değişkenler için regresyon ağaçları kullanılır ve tahmin hatası genellikle gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki kare fark olarak ölçülür (Breiman, 2017).

1.6. Tezin Amacı

Dünya literatüründe kabul edilen tanıma göre, akıllı prizler, prizlere bağlı evsel veya ofis cihazlarının enerji tüketimini izleyen, kaydeden ve yöneten gelişmiş elektriksel cihazlar olarak tanımlanmaktadır. Bu cihazlar, bağlı oldukları cihazların tükettiği güç, akım ve gerilim gibi elektriksel parametreleri gerçek zamanlı olarak izleyerek verileri bir haberleşme altyapısı aracılığıyla uzaktan iletir ve kullanıcılara enerji tüketimini kontrol etme, izleme ve yönetme imkânı sunar. Akıllı prizler, enerji verimliliğini artırmak ve maliyetleri düşürmek amacıyla, cihazların enerji tüketimini optimize etmek için gelişmiş kontrol ve izleme özellikleri sağlar.

Geliştirilen sistem, kullanıcıların ev aletlerini uzaktan kontrol etmelerine olanak tanıyan, internet üzerinden erişilebilen bir arayüzle yönetilmektedir. Bu sistem, gerçek zamanlı veri işleme, düşük güç tüketimi ve esnek kullanım gibi özelliklerle, kullanıcıların

enerji tüketimlerini daha stratejik bir şekilde planlamalarına imkan verir. Gerçek zamanlı tarife modeli, enerji fiyatlarını pazar dinamiklerine dayalı olarak belirler ve fiyatları her yarım saat veya saat başı güncelleyerek tüketicilere sunar. Böylece, kullanıcılar enerji tüketimlerini daha verimli bir şekilde yönetebilirken, maliyetli puant saatlerinde tüketimin azaltılması teşvik edilir. Ayrıca, kritik tepe fiyatı tarifesi, enerji tüketimini sınırlamak amacıyla en yüksek fiyat noktalarını belirler ve kullanıcıları bu saatlerde daha verimli enerji kullanımını konusunda yönlendirir.

Bu tez, Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlamak amacıyla enerji verimliliğini artırmayı ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemeyi amaçlamaktadır. Paris Anlaşması'nın gerekliliklerini yerine getirmek için bu proje projelendirilmiştir. Sistem üzerindeki deneysel çalışmalar ve analizler, bu teknolojilerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini değerlendirmenin yanı sıra, kullanıcı deneyiminin nasıl iyileştirilebileceğine dair önemli bulgular sunmaktadır. Akıllı sayaçların yaygın olarak kurulması ve akıllı ev sistemlerinin benimsenmesi, bu tür modern elektrik tarifelerinin uygulanmasına olanak sağlayan sağlam bir altyapı sunmaktadır. Bu altyapı, toplanan verilerin analizini yaparak yük yönetim planlarını optimize eder ve cihazların fiziksel ağları aracılığıyla etkin bir şekilde uygulanmasını sağlar.

Bu tezin temel amacı, ev otomasyon sistemlerini kullanarak enerji tüketimini optimize etmek ve ekonomik verimliliği artırmak için yöntemler geliştirmektir. Çalışma, akıllı prizler ve gelişmiş kablosuz iletişim teknolojilerinden faydalanarak, elektrikli ev aletlerinin enerji yönetimini daha etkin bir şekilde gerçekleştirerek önemli enerji tasarrufları sağlamayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, üç zamanlı tarife modeli, tüketicilerin enerji tüketimlerini yüksek maliyetli puant saatlerinden daha düşük fiyatlı zaman dilimlerine kaydırmalarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, yük yönetimi, enerji yönetim sistemlerinin temel bir özelliği olarak tanımlanmakta ve enerji verimliliğini artırma, maliyetleri düşürme ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, ev otomasyon sistemlerinin ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki faydalarını inceleyen kapsamlı bir metodoloji sunarak alandaki bilimsel literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Araştırma, bu tür sistemlerin enerji tüketimini azaltma potansiyelini ve sürdürülebilir uygulamaları teşvik etme kapasitesini ortaya koymaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölüm, son on beş yıl boyunca ivme kazanan akıllı şebeke araştırmaları ve akıllı evlerin bu dinamik ekosisteme entegrasyonunun literatürdeki yerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Modern elektrik şebekelerinin geliştirilmesi, günümüz ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla küresel çapta yoğunlaşan çalışmaları içermektedir. Akıllı şebeke vizyonunun temel taşı, enerji verimliliği, otomatik iyileştirme, sürdürülebilirlik, enerji maliyetlerinin azaltılması, enerji çeşitliliğinin genişletilmesi, yüksek gözlemlenebilirlik ve güvenilirlik gibi özellikleri mevcut şebekeye entegre etmektir.

2.1. Akıllı Ev Otomasyon Sistemlerinin Gelişimi ve Tarihi

"Smart Home" (Akıllı Ev) kavramı ilk defa 1984 yılında bilinir hale gelmiştir. Bu terim resmi bir şekilde ilk kez Amerikan Ev İnşaatçıları Birliği tarafından kullanılmıştır. Erken dönem ev otomasyon cihazları veya sistemleri, iş gücünden tasarruf sağlayan makineler ile çalışmaya başlamıştır. Burada iki türden bahsedebiliriz: "gaz ile çalışan ev aletleri" veya "kendi içinde elektrikli" cihazlar ki, bunlar 1900'lerde elektrik gücü dağıtımının başlaması ve 1904 yılında çamaşır makinelerinin, 1889'da çeşitli su ısıtıcılarının ve son olarak dikiş makinelerinin ortaya çıkışı ile mümkün olmuştur (Hill, 2015). Son zamanlarda, enerji tüketimi ve korunması çok önemli hale gelmiştir. Ve yenilenemeyen kaynaklar gün geçtikçe tükenmektedir. Enerji tasarrufu ihtiyacı artmaktadır. Son dönemde, özellikle ev hane düzeyinde güneş enerjisi paneli kurulumları artmaktadır. Ancak bu, mevcut veya daha ziyade sağlanmış gücün Akıllı kullanımı şartını koymaktadır.

IoT (Nesnelerin İnterneti) kavramı, etrafımızdaki hareketleri kontrol etme ve izleme yeteneği sağlayarak, bu hareketleri çözümüleme imkânı sunar. Bu, cihaz ve yazılımlar aracılığıyla fiziksel objelerin birbiri veya daha büyük sistemlerle iletişim kurduğu bir ağ yapısı olarak tanımlanabilir. IoT ağları, evde kullanılan küçük cihazlardan başlayarak akıllı şehirlere kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Etkili ve yenilikçi bir IoT projesi geliştirmek amacıyla, bu teknolojiye uyum sağlayabilen çeşitli mikrodenetleyiciler kullanılmaktadır (BAŞÇİFTÇİ & GÜNDÜZ, 2019).

Özellikle salgın hastalıkların yayılmasını yavaşlatma konusunda akıllı evler önemli bir rol oynayabilir. Bu evlerde kullanılan yapay zekâ teknolojileri, hastalıklarla mücadelede önemli avantajlar sunar ve insanların sağlıklı kalabilmesi için gereken önlemlerin alınmasını kolaylaştırır (İLKBAHAR & SUNGU, 2020). Çalışmanın

donanım bölümünde, IoT özelliklerine sahip tasarımların prototiplemesine yardımcı olan NodeMCU kullanılmıştır. NodeMCU'nun programlanabilir olması, projelerin daha düşük maliyetle gerçekleştirilmesine olanak tanır ve Arduino tarzı bir geliştirme kartına ihtiyaç duymadan, mikro USB aracılığıyla kolayca bilgisayar bağlantısı sağlar (BAŞÇİFTÇİ & GÜNDÜZ, 2019; Taştan, 2019).

Çalışmanın deneysel kısmında kullanılan Raspberry Pi ise, büyüklüğü bir kredi kartı kadar olan ve İngiltere'de geliştirilen bir bilgisayardır. Raspberry Pi'nin başlıca amacı, okullarda öğrencilere temel bilgisayar bilimlerini öğretmek olup, düşük maliyetli olması tercih edilmesinin başlıca sebeplerindedir. Bu donanımların entegrasyonu, akıllı ev sistemlerinin geliştirilmesinde ve salgın gibi halk sağlığı krizlerine yanıt verme kapasitesinin artırılmasında kritik bir öneme sahiptir.

Dağıtık Defter Teknolojisi (DLT), akıllı evlerde IoT cihazlarının yönetimi konusunda yeni çözümler sunarak bütünlük ve gizlilik gibi önemli zorlukların üstesinden gelmeyi amaçlar. Bu bağlamda, Zhu ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışma, DLT'nin akıllı evlerdeki potansiyel uygulamalarını detaylandırır. Araştırmada, yenilenebilir enerji kaynaklarını da içeren durumlar göz önünde bulundurularak, akıllı evlerde kullanıcıların sıcaklık, nem, aydınlatma ve hava kalitesi gibi çeşitli parametreleri izleyebilmeleri için bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistem sayesinde, kullanıcılar insan konforunu artırırken kaynakların optimizasyonunu sağlayabilecekler. Çalışmanın bulguları, DLT kullanımının, IoT cihazları arasındaki veri alışverişini daha güvenli hale getirerek, akıllı ev sistemlerinin verimliliğini ve kullanıcı memnuniyetini artırdığını göstermiştir (Q. Zhu et al., 2019).

Belirlenen senaryoya göre tasarlanan ve operatör müdahalesi gerektirmeden çalışabilen sistemler otomasyon olarak tanımlanır. Ev otomasyonu kavramı, ev içerisinde kullanılan teknolojik aletlerin insanların istek ve ihtiyaçları doğrultusunda otomatik olarak çalıştırılmasını ve denetlenmesini ifade eder. Bu, insanların yaşamını kolaylaştıran, güvenli ve daha teknolojik bir ortam sağlayan bir sistemdir. Ev otomasyon uygulamaları, prototip evlerde veya belirli sayıda odası olan evlerde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmaların bir kısmında, Raspberry Pi gibi gelişmiş mikrodenetleyiciler kullanılmıştır. Jain ve ekibi tarafından yapılan çalışmada, Raspberry Pi'nin Python, BBC Basic, C ve Perl gibi çeşitli programlama dilleri ile programlanabildiği belirtilmiştir (Jain et al., 2014).

Akıllı ev sistemlerinin kurulumu ve entegrasyonu, modern yaşam alanlarının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Bu sistemlerin temelinde, kişisel bilgisayar

sistemleriyle bütünleşik ve tamamen uyumlu olması gereken bir yapı bulunmaktadır. Kişisel kullanım için tasarlanmış bilgisayarlar, haberleşme, kişisel gelişim, sosyal yaşam ve finansal kaynakların yönetimi gibi çeşitli alanlarda yenilikler sunarak, evlerin günlük standartlarına dahil olmuştur. Evlerde bulunan çok sayıda kişisel bilgisayarın bir ağ oluşturması, bu entegrasyonun önemli göstergelerinden biridir. Bu çeşitlilik, yaşam alanlarının teknolojik değişime adapte edilmesini gerektirir; bu değişim, evdeki cihazların ve aydınlatma sistemlerinin kişisel bilgisayarlar, telefonlar veya tabletler aracılığıyla kontrol edilmesiyle gerçekleştirilir. Birçok ev otomasyon sisteminde yer alan ana kontrol sistemi, bu amaçlar için özelleştirilmiş ve kullanımı kolay bir bilgisayara sahiptir.

Bu gelişmeler, teknoloji ve günlük yaşamın iç içe geçtiği bir geleceğe işaret etmekte olup, kişisel bilgisayarlar ve mobil cihazlar üzerinden kontrol edilebilen ev otomasyon sistemleri, kullanıcıların hayatını kolaylaştırmakta ve yaşam kalitesini artırmaktadır. Akıllı ev sistemlerinin en büyük avantajlarından biri, farklı cihazların birbirleriyle entegre şekilde çalışarak tek bir sistem üzerinden yönetilebilmesidir. Öztürk ve Naimi (2017) tarafından yapılan çalışmalar, kullanıcıların dünyanın neresinde olurlarsa olsunlar, web veya mobil cihazlar aracılığıyla sistemlere uzaktan erişim sağlayabilmesinin mümkün olduğunu vurgulamaktadır. Bu sistemlerin Bluetooth ve GSM teknolojisi kullanarak iletişimde kalabilmesi, kullanıcılara konfor, güvenlik ve erişilebilirlik açısından önemli faydalar sunmaktadır (Ahmad vd. 2014; ÖZTÜRK ve NAİMİ 2017). Bu entegrasyonlar sayesinde, akıllı ev sistemleri kullanıcılara sadece teknolojik bir konfor sunmakla kalmayıp, aynı zamanda günlük yaşamın daha verimli ve yönetilebilir olmasını sağlamaktadır.

Birçok araştırmada, yerel ağ bağlantısına ihtiyaç duymadan GSM mimarisi üzerinden SMS tabanlı kontrol sistemleri kullanılarak ev aletlerinin kontrol edilmesi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ancak, bazı bölgelerde GSM altyapısının yetersiz olması bu sistemlerin etkin çalışmasında aksaklıklara yol açmıştır. Akıllı ev sistemlerini inceleyen geçmiş çalışmalar, bu sistemlerin kurulumunda internet bağlantısının zorunlu bir gereklilik olduğunu vurgulamaktadır. İnternet bağlantısı, araştırmalarda başarı elde etmek için olmazsa olmaz bir unsurdur (Ahmad et al., 2014).

Gerçekleştirilen çalışmalarda kesin bir başarı yüzdesi belirtilmese de tasarlanan projelerin çoğunda uygulama yerlerinde tüm senaryoların başarıyla hayata geçirildiği görülmüştür. Ayrıca, otomasyon sürecinin ev otomasyonu uygulamalarında verimli ve güvenli bir şekilde başarıyla uygulandığı belirtilmiştir. Bu uygulamaların sonucunda, evlerin kontrolünün istenilen şekilde başarılı bir biçimde sağlandığına dair

değerlendirmeler yapılmıştır. Bu sonuçlar, akıllı ev sistemlerinin gelecekteki potansiyelini ve önemini göstermektedir, aynı zamanda teknolojik altyapının güçlendirilmesinin bu sistemlerin başarısındaki rolünü de vurgulamaktadır.

2.2. Enerji Optimizasyonu ve Akıllı Şebekeler

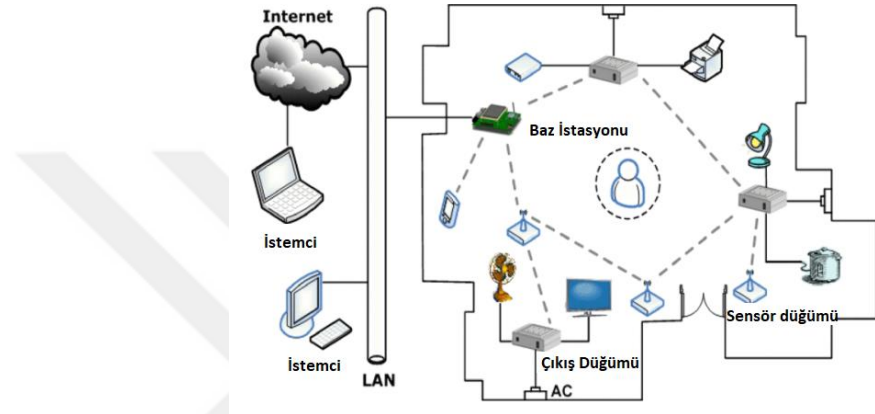
Günümüzde akıllı şebeke, enerji sistemlerinin sürdürülebilir bir yapıya geçişinde küresel anlamda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Elektrik şebekelerinin bilgi ve iletişim teknolojileri ile güçlendirilmesi, enerji geçişi sırasında karşılaşılan sorunların üstesinden gelinmesine yardımcı olacaktır (Alagoz et al., 2015). Akıllı şebeke kavramı, politik destek ve araştırmalara ayrılan büyük fonlarla güçlü bir vizyona sahip olup, hükümetler ve endüstriyel çevrelerin ilgisini çekmiştir. Ancak, akıllı şebekelerin toplumsal kabulü ve etkileşimi üzerine odaklanan araştırmalar yeterince gelişmemiştir. Ev kullanıcılarının akıllı şebeke sistemlerine entegrasyonu ve bu sistemlerden nasıl faydalanabilecekleri konusu, genellikle tüketici teşviklerine odaklanarak ele alınmıştır (Deniz et al., 2014; Keles et al., 2013).

Dünya genelinde akıllı şebekelerle ilgili yapılan uygulamalara ve bu alana gelişmiş ülkeler tarafından daha fazla yatırım yapılması gerektiğine dair planlamalara vurgu yapan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde, Kırmızıoğlu E., güç eksikliklerinin şebekedeki sensörler aracılığıyla anında tespit edilmesi ve bu sayede kesintisiz enerji sağlanması, enerji kalitesi ile ilgili arızaların giderilmesi, iletim ve dağıtım hatlarındaki kayıpların azaltılması ve verimin artırılması gerekliliğine değinmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin mevcut sistemlere entegrasyonunun akıllı şebekelerle mümkün olacağını belirtmektedir (Yılmaz, 2019'a).

Rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının akıllı şebekelere entegrasyonu ve bu entegrasyonun şebeke üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu kaynakların üretimdeki payını arttırmakla kalmayıp, karşılaşılan problemlere yeni çözüm yolları sunmaktadır (Chinchilla et al., 2006; Erlich et al., 2006). Bu tür çalışmalar, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımını teşvik ederken, akıllı şebekelerin optimizasyonuna yönelik inovatif yaklaşımlar geliştirmektedir. Bu yaklaşımlar, enerji sektöründe sürdürülebilirliği artırmak ve çevresel etkileri minimize etmek amacıyla kritik öneme sahiptir.

Son zamanlarda birçok kablosuz iletişim teknolojisi geliştirilmiş ve bu teknolojiler, akıllı evlerde yeniliklere yol açmıştır. Özellikle, kablosuz kontrol edilebilir

bir güç prizi, akıllı telefonla uyumlu ZigBee radyosuna bağlı olarak çalışmak zorundadır. Kablosuz sensör ve aktüatör ağının pratik bir uygulaması, önerilen ev otomasyon ağıdır. Şekil 2.1'de gösterildiği gibi, ev otomasyon ağı birkaç sensör düğümü, birkaç kablosuz güç prizi modülü ve bir baz istasyonundan oluşmaktadır. Güç prizi modülünün her biri, ev otomasyon ağına eklenmiş bir aktüatör düğümü olarak yapılandırılmıştır. Sensör düğümleri ve aktüatör düğümleri ev ortamına yerleştirilerek bağımsız bir şekilde çoklu atlama yapabilen bir ağ oluştururlar. Baz istasyonu ise, yerel kullanıcı etkileşimleri ve uzaktan ağ yönetimi için ağa çoklu arayüzler sağlayabilir (Song et al., 2008).



Şekil 2.1. Ev Otomasyon Ağı ve Kablosuz İletişim Yapısı (Song et al., 2008)

Akıllı şebeke vizyonu, elektrik şebekesini (Horowitz, 2016b) daha akıllı bir hale getirmeyi amaçlamakta olup, temelde tüketim ve üretimin dengelemesi zorluğuna odaklanmaktadır. Şebekenin performansının izlenmesi ve denetlenmesi, gerçek zamanlı veri aktarımı sağlayarak enerji ve veri alışverişini içeren bir mimari üzerine kurulmuştur. Akıllı şebeke tasarımı, iklim değişikliği, yakıt güvenliği, elektrik kaçağı, yanlış faturalandırma, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, zirve talep yönetimi ve elektrik kesintileri gibi mevcut sorunlara çözümler sunarak, elektrik sisteminin güvenilirliğini, verimliliğini, güvenliğini, ekonomisini ve sürdürülebilirliğini artırmayı hedeflemektedir (Mamis et al., 2012).

Günümüzde artan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla, çeşitli enerji kaynaklarını bir arada kullanmayı sağlayan hibrit sistemler üzerine pek çok çalışma yapılmaktadır. Bu sistemler, bir enerji kaynağının azalması veya kesilmesi durumunda diğer kaynakların devreye girerek enerji ihtiyacını sürekli karşılamasını amaçlar (Demirtaş, 2008). Literatürde, hibrit sistemlerin ekonomik açıdan nasıl daha verimli dizayn edilebileceği üzerinde durulmuştur.

Hibrit sistemler, birden fazla kaynağı birleştirerek çalıştığı için, öngörülemeyen yenilenebilir enerji kaynakları, yük talepleri ve sistemin bileşenlerinin doğrusal olmayan özellikleri gibi faktörler nedeniyle karmaşık bir işletme süreci gerektirir (Zhou et al., 2010). Bu karmaşıklık, sistem kontrolünü zorlaştıran pek çok parametrenin yönetilmesini gerektirir. Ancak, hibrit sistemlerin sağladığı faydalar, olası olumsuzlukları gölgede bırakmaktadır. Hibrit sistemlerin kullanımı, sistemin kuruluş maliyetlerini yüzde 20 ila 50 arasında düşürebilir. Ayrıca, üretilen enerjinin anında kullanılması durumunda akülerin çalışma verimliliği yüzde 20 oranında artabilir ve kullanılabilir akü ömrü uzayabilir. Bu avantajlar, hibrit sistemlerin enerji sektöründe tercih edilmesinin başlıca sebeplerindendir.

Hibrit enerji sistemlerinin performansını ve elektrik enerji kalitesini artırma çalışmaları, sürekli durum performanslarının araştırılması açısından önemli bir araştırma konusu olarak ele alınmıştır. Hibrit sistemler, otonom çalışan ve şebeke bağlantılı olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır. Otonom sistemlerde üretilen enerji, sistemdeki yükler tarafından tüketilirken, şebeke bağlantılı sistemlerde ise üretilen fazla enerji, ihtiyaç halinde şebekeye aktarılabilir (Dali et al., 2010). Bu, enerji üretiminde esneklik sağlar ve enerji verimliliğini artırır.

Elektrik dağıtım şebekeleri, piyasa paydaşları tarafından üretilen enerjinin entegrasyonu için her zaman yeterince dizayn edilmemiş olabilir. Araştırmacılar, enerji kalitesinin ve sistemin kesintisiz çalışmasının, piyasadaki enerji arzının sürekliliği, dağıtım sistemine ve kullanıcılara olumsuz etki bırakmaması ile doğrudan ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Özellikle, şebeke ile entegrasyon sırasında gerçekleştirilen üretimde, enerjinin kalitesini belirleyen ve sistem stabilitesi için kritik öneme sahip olan gerilim ve frekans gibi parametrelerin belirlenen sınırlar içinde tutulması gerektiği üzerinde durulmuştur (Eskander et al., 2005). Bu, enerji sisteminin genel performansını ve güvenilirliğini doğrudan etkileyen faktörler arasındadır.

Ertuğrul E. ve arkadaşları, elektrik enerji sistemlerinde üretim ve tüketim noktaları arasındaki dengenin sağlanmasının ve gereksiz enerji sarfiyatının en aza indirgenmesinin, sistemin verimliliği açısından kritik önem taşıdığına dikkat çekmiştir. Araştırma, mevcut elektrik şebekelerinde karşılaşılan güç kalitesi standartlarının sağlanması konusundaki zorlukların, akıllı şebeke teknolojisi kullanılarak, otomasyon ve optimizasyon süreçlerinin entegre edilmesiyle başlangıçtan sona kadar tüm kısımları kapsayacak şekilde çözülebileceğini vurgulamaktadır (Yılmaz, 2019b). Bu yaklaşım, enerji

sisteminin daha etkin yönetilmesini sağlayarak, enerji üretiminden tüketimine kadar olan süreçte verimliliği artırma potansiyeline sahiptir.

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu) ve TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi) tarafından belirlenen yenilenebilir enerji santrallerinin, özellikle rüzgâr santrallerinin, sisteme bağlantı kuralları kapsamında, bağlantı yapılacak olan trafonun kısa devre gücünün %5 değerini geçmemesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu kural, pratik uygulamalarda genellikle geçerli olsa da her bir yenilenebilir enerji santralının kurulum gücü ve bağlantı yapılacak olan şebeke noktasının özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu durum, santrallerin yerel şebeke koşullarına ve kapasitelerine uygun olarak tasarlanmasını ve entegre edilmesini gerektirir, böylece enerji sisteminin genel dengesi ve operasyonel güvenliği sağlanmış olur.

Akdeniz E. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, enerji şebekelerine yeni kaynakların entegrasyonu ele alınmıştır. Araştırma, şebekenin güç kapasitesinin yüksek olduğu bölgelerde yeni bağlantılar yapıldığında olumsuz etkilerin minimal düzeyde kalacağını belirtmektedir. Bununla birlikte, bağlantı noktasının gücünün düşük olduğu yerlerde ise, yapılan aynı entegrasyonların şebeke paydaşlarına ciddi zararlar verebileceğini ve olumsuz etkilerin daha belirgin olabileceğini vurgulamışlardır (Akdeniz et al., YILI). Bu bulgular, entegrasyon projelerinin planlanması ve uygulanması sırasında yerel şebeke kapasitelerinin dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir, çünkü bu durum şebekenin genel performansını ve güvenliğini doğrudan etkileyebilir.

Dünya genelinde ve ülkemizde elektrik şebekeleri, yüksek kapasiteli enerji üretim santrallerinin birbirleriyle iletim hatları aracılığıyla bağlandığı enterkonnekte bir sistem olarak tesis edilmiştir. Geleneksel anlamda, elektrik şebekesi terimi, üretim, iletim, dağıtım ve kontrol operasyonlarının bir kısmını veya tamamını destekleyen sistemler için kullanılmaktadır. Bu sistemde, doğal kaynaklarca zengin bölgelerde fazlasıyla üretilen elektrik enerjisi, uzun enerji iletim hatları aracılığıyla tüketicilere ulaştırılmaktadır. Ancak günümüzde elektrik enerjisinin merkezi bir noktada üretilmesinden ziyade, tüketim merkezlerine daha yakın noktalarda dağıtılmış olarak üretilmesi yönünde bir yaklaşım benimsenmektedir (Tanrıöven et al., 2011).

Ulusal elektrik şebekemize bağlı tüketicilerin enerji taleplerinin devamlı, güvenli, belirli bir kalite standardının altına düşmeden ve ekonomik sınırlar içinde karşılanabilmesi için elektrik üretimi ve iletimi alanında sürekli geliştirme planları yapılmaktadır (Abur, 2013). Yeni nesil enerji sistemleri, tüketicilerle etkileşim halinde olan ve sürekli olarak gerçek zamanlı izlenip kontrol edilebilen uyarlanabilir bir yapıda

olması hedeflenmektedir. Bu hedefe uygun olarak, Akıllı Şebeke modeli ile kayıpların azaltılması, daha yüksek verimli ve etkili bir enerji yönetim sistemi kurulması planlanmaktadır. Bu yaklaşım, enerji tedarikinin verimliliğini ve güvenliğini artırarak sürdürülebilir bir enerji geleceğine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, akıllı şebeke ve akıllı ev teknolojileri, sürdürülebilir enerji kullanımı ve enerji sistemlerinin etkinliğinin artırılması konusunda kritik rol oynamaktadır. Bu teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanması, bireysel ve toplumsal düzeyde enerji verimliliğinin artırılmasına önemli katkılar sağlamakta, aynı zamanda gelecek nesiller için daha sürdürülebilir ve yaşanabilir bir dünya vaat etmektedir. Bu nedenle, akıllı şebeke ve akıllı ev sistemlerine yönelik araştırmaların ve projelerin desteklenmesi, enerji politikalarının şekillendirilmesinde önemli bir yere sahip olmalıdır.

2.3. Akıllı Evlerde Enerji ve Yük Yönetimi

Akıllı şebeke uygulamalarının başarısı, sadece teknolojik gelişmelere değil, aynı zamanda sosyo-tekniik, özel ve kurumsal düzenlemelere de bağlıdır. Bu çerçevede, akıllı ev sistemlerinin geliştirilmesi ve entegrasyonu, bireylerin ve toplumun genelinin enerji tüketim alışkanlıklarında olumlu değişiklikler yapmasına olanak tanıyarak, sürdürülebilir bir enerji geleceğine katkıda bulunmaktadır (DENİZ et al., 2014).

Araştırmacılar, otomatik evlerde enerji tüketimini yönetmek için farklı stratejiler ve yaklaşımlar geliştirme üzerine çalışmaktadırlar. Bu bilgi, maksimum mevcut elektrik enerjisi kısıtlamasını karşılamak ve kullanıcı memnuniyetini artırmak için yetenekli yeni bir üç katmanlı ev enerji kontrol sistemi oluşturulduğunu açıklamaktadır. Bu yöntem, güç sağlayıcı ihtiyaçlarına uygun daha fazla etkileşim sağlar. Enerji kontrol sistemi, mevcut elektrik enerjisi kısıtlamasını karşılamak ve kullanıcı memnuniyeti kriterlerini artırmak için her iki işlevi de yerine getirebilir (Ha et al., 2006). Ancak, tasarım sistemini etkileyen ve bunlardan biri gereken işlevsellikleri içeren şeyler vardır. Bu, sistemde artan karmaşıklık ve bakım ve geliştirme zorluğunu etkilemektedir (Araujo & Pereira, 2005). Bu nedenle, daha az karmaşık ve daha az maliyetli alternatifler için, çoklu görevler yapabilen ve internet üzerinden kontrol edilebilen düşük maliyetli mikrodenetleyiciler kullanılmaktadır.

Akıllı evlerde veya binalarda kullanılan elektriksiz cihazların güç tüketiminin kontrol edilmesi, güç kullanımındaki arz-talep dengesini sağlama açısından büyük katkılar sağlayabilir. Bu kontrol, sistemin verimliliğini arttırmanın yanı sıra karbon salımında azalmaya ve pik (yüksek talep anları) zamanlarında yük talebinin etkin

yönetilmesine imkân tanır. Bu amaçla, mevcut akıllı şebeke ağı ile entegre edilebilen evsel kontrol ve haberleşme ağlarının kurulması önerilmektedir. Bu ağlar, enerji verimliliğini artırmakla kalmayıp, güç tüketimi analizleri ile elektrik cihazlarını otomatik tanıma ve arıza tespiti gibi işlevleri de yerine getirebilir (Serra et al., 2005).

Evsel enerji tüketiminin sürekli izlenmesi, tüketici davranışlarında bilinçli kullanımı teşvik ederek enerji tüketiminde %5 ile %15 arasında bir verimlilik artışı sağlayabilir (Darby, 2006). Elektrik Gücü Araştırma Enstitüsü (Electric Power Research Institute-EPRI)'nin belirttiği gibi, akıllı şebekelerin sağladığı faydalar arasında, tüketim farkındalığının %5-15 arası verimlilik artışı sağlaması ve 20 yılda yapılan yatırımın 2.5 ile 6,0 katı arasında getiri sunması yer almaktadır (Kok et al., 2009). Akıllı ev konseptleri dünya çapında çeşitli ülkelerde geliştirilmekte olup, bu sistemler kablosuz haberleşme teknolojilerine sahip akıllı prizler gibi çözümlerle desteklenmektedir. Bu prizler sayesinde, güneş panelleri ve rüzgâr türbinlerinden elde edilen enerji ile evsel yüklerin kullanımı optimize edilerek daha verimli enerji kullanımı sağlanmaktadır (Gudi et al., 2012).

Dinamik tarifeler ve zaman kullanımı (ToU) tarifeleri gibi modern fiyatlandırma yöntemleri, ev içi enerji yönetimi ve ekonomik tasarruflar üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır (Finn et al., 2013; Gottwalt et al., 2011; Matallanas et al., 2012; Rastegar et al., 2012; Zehir & Bagriyanik, 2012). Örneğin, İtalya'daki bir çalışmada, ToU tarifelerinin enerji talebi, yük öteleme ve trafo üzerindeki pik güç seviyeleri üzerindeki etkileri incelenmiş, sabit tarife durumu ile karşılaştırıldığında ToU tarifelerinin daha yüksek elektrik talebine neden olduğu gözlemlenmiştir (Zehir & Bagriyanik, 2012). Buna ek olarak, bazı araştırmalar, müşteri-müşteri arasındaki ilişkiye dayanan talep tarafı yönetimi (TTY) yaklaşımlarını önermiş ve bu yöntemlerle akıllı şebekelerde TTY uygulamalarının avantajları ve zorlukları üzerine değerlendirmeler yapılmıştır (Palensky & Dietrich, 2011; Rahimi & Ipekchi, 2010; Torriti, 2012).

Ev enerji yönetimiyle ilgili yapılan çalışmalarda, elektrikli cihazların kontrol edilebilir şekilde sınıflandırılması, ötelenmeleri, devreden çıkarılmaları veya çalışma zamanlarının planlanması yoluyla güç tüketimi kontrolü yapılmaktadır (Erdinc, 2014). Ancak bu yöntemlerle elde edilen tüketimdeki azalma ve faturadaki ekonomik kazanç genellikle tüketici konforu ile ters orantılı olabilmektedir. Bu bağlamda, yapılan bir çalışmada, ev enerji yönetim algoritmasında gerilim azaltımı yönteminin kullanılması, yüklerin ötelenmesi durumuyla karşılaştırıldığında tüketici konforunda daha iyi bir kazanım hedeflenmiştir.

Kullanılan korumalı gerilim azaltımı (KGA) yöntemi, literatürde ‘conservation voltage reduction-CVR’ olarak adlandırılmakta ve genellikle dağıtım sistemlerinde uygulanmaktadır. Bu yöntemle yapılan çalışmalarda, enerji kayıplarında azalma ve enerji verimliliği sağlandığı belgelenmiştir (Singh et al., 2011a). Gerilim azaltımı yöntemiyle %1'lik bir gerilim değişimi, enerji tüketiminde ortalama %1,14'lük bir verim sağlamıştır. Avustralya'da yapılan bir diğer çalışmada ise, %1'lik gerilim değişiminden %0,4'lük bir enerji verimliliği elde edilmiştir (Singh et al., 2011b).

Gerilim azaltımı, genellikle dağıtım sistemlerinde şebeke operatörleri tarafından kullanılmasına rağmen, bu çalışma ile ev enerji yönetimi algoritmasında kullanılarak bir evin güç tüketiminin dinamik olarak kontrol edilmesinde uygulanmıştır. Böylece, ev enerji yönetim sistemlerinde yaygın olarak karşılaşılan yüklerin ötelenmesi veya cihazların kullanım zamanlamalarında getirilen kısıtlamalar gibi durumlar azaltılmış ve tüketici konforunda iyileşme sağlanmıştır. Ek olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından beslenen bir evde, bu kaynaklardan daha etkin şekilde faydalanılabilecek kullanım yöntemleri geliştirilmiştir. Bu bulgular, ev enerji yönetimi stratejilerinin, sürdürülebilir ve verimli enerji kullanımına önemli katkılarda bulunabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmalar, güç sistemlerinde tüketim değerlerinin özellikle pik zamanlarda önemli oranda azaltılabilmesi için evlerde yapılacak enerji tasarrufları ve planlamalarının yüksek bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, evsel uygulamalar üzerine yoğunlaşmış ve güneş panellerinden elde edilen enerjiden maksimum fayda sağlamak için elektrikli araç ve evsel yüklerin tüketimlerini optimize etmek amacıyla karışık-sayıllı lineer program yapıları önerilmiştir [30]. Bu ve benzeri çalışmalar, ev enerji yönetimi sistemlerinin ve akıllı şebekelerin potansiyelini daha da artırmakta ve evde enerji kullanımının etkin yönetimi için yeni çözüm yolları sunmaktadır.

2.4. Akıllı Prizler ve Enerji Yönetimi

Günümüzde internet kullanıcılarının sayısındaki hızlı artış, araştırmacıları uzaktaki kullanıcılar ile ev ağı arasında bir köprü olarak interneti kullanmaya yönlendirmiştir. Bu bağlamda, internet üzerinden uzaktan kontrol edilebilen akıllı bir priz geliştirilmiştir. Bu akıllı priz, yüksek talep dönemlerinde klima gibi yüksek enerji tüketen cihazların kontrolünü sağlayabilmektedir. Bu tür dönemler, yoğun ağ trafiği ve yüksek güç tüketimi gerektiren ağ cihazlarının kullanımı ile ilişkilendirilmektedir. Klima gibi cihazları 15-30 dakika kapatmak, kullanıcı konforunu olumsuz etkilemeden enerji tasarrufu sağlayabilir. Bir makalede, akıllı bir priz ağı sistemini çalışma prensibini

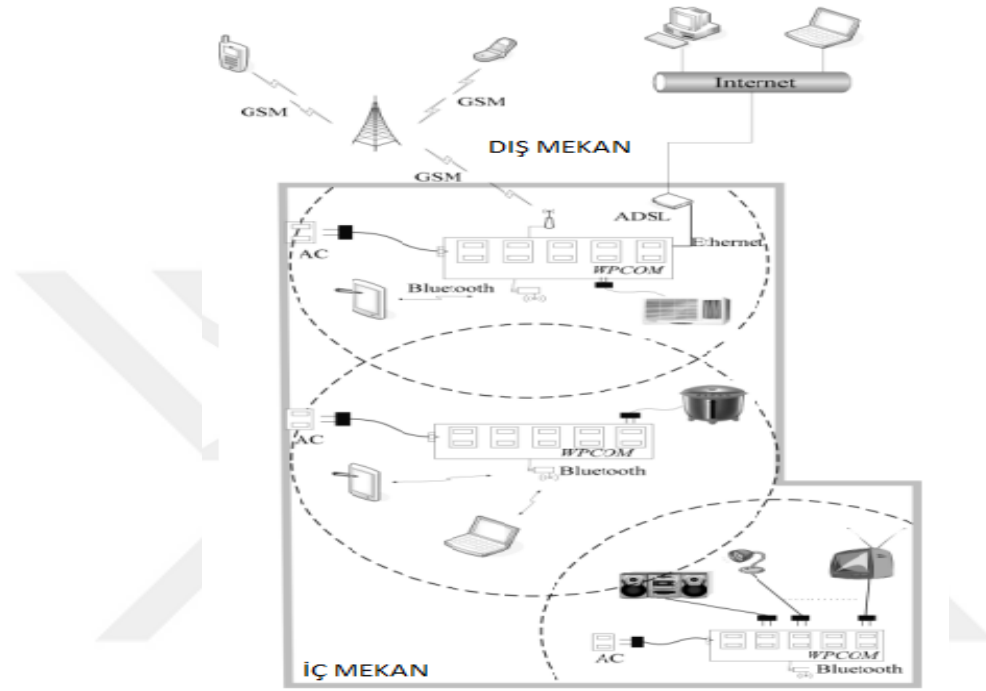
açıklamak ve çeşitli sensör bilgilerini kullanarak otomatik enerji yönetimi hizmetleri sunmak için bir yol olarak sunmaktır. Çalışma, Şekil 2.2'de gösterilen şekilde, güç sensörleri ile donatılmış 4 priz, ARM tabanlı bir CPU, genişletilebilirlik için iki USB arayüzü ve gömülü sistemler için Debian Linux işletim sistemi içeren bir akıllı priz ağı oluşturulmasını anlatmaktadır. Ayrıca, mevcut akıllı güç prizi sensörlerinin (ışık, sıcaklık, nem, hareket) daha fazla işlev eklemek için kullanıldığı belirtilmektedir. Bu sistem ayrıca güç tüketiminin görselleştirilmesi için bir HTTP hizmeti içermektedir. Sunucu, toplanan verilere dayalı güç tüketimini gösteren bir grafik oluşturur ve kullanıcılar bu verilere ve grafiğe web tarayıcıları ile erişebilirler (Morimoto et al., 2013).



Şekil 2.2. Wi-Fi Arayüzleri ve Sensörleri Olan Akıllı Prizler (Morimoto et al., 2013)

Makalede (Tsai et al., 2009), kullanıcı cihazları kapattığında piroelektrik kızılötesi (PIR) sensörünün sinyalini alan ve fişe takılı cihazları otomatik olarak kapatan düşük maliyetli bir MCU mikrodenetleyiciye dayalı bir akıllı priz tasarlanmış ve uygulanmıştır. Enerji tasarrufu, kullanılmayan cihazların kapatmasını sağlanabilir. Ek olarak, ticari binalarda kullanılan bazı cihazların tüketimini izlemek ve tüketilen enerji miktarının yarısını çalışma saatleri dışında gerçekleştirmek, akıllı priz kullanarak gereksiz enerji tüketimini önleyerek %60'a varan oranda tasarruf edilebileceği belirlenmiştir. Bir cihazın bekleme gücü tüketimini ortadan kaldırmak ve fişten çekmek veya örneğin anahtarı kapatmak sorunu kolayca çözebilir (Tsai et al., 2009). Bunu yapmanın en iyi yolu, kullanıcıların manuel kontrol için cihazla doğrudan iletişim kurması gerekmektedir. Bu, kullanıcılar için uyumsuzluk yaratabilir. Birçok ticari ürün (Current, 2017), cihazın bekleme modundaki işletimini dikkatlice izler ve bekleme modunda gücün kolayca kesilmesini sağlar. Bununla birlikte, bu ürünler sadece gücü kesebilir ve bunları kullanan insanlar onları elle aktive etmek zorundadır, yani güç kaynağı otomatik veya uzaktan kontrol edilemez hale gelir. (Lien et al., 2007) makalede, ZigBee kontrolörü ile güç

tüketimini periyodik olarak izleyen ve IR kod öğrenme işlevselliğine sahip uzaktan kontrol edilebilir ve enerji tasarruflu oda mimarisi önerilmiştir. Kullanıcı, Bluetooth tekniklerini ve Kısa Mesaj Servisini (SMS) içeren mobil telefonların ortaya çıkışıyla güç prizini ve karartma ışığını kontrol edebilir. Şekil 2.3'te gösterilen Kablosuz Güç Kontrollü Priz Modülü (WPCOM), ev güç yönetimini uygulamak ve mikrodenetleyiciye dayalı kontrol edilebilir bir güç prizi geliştirmek için olanak sağlar.



Şekil 2.3. İç ve Dış Mekânda Akıllı Güç Kontrollü Priz Modülü (WPCOM) Kullanımı (Current, 2017)

Aynı zamanda, platformlar arası uyumluluğu ve daha hızlı geliştirme yaşam döngüsü özellikleri nedeniyle Java, mobil uygulama geliştirmede en önemli dillerden biri haline gelmiştir. Java'ya dayalı Geliştirme Platformu (JADP), akıllı evler için S68 mobil telefonuna özel olarak tasarlanmıştır. Sonuç olarak, daha esnek bir uzaktan hata ayıklayıcı olabilir ve geliştirmesi daha kolay olabilir (Chen et al., 2008).

2.5. Yapay Zekâ ve Ev Otomasyonu

Ev Enerji Yönetim Sistemleri (HEMS), akıllı evlerin entegrasyonu ve enerji tasarrufu sağlama konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu alanda yapılan araştırmalar, evlerde enerji tüketimini optimize etmeye yönelik çeşitli stratejiler ve teknolojiler geliştirilmesini içermektedir. Ghazvini, Soares, Abrishambaf, Castro ve Vale (2017) ile Zhou, Wu, Li ve Zhang (2014) tarafından yapılan çalışmalar, bu sistemlerin enerji tasarrufu önerileri sunma kapasitesine odaklanmaktadır. Özellikle, Machorro-Cano

ve diğeri (2020) tarafından geliştirilen HEMS-IoT sistemi, makine öğrenme algoritmalarını kullanarak kullanıcı davranışlarını ve enerji tüketim kalıplarını öğrenir ve evleri enerji yüküne göre kümeler halinde sınıflandırır. Bu sistem, RuleML ve Apache Mahout kullanarak, kullanıcı konforu ve tercihlerini göz önünde bulundurarak enerji tasarrufu önerileri sunar (Machorro-Cano et al., 2020).

Aynı zamanda, Samuel ve diğeri (2018) tarafından önerilen bir başka HEMS, yenilenebilir enerji kaynakları (RES) ve enerji depolama sistemleri (ESS) yardımıyla enerji talebini ve maliyetlerini azaltmayı hedefler. Bu sistem, cihazları zirve dışı saatlere programlayarak ToU ve CPP fiyat sinyallerine yanıt verir (Samuel et al., 2018).

Akıllı ev sakinlerinin alışkanlıklarının enerji korunması üzerindeki etkilerini incelemekte, enerji tüketiminin bir sakini alışkanlıklarıyla doğrudan ilişkili olduğunu ve alışkanlık kalıplarının değiştirilmesiyle önemli enerji tasarrufu sağlanabileceğini belirtmektedirler. Bu çalışmalar, çeşitli sensörler kullanarak bir evde "mikro-momentleri" tespit edebilen ve insan davranışına bağlı olarak enerji tasarrufu eylemleri için öneriler üretebilen bir enerji verimliliği çerçevesi önermektedir. Ancak, enerji verimliliği önerileri sırasında kullanıcının hangi cihazları hedef alacağı veya fiyat sinyallerinin çerçevenin enerji verimliliği üzerindeki etkisi gibi konular bu çalışmalarda ele alınmamıştır (Alsalemi et al., 2020).

Bir diğeri önerilen algoritmada, kablosuz sensörler ve yapay zeka kullanarak akıllı evlerdeki programlanabilir iletişim termostatlarının zekasını artırmayı amaçlar. Bu algoritma, bir ev simülatörü kullanılarak uygulanmış ve sakinlerin günlük cihaz kullanım programlarını ayarlayarak enerji kullanımını yönetmelerine yardımcı olmuştur (Qela & Mouftah, 2012).

Akıllı enerji yönetim sistemi yapılarına, tahminleme tekniklerinin entegrasyonu üzerine yapılan çalışmalar, modern enerji yönetimi stratejilerinin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu çalışmalardan birinde, elektrikli cihazların günlük tüketim değerleri tahminleri kullanılarak, veri önizleme ve kümelemeye dayanan yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Başka bir araştırmada ise, üretilen enerji miktarı, elektriğin birim fiyatı ve gelecekteki yük tahminleri dikkate alınarak, yenilenebilir enerji kaynaklarına ve depolama sistemlerine sahip, şebekeye bağlı bir akıllı ev yapısı önerilmiştir (Qela & Mouftah, 2012).

Ek olarak, güneş panelleri ve bataryaları içeren bir sistemde, solar radyasyon ve elektrik fiyat tahminlerini kullanarak enerji yönetimi algoritması geliştiren Fuselli ve arkadaşları, kompleks olmayan bir yapı kullanarak, parçacık sürü optimizasyonu (PSO)

tabanlı yaklaşımlara kıyasla önemli maddi kazançlar elde etmişlerdir. Ayrıca, akıllı evlerden ve bir mikroşebeke yapıdan oluşan bir sistemde, gerçek zamanlı elektrik tarifelerine ve cihazların çalışma zamanlarına dayalı olarak elektrikli cihazların çalışma planlaması yapılmış ve bu sayede hem pik yüklenmelerde azalma hem de ekonomik enerji tüketimi sağlanmıştır (Elsheikh & Abd Elaziz, 2019).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde yapılan tez çalışmasının, akıllı ev otomasyon sistemlerinin enerji verimliliği ve yönetimi konusundaki potansiyelini ortaya koymayı amaçlayan bir dizi deneysel çalışma yapılmıştır ve sonuçları irdelenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, akıllı prizlerin tasarımı ve geliştirilmesi, bu prizlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve kullanıcı deneyiminin nasıl iyileştirilebileceği ve benzeri konular ele alınmıştır. Kullanılan materyaller, prototip tasarımı, donanım ve yazılım geliştirme süreçleri ile test ve değerlendirme yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu bölüm, araştırmanın bilimsel temellerini ve kullanılan metodolojiyi ortaya konularak çalışmanın güvenilirliğini ve geçerliliğini irdelenmiştir.

3.1. NodeMCU

Nesnelerin İnterneti (IoT), birbirine bağlı cihazlar, makineler veya nesneler arasında veri iletimi ve paylaşımı sağlayarak insan müdahalesi gerektirmeden çalışabilen bir sistemdir. IoT, günümüzde hayatı kolaylaştıran birçok uygulama sunmaktadır. IoT ürünü oluşturma, fiziksel bir nesneyi İnternet veya yerel ağa bağlayarak veri toplama ve paylaşma işlemi yapmayı içerir. Bir IoT prototipi, kullanıcı arayüzü, sensörler, aktüatörler, işlemciler gibi donanım cihazları, arka uç yazılımı ve bağlantı elemanlarından oluşur. Bir akıllı telefon uygulaması veya web arayüzü kullanıcı arayüzü olarak işlev görebilir.

Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, Nesnelerin İnterneti (IoT), birbirine bağlı cihazlar, makineler veya nesneler arasında veri iletimi ve paylaşımı sağlayarak insan müdahalesi gerektirmeden çalışabilen bir sistemdir. Sensörler, fiziksel olayları ölçüp elektrik sinyaline dönüştürebilirken, aktüatörler elektrik girişini fiziksel bir harekete dönüştürür. IoT sistemlerinin işlemci birimi genellikle, verileri işleyen ve kablosuz bir cihaza bağlanarak yazılım yığınlarını çalıştıran bir mikrodenetleyicidir (MCU). Bağlantı sayesinde donanım, arka uç ve kullanıcı arayüzü ile iletişim kurar. Arka uç yazılımı, iş mantığını ve veri depolamayı uygular. IoT mikrodenetleyici birimi (MCU) veya geliştirme kartı, düşük güçlü işlemciler içeren ve çeşitli programlama ortamlarını destekleyen, sensör verilerini toplamak ve yerel veya bulut tabanlı bir sunucuya aktarmak için kullanılan bir prototip çözümdür. IoT prototipleme donanımı veya geliştirme kitleri, genişletilebilirlik, modülerlik ve kullanım kolaylığı açısından optimize edilmiştir. IoT geliştirme kitlerinin ana özellikleri arasında USB bağlantısı, donanım aksesuarları

ekosistemi, breadboard uyumlu başlıklar, RGB durum LED'i, dahili anten ve uygun maliyetler bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT)

NodeMCU, Espressif'in ESP8266 Wi-Fi çipi için geliştirilen açık kaynaklı bir LUA tabanlı firmware'dir. NodeMCU firmware'i, ESP8266 geliştirme kartı/kiti ile gelir ve çeşitli araştırma projelerinde kullanılmıştır. Bazı uygulamada yapılan örnek çalışmalar şunlardır:

- Dinamik çevre izleme ve uzaktan kontrol (Wan et al., 2019).
- CoAP koreografi otomasyonu (Sangsanit & Techapanupreeda, 2019).
- IoT tabanlı akıllı çöp uyarı sistemi (Paavan et al., 2019).
- Elektrikli araçları yeniden şarj etmek için akıllı sayaç (Muñiz et al., 2018).
- Radyasyon izleme için coğrafi etiketli IoT cihazı (Muniraj et al., 2017).
- Çevresel faktörlerin değerlendirilmesi için sistem (Medina-De-La-Cruz & Mujaico-Mariano, 2018).
- Çok düşük maliyetli, açık, kablosuz IoT hava kalitesi izleme platformu (Kodali & Yadavilli, 2018).
- güvenlik sisteminin Mongoose RTOS tabanlı IoT uygulaması (Kodali & Yadavilli, 2018).
- IoT destekli akıllı ev otomasyon sistemi tasarımı ve imalatı (Samuel et al., 2018).
- Atık izleme sistemi (Hassan et al., 2018).
- Akıllı tarım izleme sistemi (Bounnady et al., 2019).

NodeMCU, Espressif Systems tarafından geliştirilen düşük maliyetli bir Wi-Fi çipi olan ESP8266'ya dayanan açık kaynaklı bir platformdur. NodeMCU geliştirme

kartı/kiti, TCP/IP protokolünü destekleyen ESP8266 Wi-Fi çipini içerir (NodeMCU, 2014). NodeMCU, modül üzerindeki flash tabanlı SPIFFS (Serial Peripheral Interface Flash File System) dosya sistemini kullanır ve Espressif NON-OS SDK üzerine katmanlanmıştır. Firmware, başlangıçta ESP8266 tabanlı NodeMCU geliştirme modülleri için bir tamamlayıcı proje olarak geliştirilmiştir, ancak şimdi topluluk desteklidir ve firmware herhangi bir ESP modülünde çalıştırılabilir. Genellikle piyasada Amica, DOIT, Lolin ve D1 mini / Wemos gibi üreticilerin NodeMCU ESP8266 geliştirme kartları bulunabilir. Amica, NodeMCU ESP8266 Geliştirme Kartları v1.0 (Sürüm 2) üretmektedir.

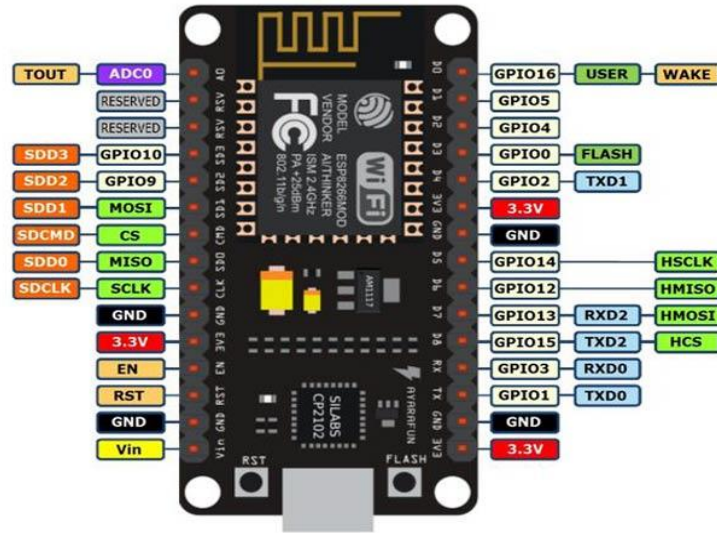
NodeMCU, Arduino benzeri bir cihazdır ve ana bileşeni ESP8266'dır. Programlanabilir pinlere sahiptir, dahili Wi-Fi içerir ve micro-USB portu üzerinden güç alabilir. Düşük maliyetlidir ve çeşitli programlama ortamları kullanılarak programlanabilir. Çizelge 3.1, NodeMCU ESP8266'nın temel özelliklerini özetlemektedir. Bu tabloya göre, cihaz 2.5V ila 3.6V çalışma voltajı, 80mA çalışma akımı ve 20µA uyku modu akımı gerektirir. Güç, yerleşik Micro USB konektörü üzerinden sağlanır.

Çizelge 3.1. NodeMCU ESP8266 Özellikleri

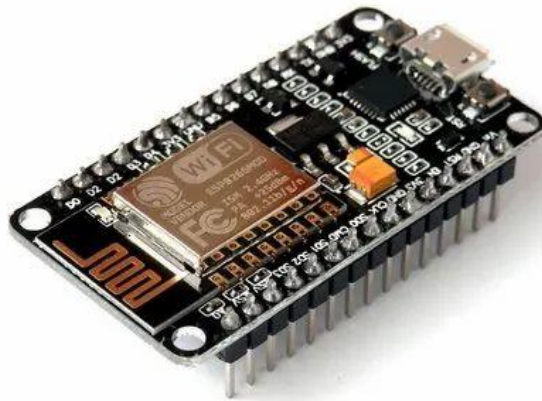
| Özellik | Değer |
|------------------|-------------------------------------|
| İşlemci | ESP8266 |
| Çalışma Voltajı | 2.5V- 3.6V |
| Akım Tüketimi | 80mA |
| Uyku Modu Akımı | 20µA |
| Hafıza | 32 Kb RAM, 80 Kb DRAM, 200 Kb Flash |
| Dijital Pinler | 11 (D0 - D10) |
| PWM Pinler | 12 |
| Analog Pin | 1 (A0) |
| GND Pinleri | 5 |
| 3.3V Pinleri | 3 |
| Vin Pini | 1 (5V girişi) |
| GPIO Pinleri | 17 |
| Diğer Özellikler | UART, SPI, I2C, I2S, Wi-Fi |

ESP8266 NodeMCU, 32 Kb RAM, 80 Kb DRAM ve 200 Kb Flash Bellek ile donatılmıştır. NodeMCU, 11 dijital pin (D0- D10), 12 PWM pin, 1 analog pin (A0), 5 topraklama pimi, 3 adet 3.3V pini ve bir dış 5V güç kaynağı için Vin pinine sahiptir. ESP8266 NodeMCU, toplamda 17 GPIO pini içerir. Bu pinler, bir 10 bit ADC kanalı, kodu seri olarak yüklemek için kullanılan iki UART arayüzü, LED'leri kısma veya motorları kontrol etme için dört PWM pini, çeşitli sensörler ve çevre birimlerini bağlamak

için SPI ve I2C arayüzleri ve projeye ses eklemek için I2S arayüzü gibi çeşitli çevresel görevler için atanabilir. ESP8266, pin çoklama özelliğine sahiptir, yani bir GPIO pini PWM/UART/SPI işlevi görebilir. NodeMCU, ESP8266 çipini sıfırlamak için bir RST düğmesi, yeni programlar indirmek için bir FLASH düğmesi ve kullanıcı tarafından programlanabilen bir mavi LED içerir (Documentation, 2019). NodeMCU ESP8266, çeşitli geliştirme platformları kullanılarak programlanabilir. Şekil 3.2, bu kartın pin düzenini, Şekil 3.3 ise geliştirme kartının kendisini göstermektedir. Bu platformlardan bazıları şunlardır: Espruino, Espressif Systems ve Google Cloud IoT tarafından önerilen Mongoose OS, Espressif tarafından sağlanan yazılım geliştirme kiti (SDK) ve Arduino için ESP8266 eklentisi (Parihar, 2019; Santivañez et al., 2023).



Şekil 3.2. NodeMCU ESP8266 Pin Düzeni



Şekil 3.3. NodeMCU ESP8266 Geliştirme Kartı

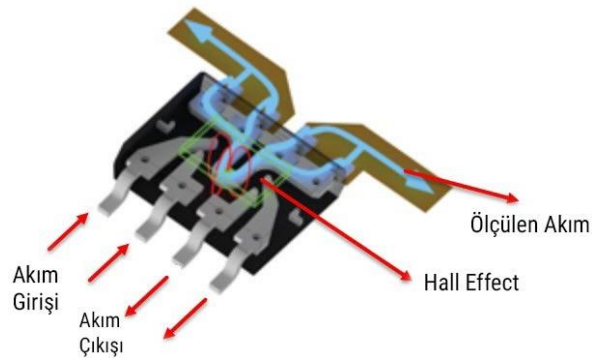
NodeMCU, yeni bağı dünyaya ihtiyaçları için tasarlanmış yüksek entegre bir çip olan ESP8266 ile donatılmıştır. Bu çip, hem uygulamayı barındıran hem de başka bir uygulama işlemcisinden tüm Wi-Fi ağ işlevlerini devralan eksiksiz ve bağımsız bir Wi-Fi ağ çözümü sunar. ESP8266 NodeMCU, güçlü yerleşik işlemci ve depolama yetenekleri sayesinde sensörler aracılığıyla belirli cihazlarla entegre edilebilir ve minimum geliştirme süresi ve çalışma süresi yükü ile çalışır.

3.2. Sensörler

Bu kısımda tez çalışmada kullanılan sensörlerden bahsedilmektedir.

3.2.1. ACS712 Akım Sensörü

Hall effect akım sensörü ACS712, Allegro tarafından üretilmiştir ve hassas, düşük offsetli, doğrusal bir Hall sensör devresine sahiptir. Çipin yüzeyine yakın bir yerde bulunan bakır iletim yolundan geçen akımın oluşturduğu manyetik alan, entegre Hall IC tarafından algılanır ve orantılı bir şekilde voltaja dönüştürülür. Cihazın doğruluğu, manyetik sinyalin Hall dönüştürücüsüne yakınlığı sayesinde optimize edilmiştir. Bu bakır iletkenin iç direnci tipik olarak 1.2 m Ω 'dur. Sensör, küçük, yüzeye montajlı SOIC8 paketinde yer alır. Adım giriş akımına yanıt olarak çıkış yükselme süresi 5 μ s'dir. ACS712 tipik uygulama devresi Şekil 3.4'te gösterilmiştir (Li et al., 2010). Bu sensör, hem doğru akım (DC) hem de alternatif akım (AC) ölçümü için kullanılabilir. Şekil 3.4'te görüldüğü gibi, sensörün temel çalışma prensibi Hall Effect teknolojisine dayanmaktadır. Bu sensör, düşük gürültü seviyesine ve düşük hata oranına sahiptir; hata oranı, 25°C sıcaklıkta \pm %1,5 ve -40°C ile 85°C arasındaki sıcaklıklarda \pm %4 olarak belirtilmiştir (Khair et al., 2017).



Şekil 3.4. ACS712 Akım Sensörü Yapısı

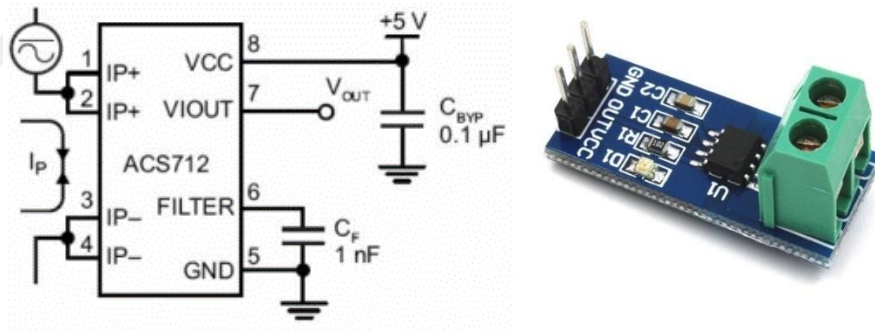
Bu çalışmada, 30A akımı ölçebilen ACS712 akım sensörünün bir versiyonu kullanılmıştır. Şekil 3.5'te gösterilen devre şeması, ACS712 sensörünün tipik uygulama

devresini göstermektedir. Bu devre, sensörün çalışmasını ve nasıl bağlanacağını gösterir. Çevre sıcaklığının bir fonksiyonu olarak ortalama toplam çıkış hatası ve algılanan akımın bir fonksiyonu olarak çıkış voltajı, sırasıyla Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

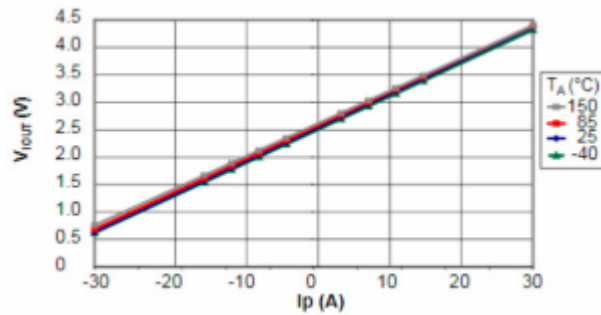
Ayrıca, ACS712 akım sensörünün temel özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Çizelge 3.2 sensörün model numarasını, üreticisini, ölçüm akımı kapasitesini, hassasiyetini ve diğer önemli teknik özelliklerini içermektedir. Sensör, 66mV/A hassasiyete, 5 μ s çıkış yükselme süresine ve -40°C ile 85°C arasındaki çalışma sıcaklık aralığına sahiptir.

Çizelge 3.2. ACS712 Akım Sensörü Özellikleri

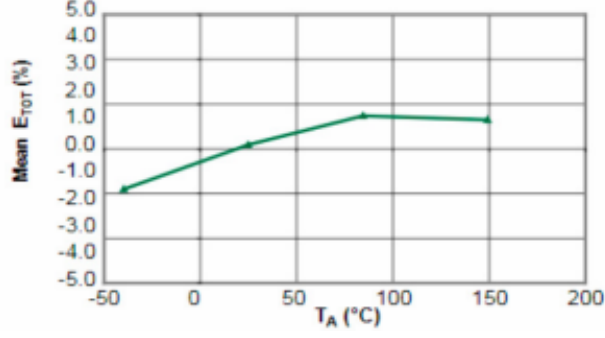
| Özellik | Değer |
|--------------------------|----------------|
| Model Numarası | ACS712 |
| Üretici | Allegro |
| Ölçüm Akımı | ± 30 A |
| Hassasiyet | 66mV/A |
| Çıkış Yükselme Süresi | 5 μ s |
| İç Direnç | 1.2 m Ω |
| Çalışma Sıcaklık Aralığı | -40°C to 85°C |
| Paket Tipi | SOIC8 |



Şekil 3.5. ACS712 Tipik Uygulama Devresi



Şekil 3.6. Algılanan Akımın Fonksiyonu Olarak Çıkış Voltajı



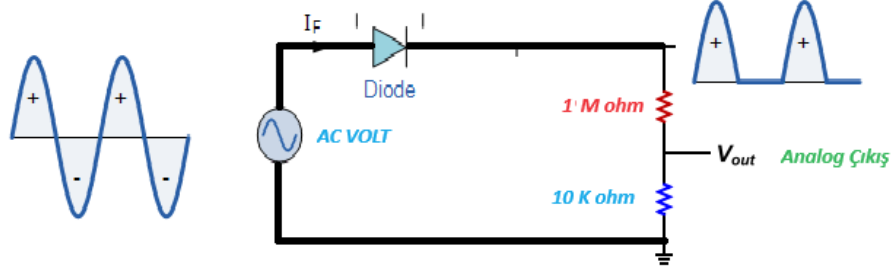
Şekil 3.7. Çevre Sıcaklığının Fonksiyonu Olarak Ortalama Toplam Çıkış Hatası

Hall effect akım sensörü ACS712'nin kullanımı, hem doğru akım (DC) hem de alternatif akım (AC) ölçümlerinde yaygındır. Düşük gürültü seviyesi ve yüksek doğruluğu ile çeşitli uygulamalarda tercih edilmektedir (Özcan, 2004). Özellikle, enerji izleme, batarya şarj kontrolü, ev aletleri ve endüstriyel otomasyon sistemleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. ACS712, küçük boyutları ve yüzeye montaj özellikleri ile kolay entegrasyon sağlar. Bu sensör, yüksek akım ölçümlerinde bile güvenilir sonuçlar sunar ve çeşitli sıcaklık koşullarında çalışabilir.

ACS712'nin uygulama devresi, sensörün doğru ve güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu devre, sensörün güç kaynağı, giriş ve çıkış bağlantıları gibi temel bileşenleri içerir. Uygulama devresi, sensörün veri toplama sürecinde optimum performans göstermesini sağlar.

3.2.2. Voltaj Sensörü

Şekil 3.8'de gösterildiği gibi, AC voltajını DC voltaja dönüştürmek için uygulamada yaygın olarak bir diyot kullanılır. Daha sonra, iki direnç (1 MΩ ve 10 kΩ) kullanılarak gerilim bölme işlemi gerçekleştirilir ve bu sayede analog voltaj elde edilir. Bu analog voltaj, 0V ile 5V arasında bir değere sahiptir ve mikrodenetleyici tarafından ölçülebilir. Şekil 3.8'de gösterilen voltaj sensörü devresinde, AC voltajını ölçmek için kullanılan yöntem gösterilmiştir. Bu yöntemde, AC sinyali önce bir diyot aracılığıyla doğrultularak DC bileşen elde edilir. Ardından, bu DC bileşen, iki dirençten oluşan bir gerilim bölücü devreye uygulanır. Gerilim bölücü, yüksek voltajları daha düşük voltajlara dönüştürmek için kullanılır ve bu sayede sensör, voltaj değerini uygun bir aralıkta ölçebilir.



Şekil 3.8. Voltaj Sensörü Devresi

Gerilim bölücü devrede, çıkış voltajı V_{out} , aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Burada:

- V_{in} : Giriş voltajı (doğrultulmuş DC voltaj)
- V_{out} : Çıkış voltajı (analog voltaj)
- R_1 : Üst direnç (1 M Ω)
- R_2 : Alt direnç (10 k Ω)

Bu formül, dirençlerin oranına bağlı olarak giriş voltajını belirli bir oranda düşürür. Şekil 3.8'deki devrede, giriş voltajı V_{in} 240V AC'den doğrultulmuş bir DC voltaja dönüştürülmüştür.

Diyot ile doğrultulmuş 240V AC sinyali, gerilim bölücü devrenin girişine uygulanır. Diyot, AC sinyalin negatif yarı dönemlerini keserek sadece pozitif yarı dönemlerin geçmesine izin verir ve bu sayede doğrultulmuş bir DC bileşen elde edilir. Bu DC bileşen, gerilim bölücü devreye uygulanır ve gerilim bölücü devre, çıkışında 0V ile 5V arasında bir voltaj üretir.

Dirençlerin değerleri, çıkış voltajının mikrodenetleyici tarafından okunabilecek bir değerde olmasını sağlamak için dikkatlice seçilmiştir. Bu örnekte, 1 M Ω ve 10 k Ω dirençleri kullanılmıştır. Bu dirençlerin oranı, yüksek AC voltajını güvenli bir seviyeye indirir ve mikrodenetleyici tarafından okunabilir hale getirir.

$$V_{out} = 240 \text{ V} \times \frac{10 \text{ k}\Omega}{1 \text{ M}\Omega + 10 \text{ k}\Omega}$$

Öncelikle direnç değerlerini aynı birime dönüştürelim:

$$1 \text{ M}\Omega = 1,000 \text{ k}\Omega$$

Dolayısıyla:

$$V_{\text{out}} = 240 \text{ V} \times \frac{10 \text{ k}\Omega}{1,000 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega}$$

$$V_{\text{out}} = 240 \text{ V} \times \frac{10 \text{ k}\Omega}{1,010 \text{ k}\Omega}$$

$$V_{\text{out}} = 240 \text{ V} \times 0.0099$$

$$V_{\text{out}} \approx 2.376 \text{ V}$$

Gerilim bölücü devrenin çıkış voltajı, mikrodenetleyicinin analog girişine bağlanır ve mikrodenetleyici, bu voltajı ADC (Analog-Digital Converter) kullanarak dijital bir değere dönüştürür. Bu sayede, yüksek AC voltajı, mikrodenetleyici tarafından ölçülüp işlenebilir hale gelir.

Bu yöntem, 240V AC gibi yüksek voltajların ölçülmesinde güvenli ve etkili bir yol sağlar. Ayrıca, kullanılan bileşenlerin uygun maliyeti ve basit yapısı nedeniyle, bu yöntem pratik ve uygulanabilir bir çözüm sunar.

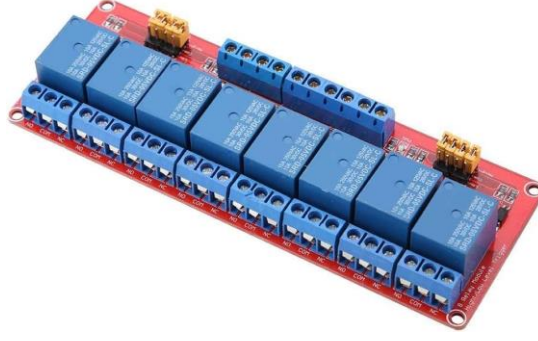
3.3. Çıkışlar

Çalışmada kullanılan çıkış elemanları, sisteme bağlı çeşitli cihazların kontrol edilmesi için kullanılır. Projemizde çıkış elemanı olarak 8'li röle modülü kullanılmıştır. Bu röleler priz anahtarında kullanılarak çeşitli cihazların açılıp kapatılması sağlanmıştır. Bu çalışmada elektrikli cihazların çalıştırılmasını kontrol etmek için başka bir çıkış elemanı kullanılmamıştır.

3.3.1. 8'li Röle Modülü

8'li röle modülü, birden fazla cihazı kontrol etmek için kullanılan bir röle kartıdır. Şekil 3.9'da gösterilen 8'li röle modülü, priz anahtarında kullanılarak çeşitli cihazların kontrol edilmesini sağlar. Her bir röle, ayrı bir cihazın kontrol edilmesine olanak tanır ve yüksek akım yüklerini güvenli bir şekilde açıp kapatmak için kullanılır. Bu modül, düşük gerilimli kontrol sinyalleri ile çalışarak, yüksek gerilimli cihazların kontrol edilmesini sağlar.

Bu modül, düşük gerilimli bir kontrol sinyali alarak yüksek gerilimli cihazların açılıp kapatılmasını mümkün kılar. Optokuplör izolasyonu, yüksek gerilimli devrelerin düşük gerilimli kontrol devrelerinden izole edilmesini sağlar ve bu sayede güvenli bir çalışma ortamı oluşturur. Modülün teknik özellikleri Çizelge 3.3'te belirtilmiştir. Bu modül, 5V çalışma gerilimi ve maksimum 10A anahtarlama akımını taşıyabilmektedir.



Şekil 3.9. 8'li Röle Modülü

Çizelge 3.3. 8'li Röle Modülü Özellikleri

| Özellik | Değer |
|----------------------------|--------------------------|
| Çalışma Gerilimi | 5V |
| Maksimum Anahtarlama Akımı | 10A (250V AC, 30V DC) |
| İzolasyon | Optokuplör izolasyonu |
| Kontrol Sinyali | Düşük seviyeli tetikleme |
| Durum Göstergesi | LED |

Bu modül, mikrodenetleyici tarafından kontrol edilerek, belirli koşullar altında belirli cihazların açılıp kapatılmasını sağlar. Bu sayede, enerji verimliliği sağlanır ve kullanıcıların cihazlarını uzaktan kontrol etmeleri mümkün olur.

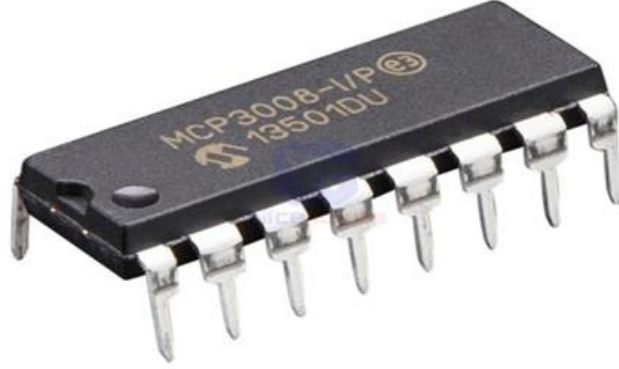
3.4. Entegre Devreler

Projemizde MCP3008 ve 74HC595 entegreleri kullanılmıştır. MCP3008, analog sinyalleri dijital sinyallere dönüştürmek için kullanılan bir ADC (Analog-Dijital Çevirici) entegresidir. 74HC595 ise bir seri-in/parallel-out kaydırma register entegresidir ve dijital çıkışların kontrolü için kullanılır.

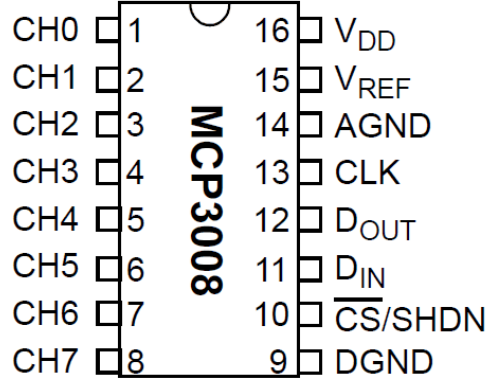
3.4.1. MCP3008 Entegresi

Çalışmada kullanılan MCP3008 entegresi, Microchip firması tarafından üretilen, 8 kanallı, 10 bitlik bir analogdan dijitale dönüştürücü (ADC) entegresidir. Bu entegre, 16 pinli (DIP-16) SOIC paketinde bulunur ve SPI arayüzü kullanır (Şekil 3.10). Genellikle, bir analog sinyali dijital bir sinyale dönüştürmek için kullanılmaktadır. Sensörlerden gelen bilgileri okumak veya analog sinyallerin kontrolü amacı ile kullanmak da mümkündür. MCP3008 entegresi, sekiz kanala (CH0'dan CH7'ye) sahip olup, bu kanallar çeşitli analog sinyallerin girişleri için kullanılmaktadır. Şekil 3.10'da MCP3008 entegresinin genel görünümü, Şekil 3.11'de ise bu entegreye ait pin bağlantıları

gösterilmektedir. Entegrenin pin bağlantıları ve özellikleri Çizelge 3.4'te detaylı bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 3.10. MCP3008 Entegresi



Şekil 3.11. MCP3008 Entegresinin Pinleri

MCP3008 entegresi, çoklu analog sinyalleri dijital verilere dönüştürmek için kullanılan bir ADC (Analog-Digital Converter) entegresidir. Entegrenin pin bağlantıları aşağıdaki gibidir:

- VDD: Besleme voltajı (+5V)
- VREF: Referans voltajı
- AGND: Analog sinyal toprağı
- CLK: Seri saat sinyali
- DOUT: Seri veri çıkışı
- DIN: Seri veri girişi
- CS/SHDN: Çip seçimi/giriş kapatma
- DGND: Dijital sinyal toprağı

MCP3008, bir analog sinyali dijital bir sinyale dönüştürmek için kullanılır. 10 bit çözünürlüğe sahip olduğundan, 0 ile 1023 arasında dijital bir değer üretir. Bu entegre, bir

SPI (Serial Peripheral Interface) arayüzü kullanarak veri alışverişi yapar. SPI, yüksek hızlı veri iletimi sağlayan senkron bir veri iletim protokolüdür.

MCP3008'in çalışma mantığı şu şekildedir:

1. **Çip Seçimi (CS/SHDN):** Mikrodenetleyici, MCP3008'i seçmek için CS pinini düşük seviyeye çeker.
2. **Saat Sinyali (CLK):** Mikrodenetleyici, MCP3008'e saat sinyali gönderir. Bu sinyal, verinin ne zaman okunacağını belirler.
3. **Veri Girişi (DIN):** Mikrodenetleyici, DIN pininden MCP3008'e kanal seçimi ve diğer kontrol sinyallerini gönderir.
4. **Veri Çıkışı (DOUT):** MCP3008, seçilen kanaldan alınan analog veriyi dijital forma dönüştürür ve DOUT pininden mikrodenetleyiciye gönderir.
5. **Veri İşleme:** Mikrodenetleyici, alınan dijital veriyi işleyerek kullanır.

MCP3008'in çeşitli avantajları ve özellikleri vardır. Bu avantajlar, projemizde bu entegreyi tercih etmemizde etkili olmuştur. Çizelge 3.4'te MCP3008'in temel özellikleri verilmiştir:

Çizelge 3.4. MCP3008 Entegresinin Özellikleri

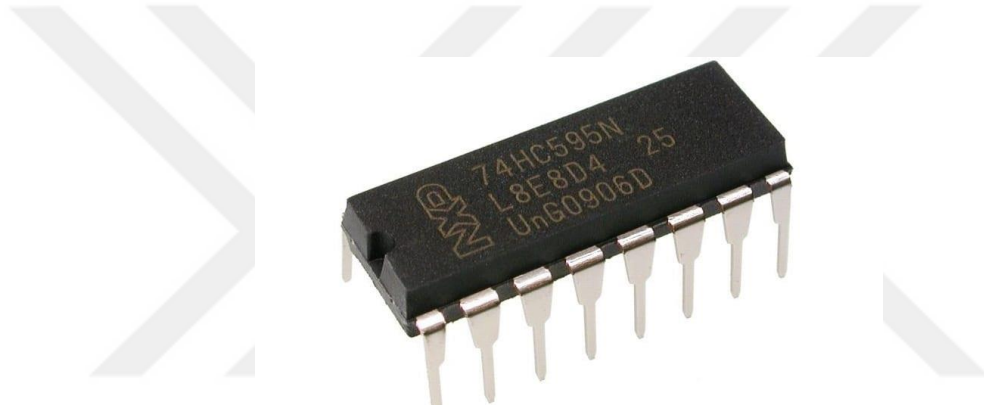
| Özellik | Değer |
|--------------------------|-----------------|
| Kanal Sayısı | 8 |
| Çözünürlük | 10 bit |
| Besleme Voltajı (VDD) | 2.7V- 5.5V |
| Referans Voltajı (VREF) | 0V- VDD |
| Maksimum Saat Hızı (CLK) | 3.6 MHz |
| Çalışma Sıcaklığı | -40°C to 85°C |
| Paket Tipi | DIP-16, SOIC-16 |
| SPI Arayüzü | Evet |
| Tipik Çalışma Akımı | 0.5 mA |
| Tipik Uyku Akımı | 0.1 μ A |

MCP3008'in yüksek çözünürlüğü ve çoklu kanal desteği, projemizde sensör verilerinin doğru ve güvenilir bir şekilde dijital verilere dönüştürülmesini sağlar. Ayrıca, düşük güç tüketimi ve geniş çalışma sıcaklık aralığı, MCP3008'i çeşitli uygulamalar için uygun hale getirir.

3.4.2. 74HC595 Entegresi

74HC595 entegresi, Texas Instruments tarafından üretilen ve dijital çıkışların kontrolü için kullanılan bir seri-in/parallel-out kaydırma register entegresidir. Bu entegre, veri girişini seri olarak alır ve paralel olarak çıkış verir. Bu sayede, mikrodenetleyicilerin pin sayısını artırmadan birden fazla dijital çıkışı kontrol etmek mümkündür.

Projemizde, 74HC595 entegresi röle kontrolünde kullanılacaktır. 74HC595 entegresi, özellikle LED matrisleri, 7 segmentli göstergeler ve röle sürücüleri gibi çeşitli uygulamalarda yaygın olarak kullanılan bir kaydırma yazmacıdır. Şekil 3.12'de 74HC595 entegresinin genel görünümü, Şekil 3.13'te ise bu entegreye ait pin bağlantıları gösterilmektedir. Bu entegre, düşük maliyetli dijital sinyal kontrolü sağlamak için tasarlanmıştır ve dijital çıkışları kontrol etmek için idealdir.



Şekil 3.12. 74HC595 Entegresi

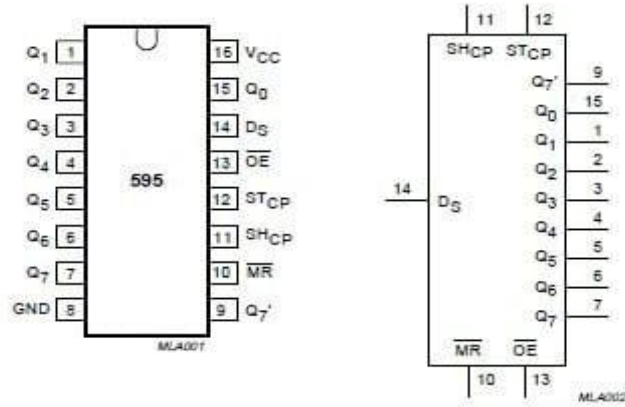


Fig.1 Pin configuration.

Fig.2 Logic symbol.

Şekil 3.13. 74HC595 Entegresinin Pinleri

74HC595 Entegresinin temel özellikleri Çizelge 3.5'te detaylı olarak verilmiştir. Bu özellikler, entegreyi çeşitli elektronik projelerde ve uygulamalarda kullanılabilir hale getiren önemli faktörlerdir.

Çizelge 3.5. 74HC595 Entegresinin Özellikleri

| Özellik | Değer |
|-----------------------|------------------|
| Besleme Voltajı (Vcc) | 2V- 6V |
| Çıkış Akımı (Ioh/Iol) | ±6mA |
| Veri Giriş Hızı | 100ns (maksimum) |
| Çıkış Tipi | TTL uyumlu |
| Pin Sayısı | 16 |
| Çalışma Sıcaklığı | -40°C to 125°C |
| Paket Tipi | DIP-16, SOIC-16 |

74HC595 entegresi, veriyi seri olarak alır ve paralel olarak verir. Bu işlem, mikrodenetleyici ile entegre arasındaki veri iletimini kolaylaştırır ve mikrodenetleyicinin pin sayısını artırmadan daha fazla dijital çıkışın kontrol edilmesine olanak tanır. 74HC595'in çalışma mantığı şu şekildedir:

1. **Veri Girişi (SER):** Mikrodenetleyici, veri girişini SER pinine seri olarak gönderir.
2. **Saat Sinyali (SRCLK):** Mikrodenetleyici, her veri biti için SRCLK pinine bir saat darbesi gönderir.
3. **Veri Kaydırma:** Her saat darbesinde, veri bir sonraki bit pozisyonuna kaydırılır.
4. **Veri Saklama (RCLK):** Mikrodenetleyici, tüm veri bitleri kaydırıldıktan sonra, RCLK pinine bir darbe göndererek verinin paralel çıkışa aktarılmasını sağlar.
5. **Çıkış (Q0-Q7):** Veri, paralel olarak Q0-Q7 pinlerinden çıkar.

74HC595 entegresi, dijital çıkışların kontrol edilmesi gereken çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Projemizde, bu entegre özellikle röle kontrolünde kullanılacaktır. 74HC595'in esnekliği ve kullanım kolaylığı, projede önemli bir avantaj sağlamaktadır. Röle kontrolü, ev otomasyonu, endüstriyel otomasyon ve diğer birçok uygulama için kritik bir bileşendir ve 74HC595 bu uygulamalarda verimlilik ve güvenilirlik sağlar.

3.5. Güç ve Besleme

Prototip devremizin tüm bileşenlerinin doğru ve kararlı bir şekilde çalışabilmesi için uygun bir güç kaynağı düzenlemesi yapılmıştır. Bu düzenlemede, 220V AC şebeke voltajı, 9V AC'ye dönüştürülmüş ve ardından doğrultularak 5V DC'ye çevrilmiştir. Bu voltaj, devremizdeki tüm bileşenlerin beslenmesi için kullanılmıştır.

3.5.1. Transformator

Projemizde kullanılan transformator, 220V AC şebeke voltajını 9V AC'ye dönüştürmek için kullanılmıştır. Transformator, giriş ve çıkış voltajları arasında galvanik izolasyon sağlayarak güvenliği artırır ve yüksek voltajın devrede kullanılacak güvenli bir seviyeye düşürülmesini sağlar.

Transformatorün çalışma prensibi şu şekildedir:

1. **Primer Sarım:** 220V AC şebeke voltajı, transformatorün primer sarımına uygulanır. Primer sarım, bir manyetik alan oluşturarak bu enerjiyi transformatorün çekirdeğine iletir.
2. **Sekonder Sarım:** Manyetik alan, transformatorün sekonder sarımında indüklenir ve 9V AC'lik bir çıkış voltajı oluşturur. Sekonder sarımın sarım sayısı, çıkış voltajını belirler.

Transformatorün çıkışına bir köprü diyot ve filtre kapasitörü eklenmiştir. Köprü diyot, AC voltajı DC voltaja çevirir ve filtre kapasitörü, doğrultulan DC voltajı pürüzsüz hale getirir. Bu bileşenler, devrede sabit ve kararlı bir DC voltaj sağlar.

Şekil 3.14'te transformatorün genel görünümü gösterilmektedir. Transformator, AC voltajını belirli bir seviyeye yükseltmek veya düşürmek için kullanılan bir elektriksel cihazdır. Bu cihazın özellikleri Çizelge 3.6'da detaylı olarak listelenmiştir.



Şekil 3.14. Transformator

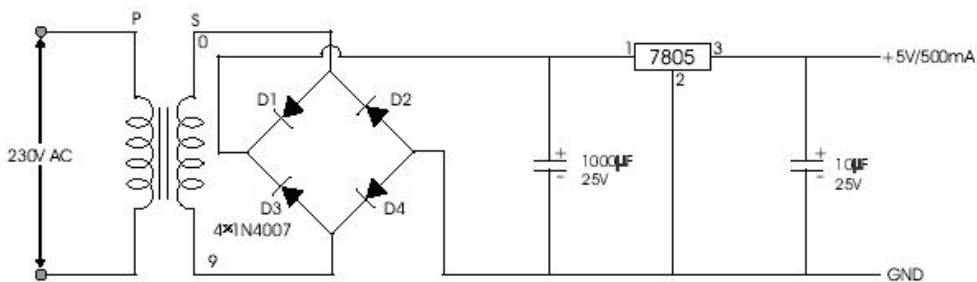
Çizelge 3.6. Transformatör Özellikleri

| Özellik | Değer |
|-------------------------|------------------------------|
| Giriş Voltajı | 220V AC |
| Çıkış Voltajı | 9V AC |
| Güç Değeri | 10W |
| Frekans | 50/60 Hz |
| İzolasyon | Galvanik |
| Sarım Sayısı (Primer) | 220V için uygun sarım sayısı |
| Sarım Sayısı (Sekonder) | 9V için uygun sarım sayısı |
| Tip | Toroidal veya EI Çekirdekli |

Transformatörün çıkışında DC gerilim elde etmek için köprü diyot ve filtre devresi kullanılmıştır.

- Köprü Diyot: AC voltajı DC voltaja çevirmek için kullanılmıştır. Dört diyot içerir.

Filtre Kapasitörü: Doğrultulan AC voltajı dalgalanmayan DC voltaj haline getirir. Devrede kullanılan yüke uygun olarak seçilen Kapasitörle, voltaj dalgalanmaları azaltarak daha kararlı bir DC voltaj elde edilmesi sağlanır. Şekil 3.15'te gösterilen şemada, transformatörün primer sarımına 220V AC şebeke voltajı uygulanmaktadır. Sekonder sarımında indüklenen 9V AC, köprü diyot tarafından doğrultularak DC voltaja dönüştürülür. Filtre kapasitörü, doğrultulan DC voltajı pürüzsüz hale getirir ve bu voltaj, 7805 voltaj regülatörüne besleme sağlar. Transformatör ve doğrultma devresi, projedeki tüm bileşenlerin güvenli ve kararlı bir şekilde çalışması için gerekli güç kaynağını sağlar. Bu düzenleme, enerji verimliliği ve güvenlik açısından avantajlıdır ve projenin genel performansını artırır.



Şekil 3.15. Güç ve Besleme Devre Şeması

3.5.2. LM7805 Voltaj Regülatörü

Projemizde kullanılan LM7805 voltaj regülatörü, doğrultulmuş 9V DC'yi 5V DC'ye dönüştürmek için kullanılmıştır. LM7805, lineer bir voltaj regülatörüdür ve sabit 5V çıkış sağlayarak devredeki tüm bileşenlerin kararlı ve güvenli bir şekilde beslenmesini sağlar. Aşırı akım koruması, çıkış akımı aşırı yükseldiğinde devreyi korur ve çıkışı kısarak bileşenlerin zarar görmesini engeller. Termal kapatma, regülatör aşırı ısındığında kendini kapatarak devrenin ve regülatörün zarar görmesini önler. Bu özellik, özellikle yüksek akım çeken devrelerde önemlidir. Giriş voltajı koruması ise, giriş voltajı sınırların dışına çıktığında regülatörün çıkışı düzenlemesini sağlayarak bileşenlerin güvenliğini temin eder. LM7805 voltaj regülatörünün temel özellikleri Çizelge 3.7'de detaylandırılmıştır.

Çizelge 3.7. LM7805 Voltaj Regülatörü Özellikleri

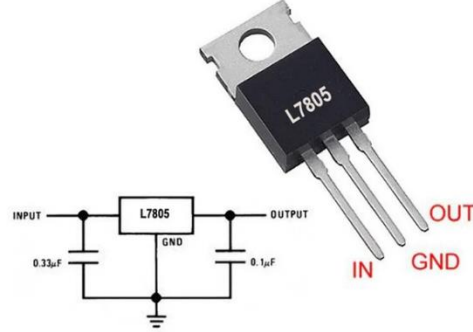
| Özellik | Değer |
|---------------------------|---------------------|
| Giriş Voltajı (VIN) | 7V- 35V |
| Çıkış Voltajı (VOUT) | 5V |
| Maksimum Çıkış Akımı | 1.5A |
| Çıkış Voltaj Toleransı | ±%2 |
| Çalışma Sıcaklığı Aralığı | 0°C- 125°C |
| Aşırı Akım Koruması | Var |
| Termal Kapatma | Var |
| Paket Tipi | TO-220, TO-3, TO-92 |

LM7805 voltaj regülatörünün çalışma prensibi şu şekildedir:

- **Giriş Voltajı (VIN):** Regülatörün giriş pinine (PIN 1) 7V- 35V arasında bir DC voltaj uygulanır. Bu giriş voltajı, regülatörün içindeki geribesleme mekanizması tarafından düzenlenir.
- **Regülasyon:** LM7805, içindeki referans voltaj ve geribesleme devresi sayesinde giriş voltajını sabit 5V çıkışa dönüştürür. Bu sayede, giriş voltajındaki dalgalanmalara rağmen çıkış voltajı sabit kalır.
- **Çıkış Voltajı (VOUT):** Sabit 5V çıkış, regülatörün çıkış pininden (PIN 3) alınır ve devredeki tüm bileşenlere dağıtılır.
- **Toprak (GND):** Regülatörün toprak pinine (PIN 2) devrenin ortak toprak hattı bağlanır.

LM7805 voltaj regülatörü, çeşitli koruma mekanizmalarına sahip bir voltaj regülatörüdür. Şekil 3.16 'da LM7805 voltaj regülatörünün genel yapısı

gösterilmektedir. Bu regülatör, özellikle yüksek akım çeken devrelerde önemli olan aşırı akım koruması, termal kapatma ve giriş voltajı koruması gibi özelliklerle donatılmıştır.



Şekil 3.16. LM7805 Voltaj Regülatörü

Bu güç ve besleme düzenlemesi, proje hedeflerine ulaşmak için uygun ve etkili bir çözüm sunmaktadır. Sağladığı kararlılık, güvenilirlik ve koruma özellikleri ile çeşitli uygulamalarda başarılı bir şekilde kullanılabilir.

3.6. Sensör Tabanlı Adaptif Kontrol Algoritması

Son on yılda, çeşitli uygulama alanları için birçok protokol ve algoritma önerilmiştir. Bu öneriler, protokol ve uygulama yığınının tüm katmanlarında yer alan geniş bir görev yelpazesini kapsamaktadır (Tomforde, Cakar, et al., 2009). Önerilen algoritma ve protokoller, genellikle çeşitli durumlarda değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerin ana hedeflerinden biri, bu protokollerin ve algoritmaların sahip olduğu birçok parametre için uygun ayarların dikkatlice seçilmesidir. Bu değişken ayarlar, algoritmanın belirli çalışma koşullarında davranışını ayarlamasına izin verir. Ancak, birçok uygulamada, çalışma koşullarındaki beklenmedik değişiklikler, genellikle çalışma anında karşılaşılmaktadır. Cihaz dağıtım yöntemine bağlı olarak, sahadaki cihaz dağılımı, tasarım aşamasında beklenenden farklı olabilir (Tomforde et al., 2010). Çevresel koşullar, örneğin beklenmeyen olayların algılanma sıklıkları, cihaz arızalarına ve beklenenden farklı çalışmalarına yol açabilir. Buna karşılık, cihaz arızalarının tipi sistemdeki topolojisinde değişikliklere yol açar. Özetle, bu durumlar sıklıkla sistem performansında istenmeyen durumlara neden olur (Tomforde, Steffen, et al., 2009).

Eğer bu değişiklikler tasarım aşamasında (yani cihaz dağıtımından önce) tahmin edilebilseydi, mühendisler algoritmalar için parametre ayarlarını deneysel veya analitik olarak hazırlayabilirlerdi. Ancak, birçok durumda, bu değişiklikler sistemlerin doğası gereği tahmin edilememektedir ve cihazların çalıştırıldığı ortamdaki fiziksel koşullara bağlı olarak değişmektedir (Wilson, 1995). Genel Organik Ağ Kontrol (ONC) sistemi fikri ilk olarak sunulmuş ve o zamandan beri çeşitli alanlardan protokollere uygulanmıştır. ONC sisteminin görevi, çevresel koşullardaki değişikliklere dinamik olarak uyum sağlamak için protokol ve algoritmaları çalışma zamanında uyarlamaktır (Lim et al., 2006). ONC ve belirli bir protokol arasındaki tek ara yüz, algoritmik parametrelerin değiştirilmesi için araçlar sağlamalıdır. Bu tür parametrelere örnek olarak zaman aşımı değerleri ve yeniden maksimum mesaj iletimlerinin sayısı verilebilir. Ek olarak, ONC sistemi, sistem performansını etkileyebilecek gözlemlenebilir çevresel özelliklere erişim gerektirir. Bu tür özelliklere örnek olarak bir cihazın komşularının sayısı ve yerel olarak iletilen mesajların sıklığı verilebilir (Whiteson & Stone, 2004).

ONC sisteminin temel görevi, bir cihazın mevcut durumunu tanımlayan bir dizi çevresel özelliği gözlemlemek ve bu durumu çalışma zamanında uygun algoritmik parametrelerle eşleştirmektir. Bu eşleştirme, öğrenme sınıflandırma sistemleri gibi makine öğrenimi (ML) teknikleri kullanılarak keşfedilir. Parametrelerin belirli anlamları ONC sistemi için önemli değildir. Bunun yerine, ML tekniklerinin uygulanması, durumların uygun parametrelerle eşleştirilmesini sağlar. Bu eşleştirmenin bir kısmı, tasarım aşamasında belirlenmiş olabilir. Geri kalan eşleştirmeler için, ONC sistemi çalışma zamanında, hafif adaptasyon için bireysel sensör düğümlerinde ve daha karmaşık ML için güçlü düğümlerde (örneğin, sink düğümler) ML tekniklerini kullanır (Scholer & Muller-Schloer, 2004).

Bu tez çalışmasında, ONC'nin tek bir cihazı kontrol eden bir sistemde başarıyla uygulanabileceğini ve değişen sistem koşullarında sistemde bulunan mevcut algoritmaların performansı iyileştirmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada algoritma olarak, Lim ve arkadaşları tarafından sunulan Adaptif Dağıtılmış Kaynak Tahsis Şeması'nı (ADRA) seçmemizin birkaç temel nedeni vardır. İlk olarak, ADRA algoritması, ağlar arasında dinamik kaynak tahsisi yapabilme yeteneğine sahiptir ve bu, sensör tabanlı sistemlerde meydana gelen beklenmedik değişikliklere hızlı tepki vermeyi sağlar. Algoritmanın adaptif yapısı, özellikle sensör düğümlerinin yoğun olduğu sistemlerde verimli kaynak kullanımı sağlaması açısından avantajlıdır. İkinci olarak, ADRA, daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda, enerji verimliliği ve ağ performansını optimize etme

konularında başarılı sonuçlar vermiştir (Rosa et al., 2007). Bu özellikler, bu tezde hedeflenen sensör tabanlı kontrol sistemlerinin dinamik ihtiyaçlarına cevap verebilmek için uygun bir çözüm sunmaktadır. Son olarak, ADRA'nın esnek yapısı, ONC sistemi ile entegrasyonunu kolaylaştırmakta ve algoritmanın farklı çevresel koşullara göre uyarlanabilirliğini artırmaktadır. Bu sebeplerle, ADRA algoritmasının bu çalışmada kullanılması, sistem performansının iyileştirilmesi açısından kritik bir adım olarak görülmektedir.

Bu çalışmada ONC sistemleri fikriyle ilgili önerileri irdeleyerek, özellikle, sistem adaptasyonu alanında ML (Kalyanaraman et al., 2008) teknikleri ve yaklaşımlarını dikkate alınmıştır. Genel ONC çerçevesini kullanarak onu tek cihaz kontrol sistemlerine nasıl uygulanacağını ayrıntılarını belirlemeye çalışılmıştır. Daha sonra, ONC çerçevesinin ADRA algoritmasına uygulanmasıyla elde edilen performans iyileştirmelerine dair detaylı deneysel sonuçları, yapılan deneme çalışmalarıyla tespit edilmeye çalışılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Bağlantı Şeması

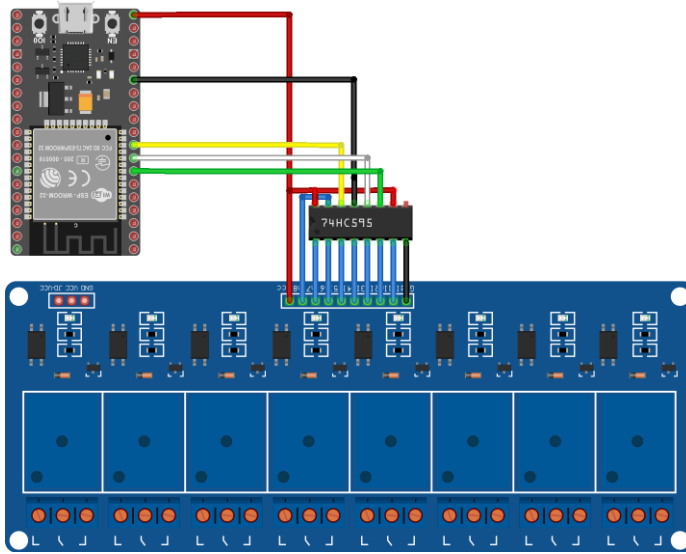
Bu bölümde, akıllı priz sisteminin devre tasarımı ve bağlantı şeması üzerinde yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar tartışılacaktır. Çalışmada NodeMCU, 74HC595 entegresi, röle modülü, ACS712 akım sensörleri ve MCP3008 ADC kullanılarak bir devre tasarlanmıştır. Bu bileşenlerin bir araya getirilmesi, sistemin enerji tüketimini izlemek ve kontrol etmek için gerekli verilerin toplanmasını sağlamıştır.

Geliştirilen bağlantı şeması, sistemin farklı bileşenlerinin birbirleriyle nasıl entegre olduğunu göstermektedir. NodeMCU, sistemin ana kontrol birimi olarak görev yapmış ve Wi-Fi özellikleri sayesinde uzaktan kontrol imkânı sunmuştur. 74HC595 entegresi, NodeMCU'nun giriş/çıkış pinlerini genişleterek daha fazla sayıda röleyi kontrol edebilmesini sağlamıştır. Bu sayede, çoklu cihaz kontrolü daha verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmiştir.

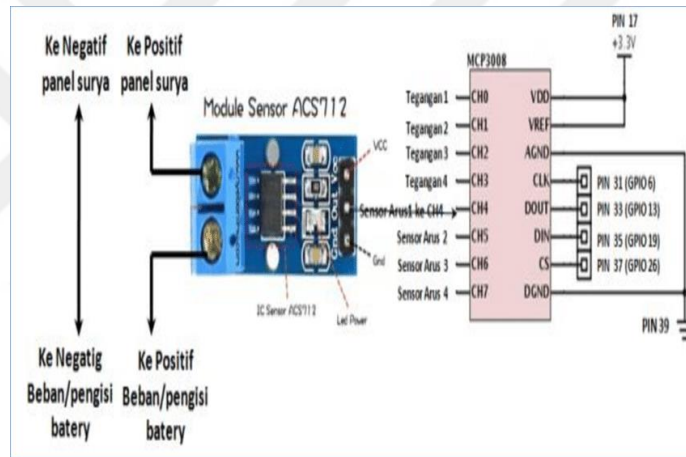
ACS712 akım sensörleri, bağlı cihazların enerji tüketimini ölçmek için kullanılmıştır. Bu sensörler, MCP3008 ADC ile çalışarak analog verilerin dijital verilere dönüştürülmesini sağlamış ve NodeMCU'ya iletmıştır. Bu düzenek sayesinde, akım ölçümleri hassas bir şekilde yapılmış ve enerji tüketimi verileri başarılı bir şekilde toplanmıştır.

Bağlantı şeması, devrenin kurulumu sırasında karşılaşılan zorlukları ve bu zorlukların nasıl aşıldığını da ortaya koymaktadır. Özellikle, veri iletiminde yaşanan senkronizasyon sorunları, uygun konfigürasyonlarla çözülmüştür. Röle modülünde meydana gelen dalgalanmalar, uygun filtre devreleri kullanılarak giderilmiştir. Ayrıca, sensör doğruluğu kalibrasyon işlemleriyle artırılmıştır.

Şekil 4.1'de Akıllı Priz Sisteminin 74HC595 ve Röle Bağlantı Şeması, Şekil 4.2'de ise ACS712 Akım Sensörü ve MCP3008 Bağlantı şeması gösterilmektedir ve bu şemalarda sistemin nasıl çalıştığı ve bileşenlerin birbirleriyle olan bağlantılarını net bir şekilde gösterilmeye çalışılmıştır. Bu sayede akıllı priz sisteminin etkin bir şekilde çalışmasını sağlamış ve enerji verimliliği konusundaki hedeflere ulaşılmasına yardımcı olacak devrelerin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Sistem sayesinde kullanıcıların enerji tüketimini izlemeleri ve kontrol etmeleri kolaylaştırılmaya çalışılmış ve sistemlerin gerekli durumlarda enerji tasarrufu yapabilmesi sağlanmıştır.



Şekil 4.1. Akıllı Priz Sisteminin 74HC595 Ve Röle Bağlantı Şeması



Şekil 4.2. ACS712 Akım Sensörü ve MCP3008 Bağlantı Şeması

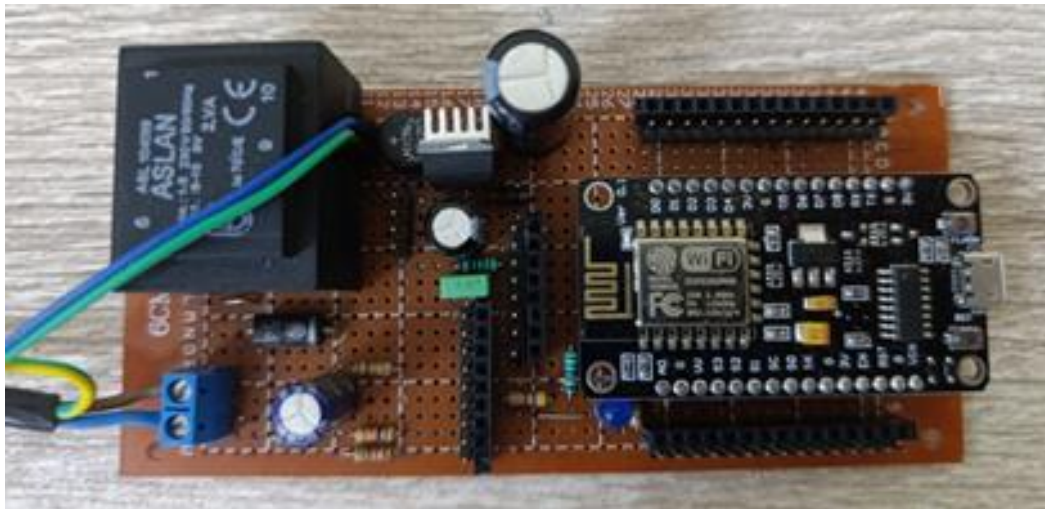
4.2. Devre Tasarımı

Bu bölümde, akıllı priz sisteminin devre tasarımı ve aralarındaki bağlantılar hakkında bilinmesi gerekenler belirtilmiştir. Sistemde iki adet ana devre kartı bulunmaktadır ve bu kartlar arasındaki bağlantılar fiziksel kablo bağlantılarıyla gerçekleştirilmiştir.

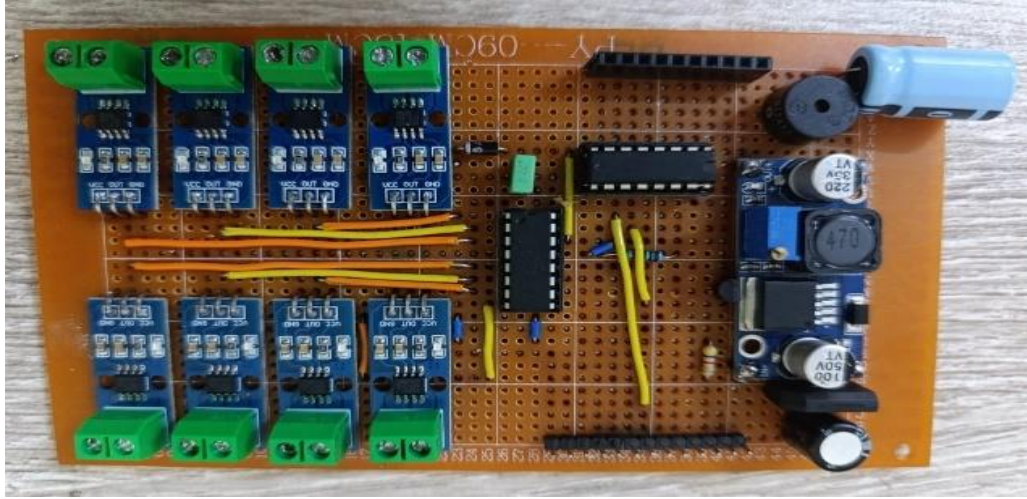
Ana kart, sistemin kontrol birimi olarak görev yapmaktadır ve 220 volt girişini 9 volta düşüren bir trafoya sahiptir. Trafo ile elde edilen AC gerilim, diyot kullanılarak DC gerilime çevrilir ve daha sonra regülatör yardımıyla 5 volt seviyesine getirilir. Bu 5 voltluk çıkış, tüm sensörleri ve diğer bileşenleri çalıştırmak için kullanılır. Ana kart üzerinde, NodeMCU gibi kontrol birimleri ve güç yönetim devreleri bulunmaktadır. Bu yapı, sistemin stabil ve güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlar.

İkinci kart, 74HC595 entegresi kullanılarak 8'li röle modülünün kontrol edilmesini sağlar. Bu kartta, rölelerin güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla ayrı bir regülatör bulunmaktadır. Bu düzenleme, ana kart ile ikinci kart arasındaki parazitleri ve olası çakışmaları engellemek için yapılmıştır. Ayrıca, ikinci kart üzerinde ACS712 akım sensörlerinden gelen verileri toplamak için MCP3008 ADC entegresi bulunur. Bu entegre, analog sinyalleri dijital sinyallere dönüştürerek NodeMCU'ya iletir ve bu sayede enerji tüketim verileri hassas bir şekilde toplanır ve gerekli şekilde analiz edilmesine yardımcı olur. Bağlantı şeması ve devre tasarımı, sistemin farklı bileşenlerinin birbirleriyle nasıl entegre olduğunu göstermektedir. NodeMCU, sistemin ana kontrol birimi olarak görev yapmış ve Wi-Fi özellikleri sayesinde uzaktan kontrol imkânı sunmuştur. 74HC595 entegresi, NodeMCU'nun giriş/çıkış pinlerini genişleterek daha fazla sayıda röleyi kontrol edebilmesini sağlamıştır. Bu sayede, çoklu cihaz kontrolü daha verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmiştir. ACS712 akım sensörleri, bağlı cihazların enerji tüketimini ölçmek için kullanılmıştır. Bu sensörler, MCP3008 ADC ile çalışarak analog verilerin dijital verilere dönüştürülmesini sağlamış ve NodeMCU'ya iletmiştir. Bu düzenek sayesinde, akım ölçümleri hassas bir şekilde yapılmış ve enerji tüketimi verileri başarılı bir şekilde toplanmıştır.

Şekil 4.3'te gerçekleştirilen anakart tasarım şeması ve Şekil 4.4'te ikinci kontrol kartı tasarım şemaları gösterilmiştir. Tasarımı gerçekleştirilen modüller bu kartlar sayesinde sistemin daha esnek bir şekilde yönetilebilir olması sağlanmıştır.

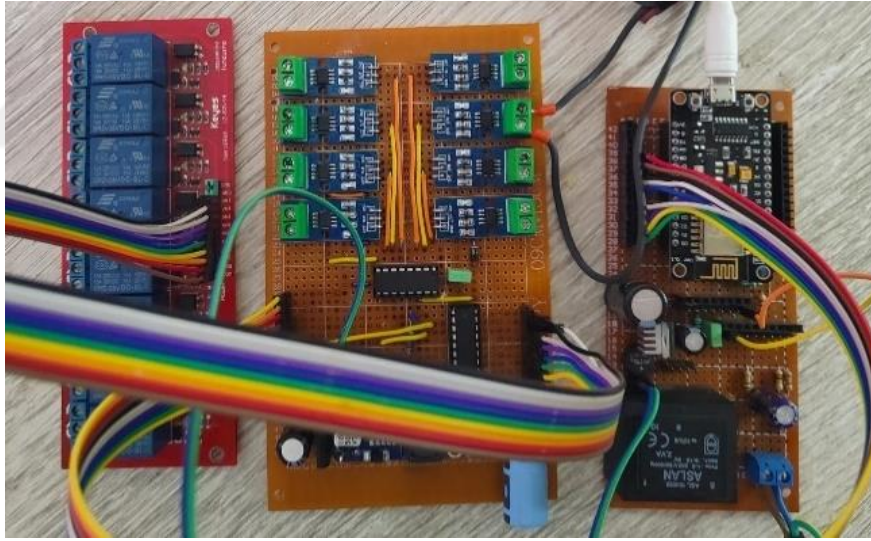


Şekil 4.3. Akıllı Priz Sisteminin Anakart Tasarımı



Şekil 4.4. İkinci Kontrol Kart Tasarımı

Şekil 4.5'te gösterilen devre kartları arasındaki bağlantılar ise, sistemin performansını ve güvenilirliğini artırmak amacıyla dikkatlice tasarlanmıştır. Bu tasarımda, parazitlerin ve çakışmaların önlenmesi için yapılan düzenlemeler, sistemin genel güvenilirliğini önemli ölçüde artırmıştır.



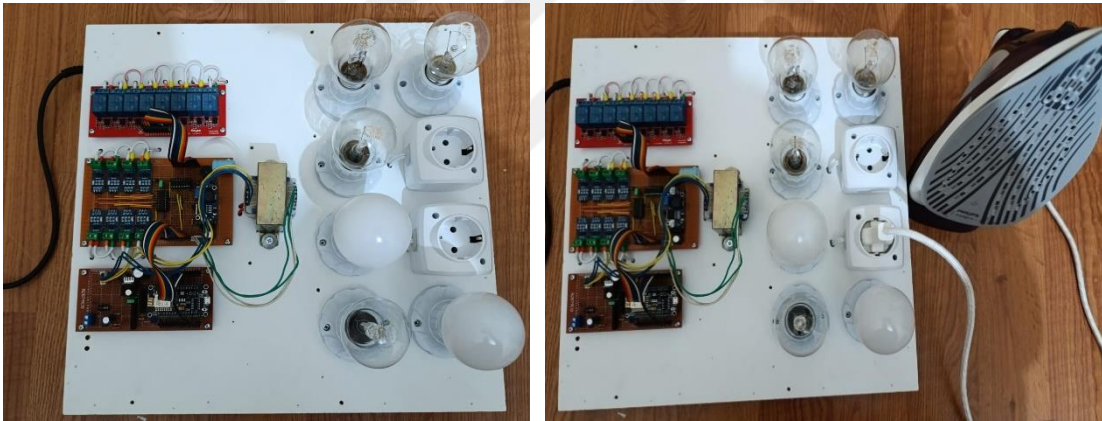
Şekil 4.5. Devre Kartları Arasındaki Bağlantılar

Bu yapılan çalışmalarla akıllı priz sisteminin performansını ve güvenilirliğini en üst seviyeye çıkarmayı sağlayacak şekilde devre tasarımlarının gerçekleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

4.3. Akıllı Priz Prototipinin Tasarımı ve Uygulamalı Test Süreci

Bu bölümde, enerji yönetimi ve verimli elektrik kullanımı sağlamak amacıyla geliştirilen akıllı priz prototipinin tasarım süreci ve uygulamalı test aşamaları detaylandırılmaktadır. Prototip, farklı güç tüketim seviyelerini temsil eden altı adet lambadan ve iki prizden oluşmaktadır. Lambalar, 50 W, 150 W, 230 W, 9 W, ve 15 W gibi farklı watt değerlerine sahiptir ve bu sayede çeşitli yüklerin prototip üzerinde denenmesi sağlanmıştır. Ayrıca, iki priz bağlantısı kullanılarak bilgisayar, buzdolabı ve ütü gibi ev aletleri bağlanarak sistemin çok yönlü işlevselliği artırılmıştır.

Şekil 4.6'da gösterilen Akıllı priz sistemi, kullanıcıya enerji tüketimini izleme ve cihazları kontrol etme imkanı sunan özel bir uygulama ile desteklenmiştir. Prototipin kullanıcının enerji tüketimini daha etkin yönetebilmesi için akıllı bir yapı ile donatılması, sistemin temel amaçlarından biridir. Bu bağlamda, kullanıcı arayüzü, cihazların durumlarının izlenmesine ve yönetilmesine olanak tanımakta; bu da kullanıcıların enerji tüketim alışkanlıklarını düzenleyebilmesini sağlamaktadır.

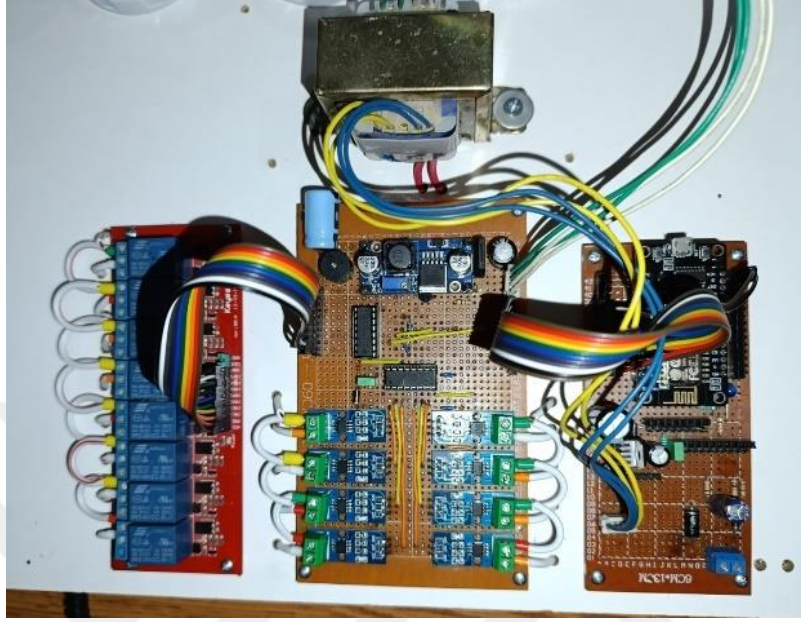


Şekil 4.6. Akıllı Priz Prototipinin Tasarımı

Prototipin kontrol mekanizması, kullanıcının mobil uygulama üzerinden bağlı cihazları açıp kapatma, enerji tüketim seviyelerini izleme gibi işlemleri gerçekleştirmesine olanak vermektedir. Bu süreçte, cihazlara ait tüketim verileri düzenli olarak kaydedilmekte ve analiz edilmektedir. Kullanıcıya sunulan bu kontrol sistemi, enerji tüketiminde bilinçli bir yaklaşımı desteklemekte ve gereksiz enerji harcamalarının önüne geçilmesine katkı sağlamaktadır.

Şekil 4.7'de kontrol ünitesi gösterilen yapılan testlerde, bilgisayar, buzdolabı ve ütü gibi farklı elektrikli cihazlar ile sistemin uyumlu çalıştığı gözlemlenmiştir. Prototip, farklı yüklerdeki cihazları başarılı bir şekilde kontrol edebilmiş ve enerji tüketimini ölçme

konusunda doğruluğunu kanıtlamıştır. Ayrıca, sistemin stabil çalışması ve kullanıcı etkileşimine hızlı yanıt vermesi, gelecekteki olası akıllı priz uygulamaları için iyi bir örnek oluşturmaktadır.



Şekil 4.7. Akıllı Priz Prototipinin kontrol ünitesi

4.4. Kontrol Arayüzü Tasarımı

Tez çalışmasının bu bölümde, akıllı priz sisteminin kontrol arayüzü tasarımı üzerinde yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar tartışılacaktır. Kontrol arayüzü,

- HTTP arayüzü,
- mobil uygulama arayüzü,

olmak üzere iki ana parçadan oluşacak şekilde oluşturulması kurgulanmış ve gerçekleştirilmiştir.

4.4.1. HTTP Arayüzü

HTTP arayüzü, NodeMCU üzerine Arduino IDE ile yüklenen bir kod sayesinde çalışmaktadır. Bu arayüz, kullanıcıların herhangi bir uygulamaya ihtiyaç duymadan, sadece Wi-Fi sinyali ile cihazı kontrol etmelerini sağlar ve aynı zamanda gerekli kontrol bilgilerini sisteme girme imkânı sunar.

HTTP arayüzlerinin genel işlevselliği, akıllı priz sisteminin yönetimini kolaylaştırmak ve kullanıcıların cihazlarla etkileşim kurmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Bu arayüzler, kullanıcıların günlük kullanım ihtiyaçlarını karşılamada etkili ve kullanıcı dostu çözümler sunulmasını kolaylaştırır.

4.4.1.1. Wi-Fi Ayarı Arayüzü

Wi-Fi ayarı arayüzü, kullanıcının cihazı mevcut Wi-Fi şebekelerine bağlamasını kolaylaştırır. Bu arayüz, kullanıcıya mevcut Wi-Fi şebekelerini gösterir ve her bir şebekenin sinyal gücünü belirtir. Kullanıcı, bağlantı kurmak istediği şebekeyi seçip şifresini girdikten sonra "Kaydet" butonuna tıklayarak bağlantıyı gerçekleştirebilir. Eğer bağlantı başarısız olursa, kullanıcıdan tekrar bilgi girmesi istenir. Arayüzde ayrıca şifre gösterme butonu, NodeMCU ve tüm bilgileri sıfırlama butonu, ve yeniden tarama butonu bulunmaktadır. Bu butonlar, kullanıcı deneyimini artırmak ve kontrol sürecini kolaylaştırmak için eklenmiştir.

Şekil 4.8'de gösterilen Wi-Fi ayarı arayüzü, kullanıcıların akıllı priz sistemine kolay ve etkili bir şekilde erişimini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Kullanıcı dostu arayüzü ve işlevselliği, sistemin yönetimini ve kontrolünü büyük ölçüde basitleştirir. Bu tasarım, kullanıcıların enerji verimliliğini artırmalarına ve sistemi rahatlıkla yönetmelerine olanak tanırken, aynı zamanda kullanıcı memnuniyetini de önemli ölçüde artırmıştır.



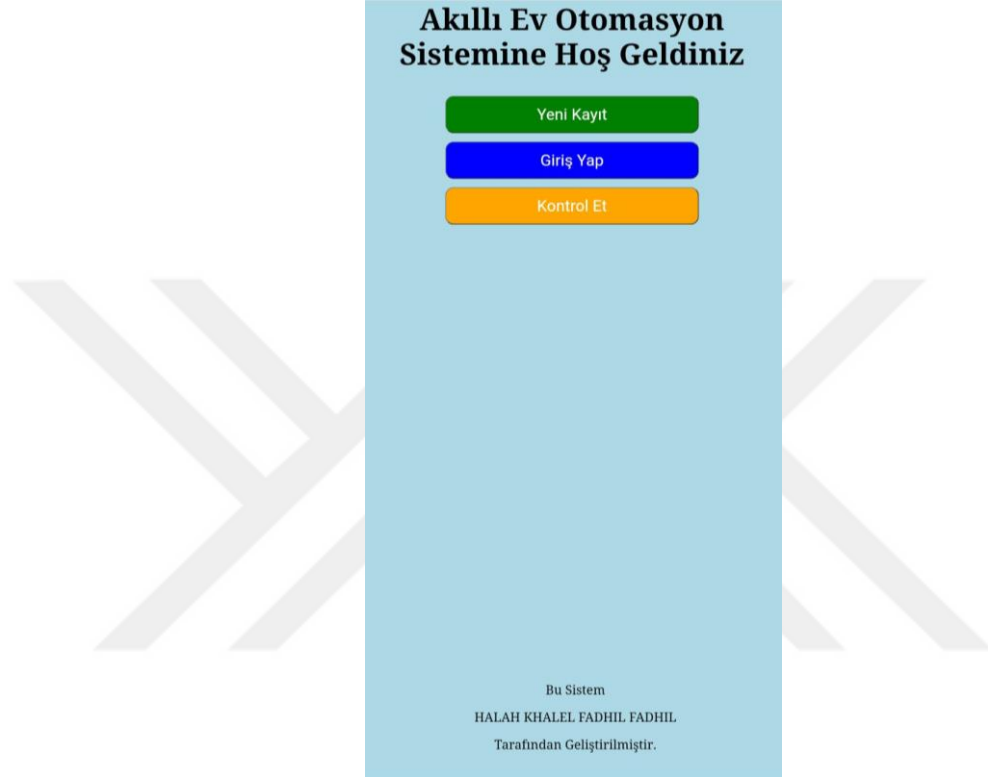
Şekil 4.8. Wi-Fi Ayarı Arayüzü Ekranları

4.4.1.2. Giriş Arayüzü

Giriş arayüzü, kullanıcının sisteme yeni kayıt oluşturmamasını veya mevcut kullanıcı olarak giriş yapmasını sağlar. Bu arayüz, Firebase veri tabanına entegre edilmiştir. Kullanıcı, yeni kayıt bölümüne tıklayarak gerekli bilgileri doldurabilir ve sistemde yeni bir hesap oluşturabilir. Giriş yap bölümü ise mevcut kullanıcıların sistemde oturum

açmasına olanak tanır. Kontrol et bölümü, herhangi bir internet bağlantısı olmadan Wi-Fi şebekesi üzerinden cihazların kontrol edilmesini sağlar.

Şekil 4.9’da gösterilen giriş arayüzü, kullanıcıların sisteme erişim ve yönetim sürecini daha güvenli ve kişiselleştirilebilir hale getirir. Veri tabanı entegrasyonu sayesinde kullanıcı hesapları güvenli bir şekilde yönetilir ve kullanıcı deneyimi iyileştirilir.



Şekil 4.9. Giriş Arayüzü Ekranları

4.4.1.3. Yeni Kayıt ve Giriş Yap Arayüzü

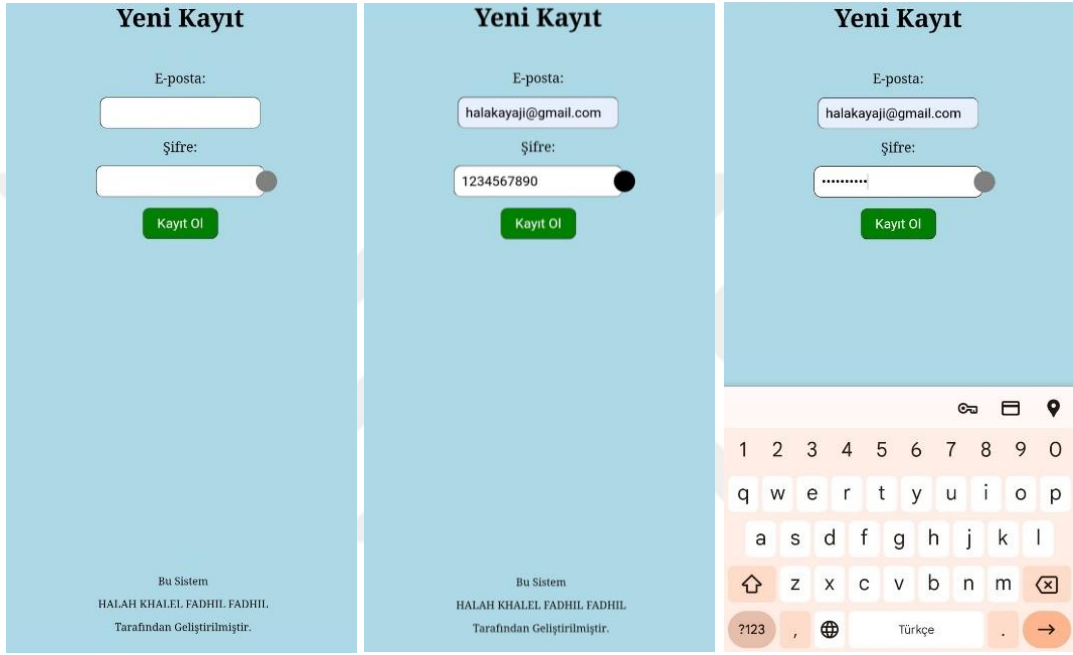
Yeni Kayıt ve Giriş Yap arayüzü, kullanıcıların sisteme erişim sağlamak için gerekli hesap oluşturma ve oturum açma işlemlerini gerçekleştirmesine olanak tanır. Bu arayüz, Firebase veri tabanına entegre edilmiştir ve kullanıcı verilerinin güvenli bir şekilde saklanmasını sağlar.

Yeni Kayıt Arayüzü: Bu arayüzde, kullanıcının e-posta adresi ve şifresi istenmektedir. Kullanıcı, gerekli bilgileri doldurarak sistemde yeni bir hesap oluşturabilir. Bu arayüz, kullanıcı dostu bir tasarıma sahip olup, hesap oluşturma sürecini kolaylaştırır.

Giriş Yap Arayüzü: Mevcut kullanıcıların sisteme giriş yapmasını sağlar. Kullanıcı, e-posta adresi ve şifresini girerek oturum açabilir ve sisteme erişim

sağlayabilir. Bu arayüz, kullanıcıların hızlı ve güvenli bir şekilde sisteme giriş yapmasını amaçlamaktadır.

Şekil 4.10'da gösterilen Yeni Kayıt ve Giriş Yap arayüzleri, kullanıcıların hesap oluşturma ve sisteme giriş yapma süreçlerini kolaylaştırarak, sistemin kullanımını daha erişilebilir hale getirmektedir. Firebase entegrasyonu sayesinde, kullanıcı verileri güvenli bir şekilde saklanır ve yönetilir, bu da sistemin güvenilirliğini önemli ölçüde artırır. Bu kullanıcı dostu arayüzler, sistemin kullanımını daha pratik ve güvenli hale getirerek, kullanıcı deneyimini iyileştirir.



Şekil 4.10. Yeni Kayıt ve Giriş Yap Arayüzleri

4.4.1.4. Priz Kontrol Arayüzü

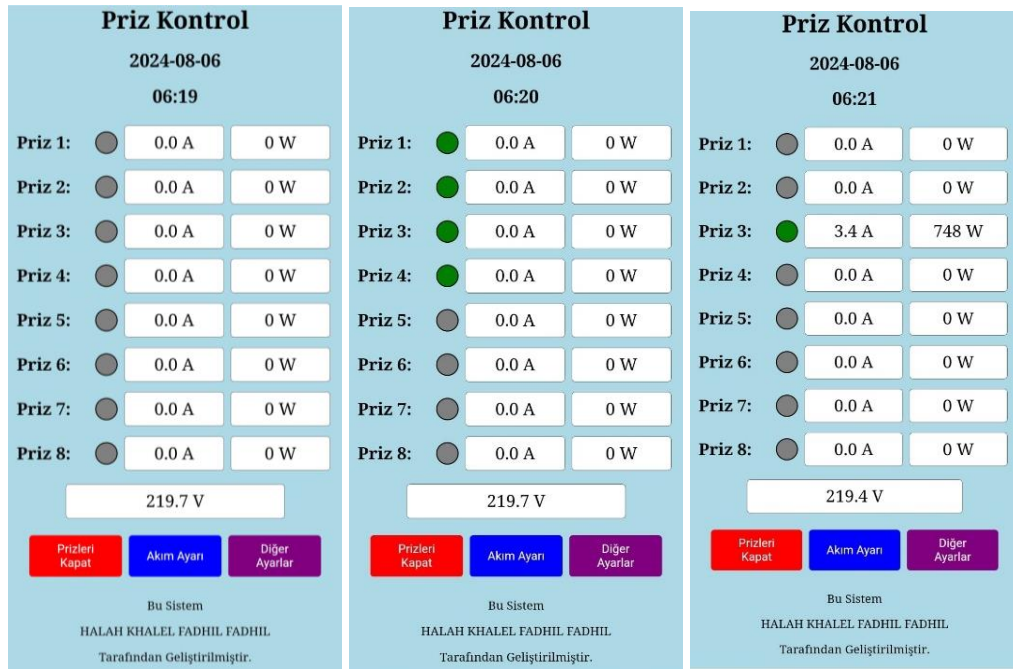
Kontrol Et arayüzü, kullanıcıların akıllı priz sistemini anlık olarak yönetmesini ve izlemesini sağlar. Bu arayüz, sistemin kullanım kolaylığını artırmak ve kullanıcıya detaylı bilgi sunmak amacıyla tasarlanmıştır.

Arayüz Detayları aşağıda verilmiştir.

- **Gerçek Zamanlı Saat ve Tarih:** Arayüzün üst kısmında, sistemin bağlı olduğu gerçek saat ve tarih bilgileri yer almaktadır. Bu bilgiler, kullanıcıya anlık kontrol ve izleme imkânı sunar.
- **Priz Durumları ve Ölçümler:** Her bir priz için ayrı ayrı akım (A) ve güç (W) ölçümleri yapılmakta ve bu değerler arayüzde görüntülenmektedir. Kullanıcı, her bir priz için mevcut akım ve güç tüketimini görebilir. Ayrıca, her priz için açma/kapama butonu bulunmaktadır. Bu sayede, kullanıcılar her prizi bağımsız olarak yönetebilirler.

- **Toplam Gerilim Değeri:** Arayüzün alt kısmında, sistemin toplam gerilim (V) değeri görüntülenmektedir. Bu değer, kullanıcıya sistemin genel enerji durumu hakkında bilgi verir.
- **Tüm Prizleri Kapatma:** Kullanıcı, "Prizleri Kapat" butonunu kullanarak tüm prizleri tek bir dokunuşla kapatabilir. Bu özellik, acil durumlarda veya enerji tasarrufu sağlamak amacıyla tüm cihazları hızlıca kapatmak için kullanılabilir.
- **Akım Ayarları:** "Akım Ayarı" butonu, kullanıcıya prizler üzerinden geçen akımı ayarlama ve sınırlandırma imkânı sunar. Bu özellik, enerji tüketimini optimize etmek ve aşırı yüklenmeleri önlemek için kullanışlıdır.
- **Diğer Ayarlar:** "Diğer Ayarlar" butonu, kullanıcıya sistemin diğer ayarlarına erişim imkânı verir. Bu ayarlar, sistemin performansını ve kullanıcı deneyimini daha da özelleştirmek için çeşitli seçenekler sunar.

Şekil 4.11'de gösterilen Priz Kontrol arayüzü, kullanıcıların prizlerin durumlarını ve enerji tüketimlerini gerçek zamanlı olarak izlemesini ve yönetmesini sağlar. Kullanıcı dostu tasarımı, enerji yönetimi ve cihaz kontrolü süreçlerini basitleştirerek, kullanıcıların sistemin performansını optimize etmesine yardımcı olur. Bu arayüz, kullanıcıların enerji verimliliğini artırmasını ve akıllı priz sisteminin işlevselliğinden en üst düzeyde faydalanmasını sağlar, böylece enerji tasarrufu sağlama ve cihazların etkin bir şekilde kontrol edilmesi mümkün olur.



Şekil 4.11. Priz Kontrol Arayüzü

4.4.1.5. Akım Ayarları

Akım Ayarları arayüzü, kullanıcıların her bir prizden geçen akım miktarını belirlemesine olanak tanır. Bu arayüz, prizlerin güvenli kullanımını sağlamak ve enerji tüketimini optimize etmek amacıyla tasarlanmıştır.

Arayüz Detayları aşağıda verilmiştir.

- **Priz Başına Akım Ayarları:** Kullanıcı, her bir priz için ayrı ayrı akım sınırları belirleyebilir. Arayüzde, her prizden yanında bir giriş alanı bulunmakta olup, bu alana istenilen akım değeri (Amper cinsinden) girilebilir. Bu sayede, kullanıcı her prizden maksimum akım sınırını belirleyerek aşırı yüklenmeleri önleyebilir.
- **Gerilim Ayarları:** Arayüz, ayrıca maksimum ve minimum gerilim değerlerini ayarlamaya olanak tanır. Kullanıcı, sistemin kabul edebileceği maksimum ve minimum gerilim değerlerini belirleyerek, voltaj dalgalanmalarına karşı koruma sağlar. Maksimum gerilim değeri 290 Volt ve minimum gerilim değeri 170 Volt olarak belirlenmiştir.

Kaydet ve Sıfırla Butonları: Kullanıcılar, yapılan ayarları "Kaydet" butonuna basarak kaydedebilirler. "Sıfırla" butonu ise tüm ayarları varsayılan değerlere döndürür. Bu özellikler, kullanıcıların sistem üzerinde tam kontrol sahibi olmasını sağlar. Şekil 4.12'de gösterilen Akım Ayarları arayüzü, kullanıcıların prizlerin güvenli ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

Şekil 4.12. Akım Ayarları Arayüzü

Akım arayüzü, her bir priz in akım sınırlarını ve sistemin gerilim değerlerini ayarlama imkânı sunarak, kullanıcıların enerji tüketimini daha iyi yönetmesine yardımcı olur. Bu arayüz sistemin genel performansını optimize etmek ve kullanıcıya esneklik sağlamak için tasarlanmış olup, kullanıcı dostu bir deneyim sunmak amaçlanmıştır. Bu özellikler, kullanıcıların enerji verimliliğini artırmasına ve sistemi ihtiyaçlarına göre uyarlamasına olanak tanır.

4.4.1.6. Diğer Ayarlar

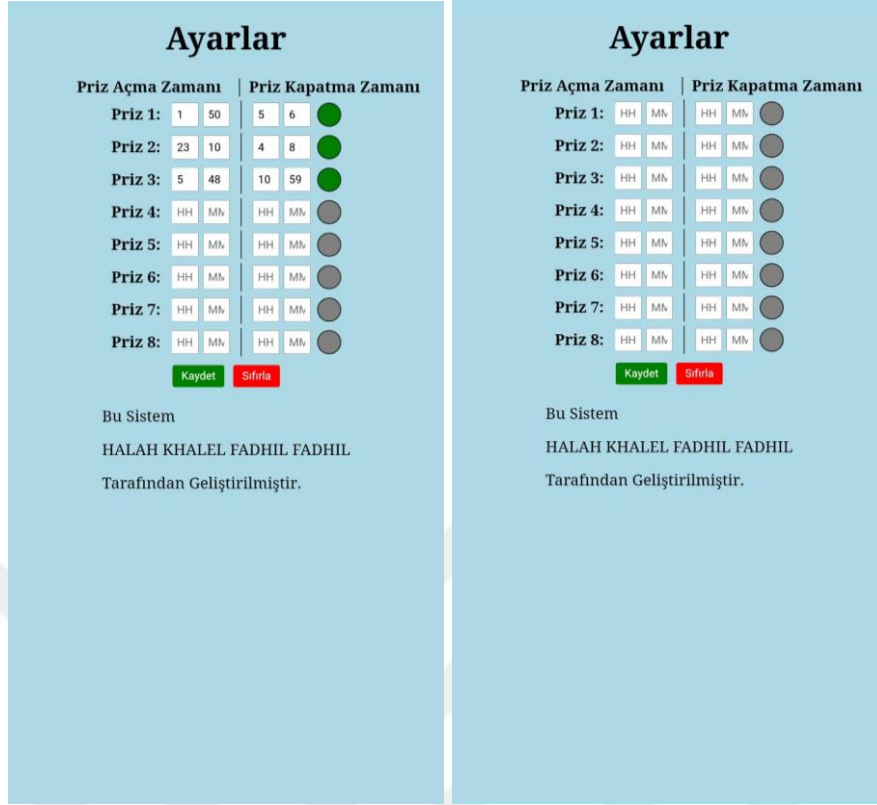
Diğer Ayarlar arayüzü, kullanıcıların prizlerin açılma ve kapanma zamanlarını belirlemesine olanak tanır. Bu arayüz, kullanıcıya her bir priz in çalışma sürelerini programlama imkânı sağlar, böylece enerji tasarrufu ve cihazların verimli kullanımı sağlanabilir.

Diğer Arayüz Detayları aşağıda belirtilmiştir.

- **Priz Açma ve Kapatma Zamanları:** Kullanıcı, her bir priz için açma ve kapatma zamanlarını saat ve dakika cinsinden belirleyebilir. Bu ayarlar, prizlerin gün içerisinde belirli saatlerde otomatik olarak açılıp kapanmasını sağlar. Bu özellik, enerji tasarrufu sağlamak ve cihazların gereksiz yere çalışmasını önlemek için kullanışlıdır.
- **Zaman Giriş Alanları:** Her priz in yanında açma ve kapatma zamanları için ayrı ayrı giriş alanları bulunmaktadır. Kullanıcı, bu alanlara saat (HH) ve dakika (MM) değerlerini girerek prizlerin açılma ve kapanma zamanlarını programlayabilir.
- **Zamanlayıcı Aktivasyon Butonları:** Her zaman ayarının yanında, kullanıcıların zamanlayıcıyı etkinleştirmek veya devre dışı bırakmak için kullanabileceği ayrı bir buton bulunmaktadır. Bu, her priz in zamanlayıcı ayarının ayrı ayrı kontrol edilebilmesini sağlar.
- **Kaydet ve Sıfırla Butonları:** Kullanıcılar, yapılan ayarları "Kaydet" butonuna basarak kaydedebilirler. "Sıfırla" butonu ise tüm ayarları varsayılan değerlere döndürür. Bu özellikler, kullanıcıların sistem üzerinde tam kontrol sahibi olmasını sağlar.

Şekil 4.13'te gösterilen Diğer Ayarlar arayüzü, kullanıcıların prizlerin çalışma sürelerini esnek bir şekilde yönetmesine imkan sağlamak ve enerji tasarrufu sağlamak için cihazların daha etkin kullanımına yardımcı olmak için geliştirilmiştir. Kullanıcı dostu tasarımı sayesinde, prizlerin çalışma süreleri kolayca ayarlanabilir ve yönetilebilir. Bu

özellik, akıllı priz sisteminin verimliliğini artırarak kullanıcı memnuniyetini en üst düzeye çıkarır, böylece enerji yönetimi daha pratik ve etkili hale gelir.



Şekil 4.13. Diğer Ayarlar Arayüzü

4.4.2. Telefon Uygulama Arayüzü

Telefon uygulama arayüzü, akıllı priz sistemini mobil cihazlar üzerinden kontrol etmeyi sağlayan gelişmiş bir platformdur. Bu arayüz, Flutter framework'ü kullanılarak geliştirilmiş olup, Firebase Realtime Database ile entegre bir şekilde çalışmaktadır. HTTP arayüzü ile benzer özelliklere sahip olmakla birlikte, Firebase altyapısının sağladığı hızlı ve güvenli veri aktarımı sayesinde, sistemin gerçek zamanlı olarak kontrol edilebilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca, bu uygulama, kullanıcı dostu bir tasarım ve yapay zekâ destekli kontrol mekanizmaları sunarak, sistemi daha verimli ve kullanıcı odaklı bir hale getirmektedir.

4.4.2.1. Kayıt ve Giriş Ekranı

Kayıt ve Giriş Ekranı, kullanıcıların akıllı priz sistemine güvenli ve kolay bir şekilde erişim sağlamalarını amaçlayan temel bir arayüzdür. Bu ekran, kullanıcıların kayıt olma ve giriş yapma işlemlerini gerçekleştirdiği, sistemle ilk etkileşim noktasıdır. Geliştirilen yapı, güvenli veri yönetimi ve kullanıcı deneyimini ön planda tutmaktadır.

Kayıt Olma Süreci

Kullanıcıların sisteme kayıt olabilmeleri için geçerli bir e-posta adresi ve güçlü bir şifre belirlemeleri gerekmektedir. Kullanıcı, e-posta adresini ve şifresini ilgili alanlara girdikten sonra, Firebase Realtime Database üzerinde bir kullanıcı kaydı oluşturulur. Bu kayıt, kullanıcının kimlik bilgilerinin ve erişim yetkilerinin güvenli bir şekilde saklanmasını sağlar.

Firebase veri tabanına kayıt açılması, doğrulama e-postası gönderilmesine gerek kalmadan hızlı ve doğrudan bir kayıt süreci sunar. Kullanıcının e-posta adresi, hesap bilgilerinin yönetimi ve gerektiğinde kullanıcıya özel bildirimlerin iletilmesi amacıyla veri tabanında güvenli bir şekilde saklanır. Şifre ise, gizlilik ilkelerine uygun olarak şifrelenmiş şekilde kaydedilir ve sistem tarafından erişilemez hale getirilir.

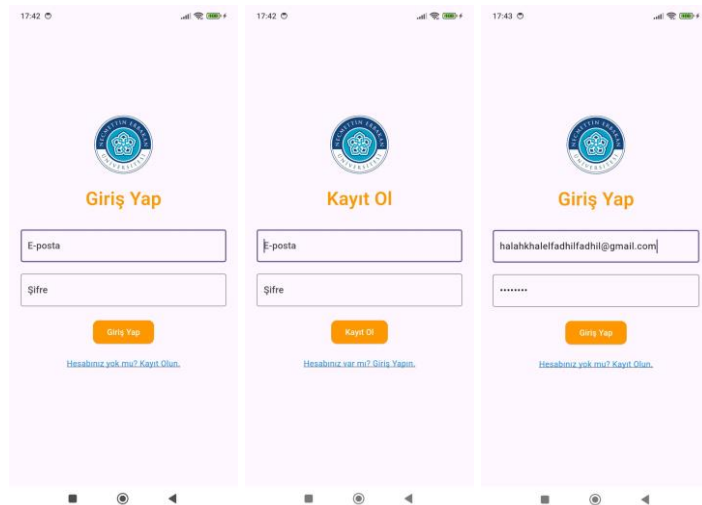
Giriş Süreci

Kayıt işlemini tamamlayan kullanıcılar, sisteme giriş yapmak için e-posta adreslerini ve şifrelerini kullanabilirler. Giriş ekranında girilen bilgiler Firebase Realtime Database üzerinde doğrulanarak kullanıcıya sistem erişimi sağlanır.

Hatalı giriş denemeleri durumunda, sistem kullanıcı güvenliğini artırmak amacıyla belirli bir deneme sınırı koyar. Bu sınır aşıldığında, hesap geçici olarak bloke edilebilir ve kullanıcıdan ek doğrulama adımları istenebilir. Bu mekanizma, yetkisiz erişimlerin önlenmesine katkıda bulunur.

Arayüz Tasarımı

Şekil 4.14'te gösterilen Kayıt ve Giriş Ekranı, kullanıcı dostu bir tasarıma sahiptir. Arayüz, kullanıcıların kayıt ve giriş işlemlerini kolayca gerçekleştirmelerine olanak tanır. Basit ve anlaşılır bir yapı sunularak kullanıcı deneyimi geliştirilmiştir.

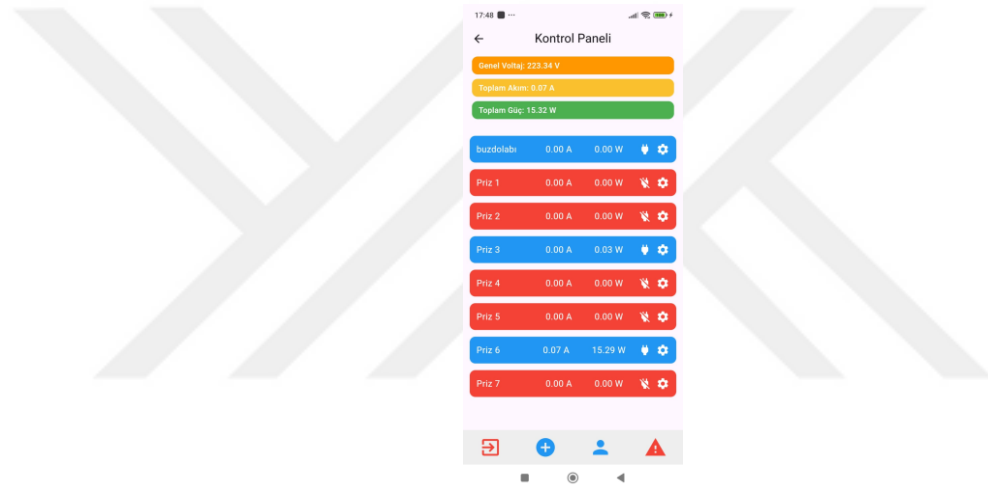


Şekil 4.14. Kayıt ve Giriş Ekranı

Firestore altyapısıyla entegre çalışan sistem, hem kayıt hem de giriş işlemlerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde tamamlanmasını sağlar. Arayüz, güvenli ve sorunsuz bir deneyim sunmayı hedeflerken, kullanıcıların sistemle olan etkileşimlerini verimli hale getirir.

4.4.2.2. Priz Kontrol Ekranı

Priz Kontrol Ekranı, kullanıcıların evlerindeki akıllı prizleri verimli bir şekilde yönetebilmelerini sağlayan bir arayüzdür. Bu ekran, prizlerin durumunu izleme, enerji tüketimini görüntüleme ve hızlı kontrol sağlama gibi özellikler sunar. Şekil 4.15'te gösterilen bu ekran, kullanıcı dostu tasarımı ve pratik işlevleri ile enerji yönetimini kolaylaştırmayı hedefler.



Şekil 4.15. Priz Kontrol Ekranı

Ekranın üst kısmında yer alan alanlar, sistemin genel durumunu ve enerji tüketimini özetler. Burada Genel Voltaj, Toplam Akım ve Toplam Güç bilgileri yer alır. Bu bilgiler, evdeki enerji tüketiminin genel bir görünümünü sağlar ve kullanıcıların sistem performansını izlemelerine olanak tanır.

Ekranın orta bölümünde, sisteme bağlı olan tüm prizler ayrı ayrı listelenmiştir. Her bir priz, isimlendirilmiş ve enerji tüketimi bilgileri ile birlikte gösterilmiştir. Örneğin:

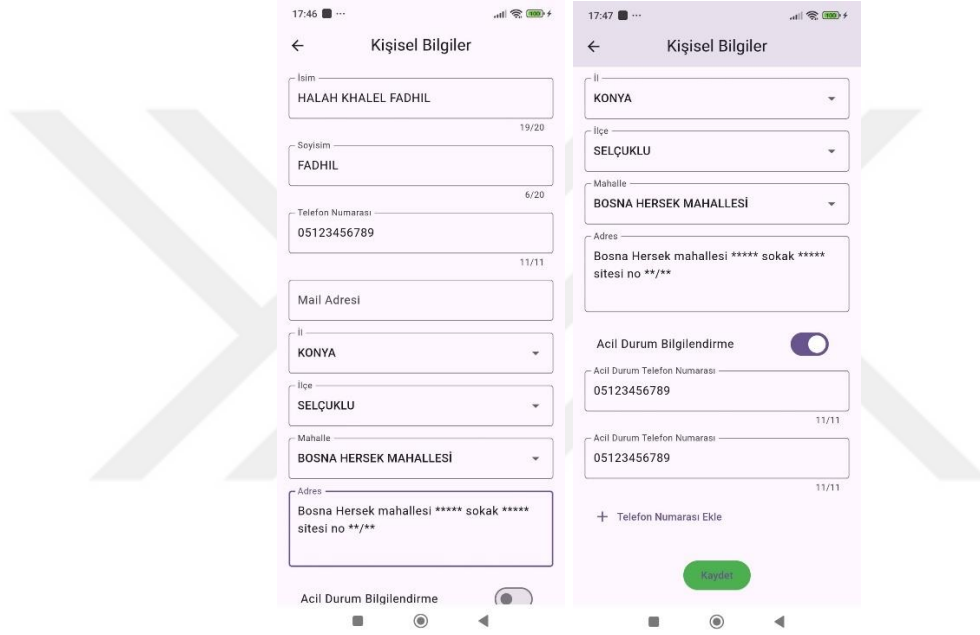
- **Açık Prizler:** Mavi renkle belirtilmiş prizler açık durumdadır ve aktif olarak enerji tüketimi yapmaktadır.
- **Kapalı Prizler:** Kırmızı renkle belirtilmiş prizler kapalı durumdadır ve enerji tüketimi yapmamaktadır.

Kullanıcı, her bir priz için enerji tüketimi değerini (watt cinsinden) ve akım değerini (amper cinsinden) anlık olarak görebilir. Ayrıca, her priz için mevcut durumu

değiştirme (açma/kapama) ve ayarlarını yapılandırma seçenekleri mevcuttur. Ayarlar butonu, prizle ilgili daha detaylı düzenlemelere erişim sağlar.

Ekranın alt kısmında yer alan menü, kullanıcıların sistemin farklı bölümlerine erişimini kolaylaştırır:

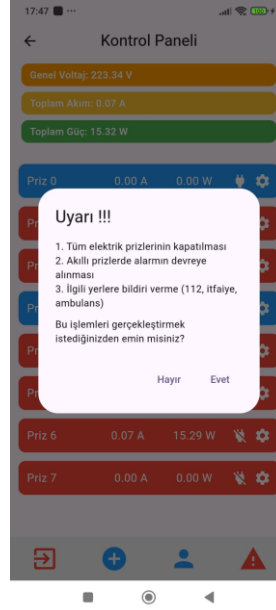
- **Cihaz Ekle (+):** Kullanıcı, bu buton yardımıyla sisteme yeni bir priz veya cihaz ekleyebilir. Bu işlem, sistemin kolayca genişletilmesine olanak tanır.
- **Kişisel Bilgiler:** Şekil 4.16'da gösterilen kişi simgesine tıklayarak kullanıcı profiline ve kişisel bilgilere erişim sağlanabilir. Bu alan, hesap ayarlarının ve kullanıcı bilgilerin yönetilmesine olanak tanır.



Şekil 4.16. kullanıcı profili ve kişisel bilgiler

- **Acil Durum (Üçgen):** Acil Durum Butonu, kullanıcıların acil durumlarda hızlı ve etkili bir şekilde müdahalede bulunabilmelerini sağlayan bir işlemdir. Şekil 4.17'de gösterilen ekran, acil durum butonuna basıldığında ortaya çıkan uyarı penceresini göstermektedir. Bu buton, sistemdeki kritik durumlara müdahale edebilmek için üç ana işlem sunar:

1. Tüm prizlerin kapatılması,
2. Akıllı prizlerde alarmin devreye alınması,
3. İlgili yerlere bildirim gönderme.



Şekil 4.17. Acil Durum Butonu Ekranı

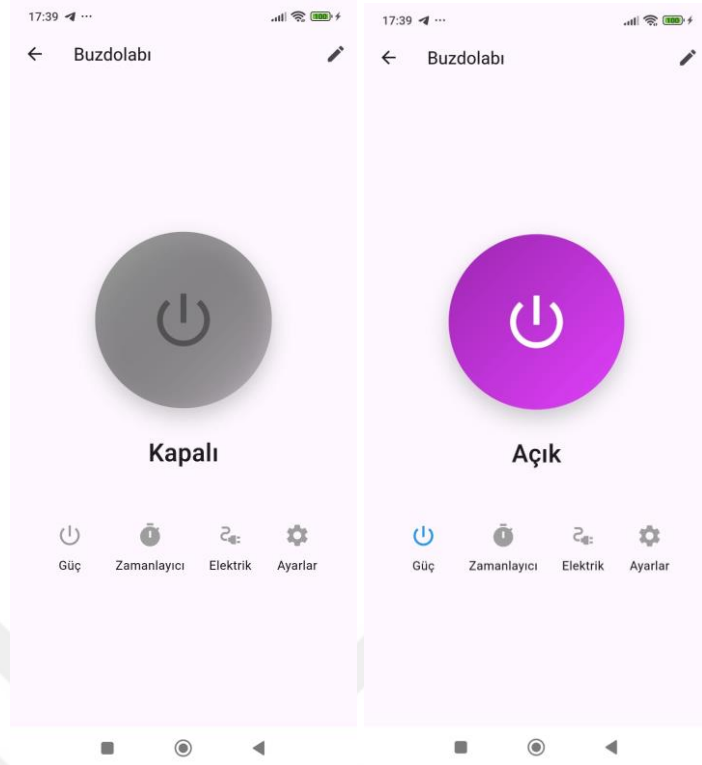
- **Güvenli Çıkış:** Çıkış butonu, kullanıcıların sistemden güvenli bir şekilde çıkış yapmasını sağlar. Bu özellik, kullanıcı verilerinin korunmasını ve sistemin güvenliğini artırır.
- **Priz Kontrol Ekranı,** kullanıcıların enerji tüketimini anlık olarak takip etmelerini sağlarken, yapay zeka destekli otomasyonlar ile kullanım kolaylığı sunar.

4.4.2.3. Priz Ayarları

Priz Ayarları Ekranı, kullanıcıların her bir prizi detaylı bir şekilde yönetmelerini ve güvenlik önlemlerini özelleştirmelerini sağlayan bir arayüzdür. Şekil 4.18’de gösterilen ekran, prizlerin durumunu kontrol etme, zamanlama yapma ve enerji tüketimini izleme gibi işlevlerin yanı sıra, güvenlik odaklı ayarların yapılmasına da olanak tanır.

Şekil 4.18’de gösterildiği gibi priz Ayarları Ekranı Genel Özellikleri şu şekilde:

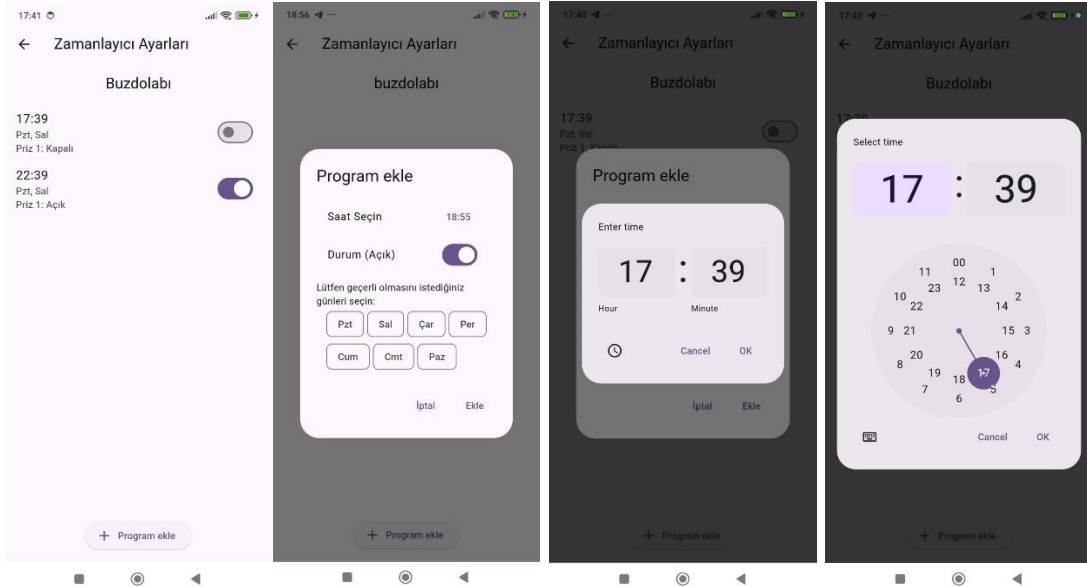
- **Priz İsmi:** Kullanıcı, her bir prize özel bir isim atayabilir. Bu, prizlerin kolayca tanımlanmasını sağlar.
- **Durum:** Prizin açık ya da kapalı olduğunu gösterir. Açık prizler mor renkle, kapalı prizler ise gri renkle belirtilir.
- **Güç Kontrolü:** Kullanıcı, merkezi güç butonuyla prizleri açıp kapatma işlemi gerçekleştirebilir.



Şekil 4.18. priz ayarları ekranını

Priz Ayarları ekranında yer alan menü, kullanıcıların detaylı yönetim ve güvenlik ayarlarını yapmasını sağlar:

1. **Güç:** Prizin açık ya da kapalı durumunu kontrol eder.
2. **Zamanlayıcı:** Şekil 4.19'da gösterildiği gibi prizin çalışma zamanını planlar. Belirli saatlerde otomatik olarak açılıp kapanmasını sağlar.



Şekil 4.19. Zamanlayıcı ayarları

4.5. Yapay Zeka Destekli İşlemler

Akıllı priz sisteminde yapay zeka destekli işlemler, cihazın kendiliğinden belirli kontrol işlemlerini gerçekleştirmesine olanak tanır. Bu özellikler, sistemin hem güvenlik hem de kullanıcı konforunu artırmak amacıyla geliştirilmiştir.

Yapay zeka destekli bu sistem, internet bağlantısı olmasa bile çalışabilme yeteneğine sahiptir. Bu durum, özellikle güvenlik açısından büyük bir avantaj sağlar. Sistem, belirli durumlarda kendiliğinden açma veya kapama işlemleri yapar ve bu işlemler sırasında cihazın üzerinde bulunan dahili bazırlarla kullanıcılara uyarı verir. İnternet bağlantısı geri geldiğinde, ilgili kişilere bu işlemler hakkında bildirimler gönderilir.

Özellikle güvenlik amacıyla gerçekleştirilen bu işlemler arasında şunlar bulunur:

1. **Aşırı Yük Koruması:** Sistem, bağlı cihazların enerji tüketimini sürekli olarak izler. Aşırı yüklenme durumunda, ilgili priz otomatik olarak kapanır. Bu, cihazların ve elektrik hattının zarar görmesini önler. Aynı zamanda, dahili bazır ile kullanıcıya sesli bir uyarı verilir.
2. **Gece Modu:** Sistem, belirli saatlerde prizlerin otomatik olarak kapanmasını sağlayan gece modu ile donatılmıştır. Örneğin, lamba prizleri sabah saatlerinde otomatik olarak kapanabilir. Ancak, yağmurlu veya bulutlu günlerde lambalar açık kalabilir. Bu, yapay zeka tarafından hava durumu bilgilerine göre otomatik olarak ayarlanır.
3. **Kullanıcı Tanımlı Senaryolar:** Kullanıcılar, belirli koşullara dayalı özel senaryolar oluşturabilirler. Örneğin, klimalar dış sıcaklık belirli bir seviyenin üzerine çıktığında otomatik olarak açılabilir veya kapatılabilir. Bu senaryolar, enerji tasarrufu sağlarken aynı zamanda kullanıcı konforunu artırır.
4. **Enerji Tasarrufu Modu:** Sistem, bağlı cihazların enerji tüketimini izleyerek gereksiz enerji kullanımını minimize eder. Belirli cihazlar için enerji tüketim sınırları belirlenebilir ve bu sınırların aşılması durumunda prizler otomatik olarak kapanır.

Yapay zeka destekli işlemler ayrıca çeşitli yük tiplerine göre özelleştirilebilir. Örneğin:

- **Lambalar:** Yapay zeka, lambaların sabah saatlerinde otomatik olarak kapanmasını sağlar. Ancak, yağmurlu veya bulutlu günlerde lambalar açık kalabilir.
- **Klimalar:** Dış sıcaklık belirli bir seviyenin üzerine çıktığında otomatik olarak açılabilir veya kapatılabilir.
- **Buzdolabı:** Enerji tüketimi izlenir ve belirli bir seviyenin üzerine çıktığında uyarı verilir.

- **Çamaşır ve Bulaşık Makineleri:** Kullanım sıklığı ve enerji tüketimi izlenir, enerji tasarrufu sağlanacak şekilde optimize edilir.
- **Şarj Aletleri:** Cihazların aşırı yüklenmesi durumunda priz otomatik olarak kapanır ve kullanıcıya uyarı verilir.

Bu yapay zeka destekli işlemler, akıllı priz sisteminin kullanıcı dostu ve güvenli olmasını sağlar. Sistemin internet bağlantısı olmasa bile çalışabilme yeteneği, kullanıcıların her zaman güvende olmasını sağlar. Ayrıca, internet bağlantısı geri geldiğinde, tüm işlemler ve olaylar hakkında kullanıcıya detaylı bilgi sunulur. Bu, kullanıcıların enerji kullanımını etkin bir şekilde yönetmelerini ve güvenli bir ev ortamı sağlamalarını kolaylaştırır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu kısımda, araştırma sonucunda elde edilen enerji tasarrufu sonuçları ve gelecekte yapılabilir geliştirmeler hakkında bilgi verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

Bu araştırmanın sonuçları, akıllı prizlerin kullanımının evlerde enerji tüketiminin optimize edilmesinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Çizelge 5.1, Ocak 2024 dönemi için üç zamanlı tarifeye göre enerji tüketimi ve fatura bilgilerini içermektedir:

Çizelge 5.1. Akıllı Priz Kullanmadan Önceki Tüketim Verileri

| Açıklama | Miktar (KWH) | Birim Fiyat (TL) | Tüketim Bedeli (TL) |
|-------------------------|--------------|------------------|---------------------|
| Gündüz Tüketim Bedeli | 130 KWH | 2,016583 | 261,11 |
| Puant Tüketim Bedeli | 100 KWH | 2,942528 | 294,25 |
| Gece Tüketim Bedeli | 170 KWH | 1,276108 | 216,94 |
| Toplam Tüketim ve Bedel | 400 KWH | - | 772,30 |

Çizelge 5.1’de ve Çizelge 5.2’de elde edilen verilere göre, akıllı prizlerin enerji tüketimindeki etkisini açık bir şekilde göstermektedir. Özellikle puant zamanlarda, yani enerjinin en pahalı olduğu saatlerde, tüketim miktarının düşük olması, akıllı prizlerin yüksek maliyetli zaman dilimlerinde cihazların kullanımını otomatik olarak sınırlandırma yeteneğinin bir göstergesidir. Akıllı prizlerin kullanımı sayesinde, gündüz tüketiminin 130 KWH'den 68,568 KWH'ye düştüğü, puant zamanlarındaki tüketimin 100 KWH'den 20,47 KWH'ye indiği ve gece tüketiminin 170 KWH'den 147,551 KWH'ye gerilediği görülmektedir. Bu sayede toplam tüketim 400 KWH'den 236,589 KWH'ye düşmüş ve enerji maliyetlerinde büyük bir tasarruf sağlanmıştır.

Çizelge 5.2. Akıllı Priz Kullandıktan Sonraki Tüketim Verileri

| Açıklama | Miktar (KWH) | Birim Fiyat (TL) | Tüketim Bedeli (TL) |
|-------------------------|--------------|------------------|---------------------|
| Gündüz Tüketim Bedeli | 68,568 KWH | 2,016583 | 138,27 |
| Puant Tüketim Bedeli | 20,47 KWH | 2,942528 | 60,23 |
| Gece Tüketim Bedeli | 147,551 KWH | 1,276108 | 188,29 |
| Toplam Tüketim ve Bedel | 236,589 KWH | - | 386,79 |

Gündüz tüketiminin 130 KWH olduğu ve bu zaman diliminde birim fiyatının 2,016583 TL olduğu dikkate alındığında, toplam tüketim bedelinin 261,11 TL olması beklenen bir durumdur. Ancak, akıllı prizlerin kullanımı sayesinde bu tüketim 68,568 KWH'ye düşerek, enerji maliyetlerinde önemli bir tasarruf sağlanmıştır. Puant zamanlarda 100 KWH tüketim ile 294,25 TL tüketim bedeli oluşurken, akıllı priz

kullanımı bu tüketimi 20,47 KWH'ye düşürerek maliyeti 60,23 TL'ye indirmiştir. Gece tüketimi 170 KWH'den 147,551 KWH'ye düşmüş ve toplam maliyet 216,94 TL'den 188,29 TL'ye gerilemiştir.

Bu uygulama, kullanıcıların bu prizleri gerçek zamanlı olarak nasıl kontrol ettiklerini ve enerji tüketimlerini nasıl izlediklerini gözler önüne seriyor. Akıllı telefonlar veya diğer cihazlar üzerinden erişilebilen bir arayüz aracılığıyla, kullanıcılar prizlerin çalışmasını programlayabilir ve gereksiz enerji tüketimini önleyebilirler. Bu, özellikle enerji tüketimini yönetmek ve maliyetleri düşürmek isteyen kullanıcılar için değerli bir araçtır.

Sonuç olarak, akıllı prizlerin ev otomasyon sistemi içindeki entegrasyonu, enerji verimliliğinde belirgin iyileştirmeler sağlamaktadır. Bu teknolojinin kullanımı hem maliyet tasarrufu hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından fayda sağlamakta ve evlerin enerji tüketimini daha etkin bir şekilde yönetmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca, yangın riski gibi güvenlik tehditlerini azaltmak için gelişmiş izleme ve uyarı sistemlerinin kullanımı, kullanıcılar için ek bir güvenlik katmanı oluşturmuştur. Akıllı prizler, enerji tüketimini optimize ederken aynı zamanda güvenlik sağlamakta ve kullanıcıların enerji yönetimini daha akıllı ve etkili bir şekilde yapmalarına olanak tanımaktadır. Bu prizler, evlerde enerji tasarrufunu maksimize etmek için akıllı algoritmalar ve yapay zeka teknolojileri kullanarak, tüketim alışkanlıklarına göre optimize edilmiş enerji kullanımını sağlar. Bu sayede, gereksiz enerji tüketimi minimuma indirilirken, enerji maliyetleri de önemli ölçüde azaltılabilir. Akıllı prizlerin kullanımı, enerji verimliliğini artırmanın yanı sıra, çevresel etkileri de azaltarak sürdürülebilir bir yaşam tarzına katkıda bulunur.

5.2 Akıllı Prizlerin Enerji ve Maliyet Tasarrufu

Bu çalışmada, akıllı prizlerin farklı kullanım süreleri boyunca bir ay boyunca uygulanmasının enerji tüketimi ve maliyet tasarrufu üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Günlük enerji tüketimini optimize etmek amacıyla yapılan denemeler, kullanım sürelerinin 1 saatten 7 saate kadar artırılmasıyla gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar enerji verimliliği açısından önemli bulgular sunmuştur.

Enerji verimliliği, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda giderek artan bir öneme sahiptir. Günlük enerji tüketimini optimize eden teknolojilerin teşvik edilmesi, yalnızca bireysel maliyetleri azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel etkileri de en aza indirmeye yönelik etkili bir strateji sunmaktadır. Bu doğrultuda, akıllı prizlerin

günlük enerji tüketimini azaltmadaki performansı ve farklı kullanım sürelerinde sağladığı tasarruf oranları bu çalışmada ele alınmıştır.

Akıllı prizlerin temel işlevi, günlük belirli saat dilimlerinde enerji akışını keserek enerji tüketimini optimize etmektir. Deneme sürecinde, enerji akışının kesildiği süreler günlük 1 saatten 7 saate kadar artırılmıştır. Bir ay boyunca toplanan günlük enerji tüketim verileri doğrultusunda enerji tasarrufu ve maliyet düşüşü analiz edilmiştir.

Denemeler sonucunda elde edilen enerji ve maliyet tasarrufu değerleri çizelge 5.3'te özetlenmiştir:

Çizelge 5.3. Akıllı Priz Denemesinden Elde Edilen Sonuçlar

| Kapatma Süresi | Aylık Enerji Tasarrufu (kWh) | Enerji Tasarrufu Yüzdesi | Aylık Maliyet Tasarrufu (TL) | Maliyet Tasarrufu Yüzdesi |
|----------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 Saat | 2.24 kWh | %3.57 | 6.58 TL | %3.57 |
| 2 Saat | 4.10 kWh | %6.55 | 12.06 TL | %6.55 |
| 3 Saat | 5.59 kWh | %8.93 | 16.45 TL | %8.93 |
| 4 Saat | 6.71 kWh | %10.71 | 19.74 TL | %10.71 |
| 5 Saat | 7.45 kWh | %11.90 | 21.94 TL | %11.90 |
| 6-7 Saat | 7.83 kWh | %12.50 | 23.03 TL | %12.50 |

Sonuçlar, kapatma sürelerinin enerji tasarrufuna etkisinin yanı sıra, maliyet tasarrufunda da anlamlı bir artış sağladığını ortaya koymaktadır. Akıllı prizlerin kullanımı ile enerji tüketiminde %12,5 oranında bir azalma elde edilmiş, kapatma sürelerinin özellikle yüksek maliyetli puant saatlerinde uygulanmasıyla toplam maliyet tasarrufu %43,3 seviyesinde tespit edilmiştir. Bu etkileyici tasarruf oranı, yalnızca enerji tüketimini azaltmakla kalmayıp, maliyetlerin düşürülmesinde stratejik bir avantaj sağlamaktadır.

Sonuç olarak, akıllı prizlerin enerji ve maliyet tasarrufu üzerindeki etkisi, kullanıcıların enerji verimliliği sağlamada bilinçli kararlar almasına katkı sağlamaktadır. Bu teknoloji, özellikle enerji tüketiminin yoğun olduğu ev ve iş yerlerinde, enerji maliyetlerinin düşürülmesi adına stratejik bir çözüm sunmaktadır. Enerji tasarrufunun yanı sıra çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik bu tür yenilikçi teknolojilerin teşvik edilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır.

5.3 Gelecekte Yapılabilir Geliştirmeler

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular, gelecekte yapılabilecek iyileştirmeler ve geliştirmeler için de çeşitli öneriler sunmaktadır:

1. Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi Entegrasyonu: Akıllı priz sistemlerine daha ileri seviye yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmaları entegre edilerek, enerji tüketim

alışkanlıkları ve kullanıcı davranışlarına göre otomatik olarak optimize edilmiş enerji yönetimi sağlanabilir. Örneğin, yapay zeka algoritmaları, kullanıcıların günlük rutinlerini öğrenerek, enerji tasarrufu sağlayacak otomatik senaryolar oluşturabilir.

2. Daha Gelişmiş Sensörler: Yangın ve su sensörleri gibi ek güvenlik sensörleri ile sistemin güvenlik düzeyi artırılabilir. Bu sensörler, olası tehlikeleri erken aşamada tespit ederek kullanıcıları uyarabilir ve acil durumlarda otomatik müdahale edebilir.
3. Gelişmiş Kullanıcı Arayüzü: Kullanıcı dostu arayüzlerin daha da geliştirilmesi, enerji tüketiminin daha kolay izlenmesini ve yönetilmesini sağlayabilir. Ayrıca, kullanıcıların enerji tüketimi hakkında daha detaylı bilgi alabilmesi için grafiksel analiz araçları eklenebilir.
4. Bulut Entegrasyonu: Akıllı priz sisteminin bulut tabanlı hizmetlerle entegrasyonu, kullanıcıların enerji verilerini uzaktan izleyip yönetmelerine olanak tanır. Bu sayede, kullanıcılar enerji tüketimlerini herhangi bir yerden takip edebilir ve kontrol edebilirler.
5. Güç Analizörleri ve Enerji Ölçerler: Daha hassas enerji tüketimi ölçümleri için gelişmiş güç analizörleri ve enerji ölçerler kullanılabilir. Bu cihazlar, enerji tüketimini daha doğru bir şekilde analiz ederek, tasarruf fırsatlarını belirlemeye yardımcı olabilir.

Sonuç olarak, akıllı priz sistemlerinin enerji verimliliği ve güvenlik açısından sağladığı faydalar, bu teknolojinin gelecekte daha da yaygınlaşacağını ve gelişeceğini göstermektedir. Bu alanda yapılacak iyileştirmeler ve yenilikler, kullanıcıların enerji tüketimini daha etkin bir şekilde yönetmelerine ve maliyetleri düşürmelerine yardımcı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abur, A. (2013). Akıllı Şebekeler: Yeni Uygulamalar ve İleriye Dönük Düşünceler. *Akıllı Şebekeler Sempozyumu*, 1–6.
- Ahmad, B. I., Yakubu, F., Bagiwa, M. A., & Abdullahi, U. I. (2014). Remote Home Management: An alternative for working at home while away. *ArXiv Preprint ArXiv:1403.3274*.
- Akdeniz, E., Kaypmaz, A., & Yağmur, E. A. (n.d.). *YENİLENEBİLİR KAYNAKLARDAN ENERJİ ÜRETİMİNİN ŞEBEKENİN ENERJİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ*.
- Alagoz, B. B., Keles, C., & Kaygusuz, A. (2015). Towards energy webs: Hierarchical tree topology for future smart grids. *2015 3rd International Istanbul Smart Grid Congress and Fair (ICSG)*, 1–4.
- Alsalemi, A., Himeur, Y., Bensaali, F., Amira, A., Sardianos, C., Varlamis, I., & Dimitrakopoulos, G. (2020). Achieving domestic energy efficiency using micro-moments and intelligent recommendations. *IEEE Access*, 8, 15047–15055.
- Araujo, J. J., & Pereira, C. E. (2005). Object-Oriented Framework for the Design Of Home/Building Automation Systems. *IFAC Proceedings Volumes*, 38(1), 169–174.
- BAŞÇİFTÇİ, F., & GÜNDÜZ, K. A. (2019). NESNELERİN İNTERNETİ UYUMLU MİKRODENETLEYİCİLER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 18, 66–76.
- Bounnady, K., Sibounnavong, P., Chanthavong, K., & Saypadith, S. (2019). Smart crop cultivation monitoring system by using IoT. *2019 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST)*, 1–3.
- Breiman, L. (2017). *Classification and regression trees*. Routledge.
- Chen, J., Feng, D., Hu, W., & Chen, T. (2008). A java development platform in mobile system for smart home. *2008 Second International Conference on Future Generation Communication and Networking*, 2, 226–229.
- Chinchilla, M., Arnaltes, S., & Burgos, J. C. (2006). Control of permanent-magnet generators applied to variable-speed wind-energy systems connected to the grid. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 21(1), 130–135.
- Current, M. (2017). *Power Monitor*.
- Dali, M., Belhadj, J., & Roboam, X. (2010). Hybrid solar–wind system with battery storage operating in grid-connected and standalone mode: control and energy management–experimental investigation. *Energy*, 35(6), 2587–2595.
- Darby, S. (2006). *The effectiveness of feedback on energy consumption*.

- Demirtaş, M. (2008). Güneş ve rüzgâr enerjisi kullanılarak şebeke ile paralel çalışabilen hibrit enerji santrali tasarımı ve uygulaması. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 191s, Ankara.*
- DENİZ, F., Keleş, C., ALAGÖZ, B., & Nusret, T. A. N. (2014). Kapalı çevrim PID kontrolör tasarımında birim basamak cevabı çoklu ölçüt performans haritalaması. *Sakarya University Journal of Science, 18(3), 157–165.*
- Deniz, F. N., Keles, C., Alagoz, B. B., & Tan, N. (2014). Design of fractional-order PI controllers for disturbance rejection using RDR measure. *ICFDA'14 International Conference on Fractional Differentiation and Its Applications 2014, 1–6.*
- Documentation, P. (2019). Available via <https://pyradiomics.readthedocs.io/en/latest>. Accessed.
- Elsheikh, A. H., & Abd Elaziz, M. (2019). Review on applications of particle swarm optimization in solar energy systems. *International Journal of Environmental Science and Technology, 16, 1159–1170.*
- Elsland, R., Divrak, C., Fleiter, T., & Wietschel, M. (2014a). Turkey's Strategic Energy Efficiency Plan—An ex ante impact assessment of the residential sector. *Energy Policy, 70, 14–29.*
- Elsland, R., Divrak, C., Fleiter, T., & Wietschel, M. (2014b). Turkey's Strategic Energy Efficiency Plan—An ex ante impact assessment of the residential sector. *Energy Policy, 70, 14–29.*
- Erdinc, O. (2014). Economic impacts of small-scale own generating and storage units, and electric vehicles under different demand response strategies for smart households. *Applied Energy, 126, 142–150.*
- Erlich, I., Winter, W., & Dittrich, A. (2006). Advanced grid requirements for the integration of wind turbines into the German transmission system. *2006 IEEE Power Engineering Society General Meeting, 7-pp.*
- Eskander, M. N., Ibrahim, W. M., Aziz, M. M. A., & Ibrahim, A. M. (2005). Generation Control of a wind farm with variable speed wind turbines for high power quality. *INTELEC 05-Twenty-Seventh International Telecommunications Conference, 443–448.*
- Finn, P., O'connell, M., & Fitzpatrick, C. (2013). Demand side management of a domestic dishwasher: Wind energy gains, financial savings and peak-time load reduction. *Applied Energy, 101, 678–685.*
- Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., AlWaer, H., Chang, S., Halawa, E., Ghaffarianhoseini, A., & Clements-Croome, D. (2016). What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective. *Architectural Science Review, 59(5), 338–357.*

- Gottwalt, S., Ketter, W., Block, C., Collins, J., & Weinhardt, C. (2011). Demand side management—A simulation of household behavior under variable prices. *Energy Policy*, 39(12), 8163–8174.
- Gray, J. B., & Fan, G. (2008). Classification tree analysis using TARGET. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(3), 1362–1372.
- Gudi, N., Wang, L., & Devabhaktuni, V. (2012). A demand side management based simulation platform incorporating heuristic optimization for management of household appliances. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 43(1), 185–193.
- Ha, D. L., Ploix, S., Zamai, E., & Jacomino, M. (2006). A home automation system to improve household energy control. *IFAC Proceedings Volumes*, 39(3), 15–20.
- Hassan, H., Saad, F., Fazlin, N., & Aziz, A. (2018). Waste monitoring system based on Internet-of-thing (IoT). *2018 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC)*, 187–192.
- Hill, J. (2015). The smart home: a glossary guide for the perplexed. *T3*.
- Horowitz, C. A. (2016a). Paris agreement. *International Legal Materials*, 55(4), 740–755.
- Horowitz, C. A. (2016b). Paris agreement. *International Legal Materials*, 55(4), 740–755.
- İLKBALAR, F., & SUNGU, E. (2020). Analysis of artificial intelligence technologies used in the covid-19 outbreak process. *International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers*, 8(4), 154–162.
- Jain, S., Vaibhav, A., & Goyal, L. (2014). Raspberry Pi based interactive home automation system through E-mail. *2014 International Conference on Reliability Optimization and Information Technology (ICROIT)*, 277–280.
- Kaya, F. (2016a). *Türkiyenin nükleer enerji politikaları ve Avrupa Birliği*.
- Kaya, F. (2016b). *Türkiyenin nükleer enerji politikaları ve Avrupa Birliği*.
- Keles, C., Alagoz, B. B., Akcin, M., Kaygusuz, A., & Karabiber, A. (2013). A photovoltaic system model for Matlab/Simulink simulations. *4th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives*, 1643–1647.
- Khair, U., Lubis, A. J., Agustha, I., & Zulfin, M. (2017). Modeling and simulation of electrical prevention system using Arduino Uno, GSM modem, and ACS712 current sensor. *Journal of Physics: Conference Series*, 930(1), 012049.
- Khairunnisa, M. D. (2021a). Ekspor Sampah Uni Eropa Ke Indonesia Sebagai Bentuk Eco-Imperialism. *Transformasi Global*, 8(2), 143–154.

- Khairunnisa, M. D. (2021b). Ekspor Sampah Uni Eropa Ke Indonesia Sebagai Bentuk Eco-Imperialism. *Transformasi Global*, 8(2), 143–154.
- Kodali, R. K., & Yadavilli, S. (2018). Mongoose RTOS based IoT implementation of surveillance system. *2018 International Conference on Communication, Computing and Internet of Things (IC3IoT)*, 155–158.
- Kok, K., Karnouskos, S., Nestle, D., Dimeas, A., Weidlich, A., Warmer, C., Strauss, P., Buchholz, B., Drenkard, S., & Hatziargyriou, N. (2009). Smart houses for a smart grid. *CIREN 2009-20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution-Part 1*, 1–4.
- Kok, K., Karnouskos, S., Ringelstein, J., Dimeas, A., Weidlich, A., Warmer, C., Drenkard, S., Hatziargyriou, N., & Lioliou, V. (2011). Field-testing smart houses for a smart grid. *21st International Conference on Electricity Distribution*, 1–4.
- Li, L., Chen, Y., & Liu, J. (2010). The application of hall sensors ACS712 in the protection circuit of controller for humanoid robots. *2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCSM 2010)*, 12, V12-101.
- Lien, C.-H., Bai, Y.-W., & Lin, M.-B. (2007). Remote-controllable power outlet system for home power management. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 53(4), 1634–1641.
- Lim, H. B., Lam, V. T., Foo, M. C., & Zeng, Y. (2006). An adaptive distributed resource allocation scheme for sensor networks. *Mobile Ad-Hoc and Sensor Networks: Second International Conference, MSN 2006, Hong Kong, China, December 13-15, 2006. Proceedings 2*, 770–781.
- Loh, W.-Y. (2008). Classification and regression tree methods. *Encyclopedia of Statistics in Quality and Reliability*, 1, 315–323.
- Machado, M. V., Tommaselli, A. M. G., Tachibana, V. M., Martins-Neto, R. P., & Campos, M. B. (2019). Evaluation of multiple linear regression model to obtain DBH of trees using data from a lightweight laser scanning system on-board a UAV. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 449–454.
- Machorro-Cano, I., Alor-Hernández, G., Paredes-Valverde, M. A., Rodríguez-Mazahua, L., Sánchez-Cervantes, J. L., & Olmedo-Aguirre, J. O. (2020). HEMS-IoT: A big data and machine learning-based smart home system for energy saving. *Energies*, 13(5), 1097.
- Mamis, M. S., Keles, C., Arkan, M., & Kaya, R. (2012). ATP simulation of faraday cage for the analysis of lightning surges. *EEUG Conf. Zwickau, Germany*, 1–10.
- Mamiş, M. S., Keleş, C., Arkan, M., & Kaya, R. (2016). Lightning surge analysis of faraday cage using alternative transient program-electromagnetic transients program. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 10(4), 1016–1022.

- Matallanas, E., Castillo-Cagigal, M., Gutiérrez, A., Monasterio-Huelin, F., Caamaño-Martín, E., Masa, D., & Jiménez-Leube, J. (2012). Neural network controller for active demand-side management with PV energy in the residential sector. *Applied Energy*, 91(1), 90–97.
- Medina-De-La-Cruz, M., & Mujaico-Mariano, A. (2018). Implementation of a System for the Evaluation of Environmental Factors that Use the Internet of Things. *2018 IEEE Sciences and Humanities International Research Conference (SHIRCON)*, 1–4.
- Moerland, T. M., Broekens, J., Plaat, A., & Jonker, C. M. (2023). Model-based reinforcement learning: A survey. *Foundations and Trends® in Machine Learning*, 16(1), 1–118.
- Morimoto, N., Fujita, Y., Yoshida, M., Yoshimizu, H., Takiyamada, M., Akehi, T., & Tanaka, M. (2013). Smart outlet network for energy-aware services utilizing various sensor information. *2013 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, 1630–1635.
- Muniraj, M., Qureshi, A. R., Vijayakumar, D., Viswanathan, A. R., & Bharathi, N. (2017). Geo tagged internet of things (IoT) device for radiation monitoring. *2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 431–436.
- Muñiz, R., Díaz, J., Nuño, F., Prieto, M. J., & Pernía, A. M. (2018). A smart power meter to recharge electric vehicles in communal parking areas. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(2), 3448–3454.
- NodeMCU, T. (2014). Nodemcu-an open-source firmware based on esp8266 wifi-soc. URL [Http://Nodemcu. Com/Indexen. Html](http://nodemcu.com/indexen.html).
- Olarewaju, I. K., Ayodele, O. E., Michael, F. O., Alaba, E. S., & Abiodun, R. O. (2017). Design and construction of an automatic home security system based on GSM technology and embedded microcontroller unit. *American Journal of Electrical and Computer Engineering*, 1(1), 25–32.
- Özcan, M. (2004). *Otomasyon sistemlerinde PLC uygulamaları*. Atlas Yayın dağıtım.
- ÖZTÜRK, A., & NAİMİ, S. (2017). AKILLI EV SİSTEMLERİNDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN FARKLARI, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 9(4), 115–125.
- Paavan, L. C. S., Sai, T. G., & Naga, M. K. (2019). An IoT based smart garbage alert system. *2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 425–430.
- Palensky, P., & Dietrich, D. (2011). Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7(3), 381–388.

- Parihar, Y. S. (2019). Internet of things and nodemcu. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6(6), 1085.
- Qela, B., & Mouftah, H. T. (2012). Observe, learn, and adapt (OLA)—An algorithm for energy management in smart homes using wireless sensors and artificial intelligence. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 3(4), 2262–2272.
- Rahimi, F., & Ipakchi, A. (2010). Demand response as a market resource under the smart grid paradigm. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1), 82–88.
- Rastegar, M., Fotuhi-Firuzabad, M., & Aminifar, F. (2012). Load commitment in a smart home. *Applied Energy*, 96, 45–54.
- Roberson, J. A., Webber, C. A., McWhinney, M. C., Brown, R. E., Pinckard, M. J., & Busch, J. F. (2004). *After-hours power status of office equipment and inventory of miscellaneous plug-load equipment*. Lawrence Berkeley National Lab.(LBNL), Berkeley, CA (United States).
- Rosa, L., Rodrigues, L., & Lopes, A. (2007). *Appia to R-appia: refactoring a protocol composition framework for dynamic reconfiguration*.
- Samuel, O., Javaid, N., Rahim, M. H., & Aslam, S. (2018). Harmony search optimization technique for home management system in smart grid: HSA technique for HEMS. *2018 International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (ICoMET)*, 1–9.
- Sangsanit, K., & Techapanupreeda, C. (2019). NodeMCU choreography automation by CoAP. *2019 International Conference on Information Networking (ICOIN)*, 350–353.
- Santivañez, G. W. Q., Lazo, A. Á. Z., & Mantari, L. E. O. (2023). PROPUESTA DE UN MÓDULO DE MONITOREO DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN VIVIENDAS ALTO ANDINA. *Advances in Science and Innovation*, 2(1), 20–30.
- Scholer, T., & Muller-Schloer, C. (2004). Design, implementation and validation of a generic and reconfigurable protocol stack framework for mobile terminals. *24th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, 2004. Proceedings.*, 362–367.
- Serra, H., Correia, J., Gano, A. J., de Campos, A. M., & Teixeira, I. (2005). Domestic power consumption measurement and automatic home appliance detection. *IEEE International Workshop on Intelligent Signal Processing, 2005.*, 128–132.
- Singh, R., Tuffner, F., Fuller, J., & Schneider, K. (2011a). Effects of distributed energy resources on conservation voltage reduction (CVR). *2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 1–7.

- Singh, R., Tuffner, F., Fuller, J., & Schneider, K. (2011b). Effects of distributed energy resources on conservation voltage reduction (CVR). *2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 1–7.
- Song, G., Ding, F., Zhang, W., & Song, A. (2008). A wireless power outlet system for smart homes. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 54(4), 1688–1691.
- Steinberg, D., & Colla, P. (2009). CART: classification and regression trees. *The Top Ten Algorithms in Data Mining*, 9, 179.
- Tanrıöven, K., Yarıarbaş, S., & Cengiz, H. (2011). Geleceğin elektrik dağıtım şebekesi Smart Grid. *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, 12.
- Taştan, M. (2019). Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Sulama ve Uzaktan İzleme Sistemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 229–236.
- Tomforde, S., Cakar, E., & Hähner, J. (2009). *Dynamic control of network protocols—a new vision for future self-organising networks*.
- Tomforde, S., Hurling, B., & Hähner, J. (2010). *Dynamic control of mobile ad-hoc networks—network protocol parameter adaptation using organic network control*.
- Tomforde, S., Steffen, M., Hähner, J., & Müller-Schloer, C. (2009). Towards an organic network control system. *Autonomic and Trusted Computing: 6th International Conference, ATC 2009 Brisbane, Australia, July 7-9, 2009 Proceedings* 6, 2–16.
- Torriti, J. (2012). Price-based demand side management: Assessing the impacts of time-of-use tariffs on residential electricity demand and peak shifting in Northern Italy. *Energy*, 44(1), 576–583.
- Tsai, C.-H., Bai, Y.-W., Wang, H.-Y., & Lin, M.-B. (2009). Design and implementation of a socket with low standby power. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 55(3), 1558–1565.
- Wan, Z., Song, Y., & Cao, Z. (2019). Environment dynamic monitoring and remote control of greenhouse with ESP8266 NodeMCU. *2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, 377–382.
- Whiteson, S., & Stone, P. (2004). Towards autonomic computing: adaptive network routing and scheduling. *International Conference on Autonomic Computing, 2004. Proceedings.*, 286–287.
- Wilson, S. W. (1995). Classifier fitness based on accuracy. *Evolutionary Computation*, 3(2), 149–175.
- Yılmaz, M. (2019a). *Akıllı şebekelerde güç kalitesinin optimizasyonu ve yenilenebilir enerji kaynakları ile entegrasyonu*.

- Yilmaz, M. (2019b). *Akıllı şebekelerde güç kalitesinin optimizasyonu ve yenilenebilir enerji kaynakları ile entegrasyonu.*
- Zehir, M. A., & Bagriyanik, M. (2012). Demand side management by controlling refrigerators and its effects on consumers. *Energy Conversion and Management*, 64, 238–244.
- Zhou, W., Lou, C., Li, Z., Lu, L., & Yang, H. (2010). Current status of research on optimum sizing of stand-alone hybrid solar–wind power generation systems. *Applied Energy*, 87(2), 380–389.
- Zhu, Q., Loke, S. W., Trujillo-Rasua, R., Jiang, F., & Xiang, Y. (2019). Applications of distributed ledger technologies to the internet of things: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52(6), 1–34.
- Zhu, T., Mishra, A., Irwin, D., Sharma, N., Shenoy, P., & Towsley, D. (2011). The case for efficient renewable energy management in smart homes. *Proceedings of the Third ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Buildings*, 67–72.

EKLER

EK-1 Akıllı priz2.ino.

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <EEPROM.h>
#include "AccessPoint.h"
#include "EEPROMHelper.h"
#include "ResetButton.h"
#include "giris.h"
#include "signup.h"
#include "ControlSenter.h"
#include "akim.h"
#include "ayar.h" // Ayar sınıfını dahil edin
#include <WiFiUdp.h>
#include <NTPClient.h>
#define EEPROM_SIZE 128
#define RESET_BUTTON_PIN 0
#define FLASH_LED_PIN 2
IPAddress local_IP(192, 168, 1, 184); // Cihazın sabit IP adresi
IPAddress gateway(192, 168, 1, 1); // Ağ geçidi adresi (router IP adresi)
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0); // Alt ağ maskesi
IPAddress dns(8, 8, 8, 8); // DNS sunucusu adresi (Google DNS)
ResetButton resetButton(RESET_BUTTON_PIN, FLASH_LED_PIN, 10000); // 10
seconds hold time to reset
AccessPoint apManager;
ESP8266WebServer server(80);
Giris giris(server);
Signup signup(server);
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP);
ControlSenter controlSenter(server, timeClient);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  EEPROM.begin(EEPROM_SIZE);
  // Initialize reset button
  resetButton.begin();
  // Check if Wi-Fi credentials are stored in EEPROM
  String ssid = EEPROMHelper::readString(0, 32);
  String password = EEPROMHelper::readString(32, 64);
  if (ssid.length() > 0 && password.length() > 0) {
    WiFi.config(local_IP, gateway, subnet, dns); // Statik IP ayarlarını
yapılıdır
    WiFi.begin(ssid.c_str(), password.c_str());
    // Wait for connection
    int timeout = 0;
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && timeout < 30) {
      delay(500);
      Serial.print(".");
      timeout++;
    }
  }
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {

```

```
Serial.println("Connected to Wi-Fi");
Serial.print("IP Address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
giris.begin(); // Start the Giris web server routes
signup.begin(); // Start the Signup web server routes
controlSenter.begin(); // Start the ControlSenter web server routes
server.begin(); // Start the web server
Serial.println("Web server started");
} else {
Serial.println("Failed to connect to Wi-Fi");
apManager.startAPMode();
}
} else {
Serial.println("No Wi-Fi credentials found");
apManager.startAPMode();
}
}
void loop() {
apManager.handleClient();
server.handleClient(); // Handle client requests for the new web server
resetButton.update();
controlSenter.handleClient(); // Handle periodic measurements and page
updates
}
```



EK-2 Access point.h

```

#ifndef ACCESS_POINT_H
#define ACCESS_POINT_H
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include "EEPROMHelper.h"
#include <vector>
#include <algorithm>
class AccessPoint {
public:
    AccessPoint() : server(80) {}
    void startAPMode() {
        WiFi.mode(WIFI_AP);
        WiFi.softAP("NodeMCU_AP", "password");
        IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
        Serial.print("Erişim Noktası IP Adresi: ");
        Serial.println(IP);
        startWebServer();
    }
    void startWebServer() {
        server.on("/", HTTP_GET, [this]() {
            String page = "<html><head><meta charset='UTF-8'><title>Wi-Fi
Ayarları</title>";
            page += "<style>";
            page += "body { background-color: #ADD8E6; text-align: center; font-
size: 35px; }";
            page += "form { display: inline-block; margin-top: 40px; }";
            page += "label { display: block; margin-top: 20px; font-size: 38px; }";
            page += "input, select { display: block; margin: 30px auto; padding:
40px; font-size: 38px; width: 90%; max-width: 600px; border-radius: 20px; }";
            page += "button { padding: 40px 80px; font-size: 38px; border-radius:
20px; margin: 20px; }";
            page += "button.save { background-color: lightgray; color: black;
cursor: not-allowed; width: 95%; max-width: 700px; }";
            page += "button.save.enabled { background-color: blue; color: white;
cursor: pointer; }";
            page += "button.scan { background-color: green; color: white; cursor:
pointer; }";
            page += "button.reset { background-color: red; color: white; cursor:
pointer; }";
            page += ".footer { position: fixed; bottom: 20px; right: 10px; font-
size: 30px; text-align: center; width: 100%; }";
            page += ".input-group { position: relative; }";
            page += ".input-group input { width: calc(100% - 90px); }";
            page += ".input-group .toggle-btn { position: absolute; top: 50%;
right: 10px; transform: translateY(-50%); cursor: pointer; width: 60px;
height: 60px; border-radius: 50%; background-color: gray; }";
            page += ".input-group .toggle-btn.active { background-color: black; }";
            page += "</style>";
            page += "<script>";
            page += "function enableSaveButton() {";

```

```

page += " var password = document.getElementById('password').value;";
page += " var saveButton = document.getElementById('saveButton');";
page += " if (password.length >= 8) {";
page += "     saveButton.classList.add('enabled');";
page += "     saveButton.removeAttribute('disabled');";
page += " } else {";
page += "     saveButton.classList.remove('enabled');";
page += "     saveButton.setAttribute('disabled', 'true');";
page += " }";
page += " }";
page += "function showResetWarning() {";
page += " document.getElementById('mainForm').style.display =
'none';";
page += " document.getElementById('resetWarning').style.display =
'block';";
page += " }";
page += "function hideResetWarning() {";
page += " document.getElementById('resetWarning').style.display =
'none';";
page += " document.getElementById('mainForm').style.display =
'block';";
page += " }";
page += "function togglePasswordVisibility() {";
page += " var passwordField = document.getElementById('password');";
page += " var toggleBtn = document.getElementById('toggleBtn');";
page += " if (passwordField.type === 'password') {";
page += "     passwordField.type = 'text';";
page += "     toggleBtn.classList.add('active');";
page += " } else {";
page += "     passwordField.type = 'password';";
page += "     toggleBtn.classList.remove('active');";
page += " }";
page += " }";
page += "</script>";
page += "</head><body>";
page += "<h1>Wi-Fi Ayarları</h1>";
page += "<div id='mainForm'>";
page += "<form method='POST' action='/save'>";
page += "<label for='ssid'>SSID:</label><select name='ssid'
id='ssid'>";
page += " // Scan for networks and sort by signal strength
int n = WiFi.scanNetworks();
std::vector<std::pair<int, String>> networks;
for (int i = 0; i < n; ++i) {
    networks.push_back({ WiFi.RSSI(i), WiFi.SSID(i) });
}
std::sort(networks.begin(), networks.end(), std::greater<>());
for (const auto& network : networks) {
    int signalStrength = map(network.first, -100, -50, 0, 100);
    if (signalStrength < 0) signalStrength = 0;
    if (signalStrength > 100) signalStrength = 100;

```

```

        page += "<option value='" + network.second + "'>" + network.second +
" (" + String(signalStrength) + "%)</option>";
    }
    page += "</select>";
    page += "<label for='password'>Şifre:</label>";
    page += "<div class='input-group'>";
    page += "<input type='password' name='password' id='password'
onkeyup='enableSaveButton()'>";
    page += "<div id='toggleBtn' class='toggle-btn'
onclick='togglePasswordVisibility()' style='right: -10px;'></div>";
    page += "</div>";
    page += "<button type='submit' class='save' id='saveButton'
disabled>Kaydet</button>";
    page += "<div>";
    page += "<button type='button' class='scan'
onclick='location.reload();'>Yeniden Tara</button>";
    page += "<button type='button' class='reset'
onclick='showResetWarning()'>Sıfırla</button>";
    page += "</div>";
    page += "</form>";
    page += "</div>";
    page += "<div id='resetWarning' style='display:none;'>";
    page += "<h2>Uyarı</h2>";
    page += "<p>Tüm ayarlar silinecek ve fabrika ayarlarına
dönülecek.</p>";
    page += "<button onclick='resetDevice()'
class='reset'>Onayla</button>";
    page += "<button onclick='hideResetWarning()'>İptal</button>";
    page += "</div>";
    page += "<div class='footer'>";
    page += "<p>Bu Sistem</p>";
    page += "<p>HALAH KHALEL FADHIL FADHIL</p>";
    page += "<p>Tarafından Geliştirilmiştir.</p>";
    page += "</div>";
    page += "<script>function resetDevice() {fetch('/reset', {method:
'POST'}).then(() => location.reload());}</script>";
    page += "</body></html>";
    server.send(200, "text/html", page);
});
server.on("/save", HTTP_POST, [this]() {
    String ssid = server.arg("ssid");
    String password = server.arg("password");
    if (ssid.length() > 0 && password.length() > 0) {
        EEPROMHelper::writeString(0, ssid);
        EEPROMHelper::writeString(32, password);
        EEPROM.commit();
        WiFi.softAPdisconnect(true); // Disable AP mode
        WiFi.mode(WIFI_STA);
        WiFi.begin(ssid.c_str(), password.c_str());
        // Wait for connection
        int timeout = 0;

```

```

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && timeout < 30) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
    timeout++;
}
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    String ipAddress = WiFi.localIP().toString();
    Serial.print("Bağlanılan IP adresi: ");
    Serial.println(ipAddress);
    String response = "<html><body><h1>Wi-Fi ayarları kaydedildi ve
bağlanıldı. IP adresi: " + ipAddress + "</h1>";
    response += "<p><a href='http://" + ipAddress + "'>" + ipAddress +
"</a></p></body></html>";
    server.send(200, "text/html", response);
    // Stop the AP mode and web server
    WiFi.softAPdisconnect(true);
    server.stop();
} else {
    server.send(200, "text/html", "<html><body><h1>Wi-Fi'ya
bağlanılamadı. Lütfen tekrar deneyin.</h1></body></html>");
}
} else {
    server.send(200, "text/html", "<html><body><h1>SSID ve Şifre boş
olamaz.</h1></body></html>");
}
});

server.on("/reset", HTTP_POST, [this]() {
    EEPROMHelper::clearEEPROM();
    EEPROM.commit();
    server.send(200, "text/html", "<html><body><h1>Ayarlar
Silindi</h1><p>Cihaz yeniden başlayacak...</p></body></html>");
    delay(2000);
    ESP.restart();
});
server.begin();
}
void handleClient() {
    server.handleClient();
}
private:
    ESP8266WebServer server;
};
#endif

```

EK-3 EEPROMHelper.h

```
#ifndef EEPROM_HELPER_H
#define EEPROM_HELPER_H
#include <EEPROM.h>
#define EEPROM_SIZE 128 // EEPROM boyutunu artırdık
class EEPROMHelper {
public:
    static void writeString(int address, String data) {
        int len = data.length();
        for (int i = 0; i < len; i++) {
            EEPROM.write(address + i, data[i]);
        }
        EEPROM.write(address + len, '\0'); // Null terminator
    }
    static String readString(int address, int length) {
        char data[length];
        for (int i = 0; i < length; i++) {
            data[i] = EEPROM.read(address + i);
        }
        return String(data);
    }
    static void clearEEPROM() {
        for (int i = 0; i < EEPROM_SIZE; i++) {
            EEPROM.write(i, 0);
        }
    }
};
#endif
```

EK-4 ResetButton.h

```

#ifndef RESET_BUTTON_H
#define RESET_BUTTON_H

#include <Arduino.h>
#include "EEPROMHelper.h"
class ResetButton {
public:
    ResetButton(uint8_t buttonPin, uint8_t ledPin, unsigned long holdTime) {
        _buttonPin = buttonPin;
        _ledPin = ledPin;
        _holdTime = holdTime;
        pinMode(_buttonPin, INPUT_PULLUP);
        pinMode(_ledPin, OUTPUT);
        _lastButtonState = HIGH;
    }
    void begin() {
        _lastPresTime = 0;
        _buttonHeld = false;
    }
    void update() {
        int buttonState = digitalRead(_buttonPin);
        if (buttonState == LOW) {
            if (_lastButtonState == HIGH) {
                _lastPresTime = millis();
            } else if (millis() - _lastPresTime > _holdTime) {
                digitalWrite(_ledPin, HIGH);
                delay(500);
                digitalWrite(_ledPin, LOW);
                delay(500);
            }
            } else {
                if (_lastButtonState == LOW && millis() - _lastPresTime >=
_holdTime) {
                    EEPROMHelper::clearEEPROM();
                    EEPROM.commit();
                    ESP.restart();
                }
            }
        _lastButtonState = buttonState;
    }
private:
    uint8_t _buttonPin;
    uint8_t _ledPin;
    unsigned long _holdTime;
    unsigned long _lastPresTime;
    bool _buttonHeld;
    int _lastButtonState;
};
#endif

```

EK-5 giris.h

```

#ifndef GIRIS_H
#define GIRIS_H
#include <ESP8266WebServer.h>
class Giris {
public:
    Giris(ESP8266WebServer& server) : _server(server) {}
    void begin() {
        _server.on("/giris", HTTP_GET, [this]() {
            Serial.println("Serving /giris page");
            String page = "<html><head><meta charset='UTF-8'><title>Hoş
Geldiniz</title>";
            page += "<style>body { background-color: #ADD8E6; text-align: center;
font-size: 35px; }";
            page += "button { padding: 20px 40px; font-size: 38px; border-radius:
20px; margin: 10px; cursor: pointer; width: 80%; max-width: 600px; }";
            page += ".new { background-color: green; color: white; }";
            page += ".login { background-color: blue; color: white; }";
            page += ".control { background-color: orange; color: white; }";
            page += ".footer { position: absolute; bottom: 20px; width: 100%;
text-align: center; font-size: 30px; }";
            page += "</style></head><body>";
            page += "<h1>Akıllı Ev Otomasyon Sistemine Hoş Geldiniz</h1>";
            page += "<button class='new' onclick='location.href=\"/signup\"'>Yeni
Kayıt</button><br>";
            page += "<button class='login'
onclick='location.href=\"/login\"'>Giriş Yap</button><br>";
            page += "<button class='control'
onclick='location.href=\"/control\"'>Kontrol Et</button><br>";
            page += "<div class='footer'>";
            page += "<p>Bu Sistem</p>";
            page += "<p>HALAH KHALEL FADHIL FADHIL</p>";
            page += "<p>Tarafından Geliştirilmiştir.</p>";
            page += "</div>";
            page += "</body></html>";
            _server.send(200, "text/html", page);
        });
    }
private:
    ESP8266WebServer& _server;
};
#endif

```

EK-6 signup.h

```

#ifndef SIGNUP_H
#define SIGNUP_H
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <EEPROM.h>
#include <FirebaseESP8266.h>
// Provide the token generation process info.
#include <addons/TokenHelper.h>
// Provide the RTDB payload printing info and other helper functions.
#include <addons/RTDBHelper.h>
#define API_KEY "AIzaSyDlx-08jheHnQWooRtPMTNjUJfnJx1RHms"
#define DATABASE_URL "https://hale-d7035-default-rtdb.firebaseio.com/"
#define EEPROM_SIZE 128 // EEPROM boyutunu artırdık
class Signup {
public:
    Signup(ESP8266WebServer& server) : _server(server) {}
    void begin() {
        // Initialize Firebase
        config.api_key = API_KEY;
        config.database_url = DATABASE_URL;
        Firebase.begin(&config, &auth);
        // Firebase bağlantısını test et
        testFirebaseConnection();
        _server.on("/signup", HTTP_GET, [this]() {
            Serial.println("Serving /signup page");
            String page = "<html><head><meta charset='UTF-8'><title>Yeni
Kayıt</title>";
            page += "<style>body { background-color: #ADD8E6; text-align: center;
font-size: 35px; }";
            page += "form { display: inline-block; margin-top: 40px; }";
            page += "label { display: block; margin-top: 20px; font-size: 38px;
}";
            page += "input { display: block; margin: 30px auto; padding: 20px;
font-size: 38px; width: 80%; max-width: 600px; border-radius: 20px; }";
            page += "button { padding: 20px 40px; font-size: 38px; border-radius:
20px; background-color: green; color: white; cursor: pointer; }";
            page += ".footer { position: absolute; bottom: 20px; width: 100%;
text-align: center; font-size: 30px; }";
            page += ".input-group { position: relative; }";
            page += ".input-group input { width: calc(100% - 90px); }";
            page += ".input-group .toggle-btn { position: absolute; top: 50%;
right: 10px; transform: translateY(-50%); cursor: pointer; width: 60px;
height: 60px; border-radius: 50%; background-color: gray; }";
            page += ".input-group .toggle-btn.active { background-color: black;
}";

            page += "</style>";
            page += "<script>";
            page += "function togglePasswordVisibility() {";
            page += "    var passwordField = document.getElementById('password');";
            page += "    var toggleBtn = document.getElementById('toggleBtn');";
            page += "    if (passwordField.type === 'password') {";

```

```

page += "    passwordField.type = 'text';";
page += "    toggleBtn.classList.add('active');";
page += "  } else {";
page += "    passwordField.type = 'password';";
page += "    toggleBtn.classList.remove('active');";
page += "  }";
page += "  }";
page += "</script>";
page += "</head><body>";
page += "<h1>Yeni Kayıt</h1>";
page += "<form method='POST' action='/register'>";
page += "<label for='email'>E-posta:</label>";
page += "<input type='email' name='email' id='email'>";
page += "<label for='password'>Şifre:</label>";
page += "<div class='input-group'>";
page += "<input type='password' name='password' id='password'>";
page += "<div id='toggleBtn' class='toggle-btn'
onclick='togglePasswordVisibility()'></div>";
page += "</div>";
page += "<button type='submit'>Kayıt Ol</button>";
page += "</form>";
page += "<div class='footer'>";
page += "<p>Bu Sistem</p>";
page += "<p>HALAH KHALEL FADHIL FADHIL</p>";
page += "<p>Tarafından Geliştirilmiştir.</p>";
page += "</div>";
page += "</body></html>";
_server.send(200, "text/html", page);
});
_server.on("/register", HTTP_POST, [this]() {
  Serial.println("Registering new user");
  String email = _server.arg("email");
  String password = _server.arg("password");
  Serial.println("Email: " + email);
  Serial.println("Password: " + password);
  if (Firebase.signUp(&config, &auth, email.c_str(), password.c_str()))
{
  Serial.println("Sign up successful");
  // Kayıt başarılı olduğunda EEPROM'a yaz ve yanıt gönder
  EEPROM.begin(EEPROM_SIZE);
  EEPROMHelper::writeString(64, email);      // Kullanıcı e-posta
adresini 64'ten başlatıyoruz
  EEPROMHelper::writeString(96, password);  // Kullanıcı şifresini
96'dan başlatıyoruz
  EEPROM.commit();
  _server.send(200, "text/html", "<html><body><h1>Kayıt
Tamamlandı</h1></body></html>");
} else {
  String errorMsg =
String(config.signer.signupError.message.c_str());
  Serial.println("Sign up failed: " + errorMsg);

```

```
        // Kayıt başarısız olduğunda yanıt gönder
        _server.send(200, "text/html", "<html><body><h1>Kayıt yapılmadı,
tekrardan deneyin</h1><p>Error: " + errorMsg + "</p></body></html>");
    }
    });
}
private:
    ESP8266WebServer& _server;
    FirebaseConfig config;
    FirebaseAuth auth;
    FirebaseData fbdo;
    void testFirebaseConnection() {
        Serial.println("Testing Firebase connection...");
        if (Firebase.setInt(fbdo, "/test/connection", 1)) {
            Serial.println("Firebase connection successful");
        } else {
            Serial.println("Firebase connection failed: " + fbdo.errorReason());
        }
    }
};
#endif
```



EK-7 ControlCenter.h

```

#ifndef CONTROLSENER_H
#define CONTROLSENER_H
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <NTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <SPI.h>
#include "MCP_ADC.h"
#include "akim.h"
#include "ayar.h" // Ayar sınıfını dahil edin
// Pin tanımlamaları
#define SER_PIN 16
#define RCLK_PIN 4
#define SRCLK_PIN 2
const int csPin = 15; // Chip Select pin
const float ADC_VREF = 4.9; // Reference voltage for NodeMCU ADC
const int ADC_RESOLUTION = 1023; // Resolution of NodeMCU ADC (10-bit)
const float ACS712_SENSITIVITY = 0.066; // Sensitivity for 30A ACS712 (V/A)
const int numAverages = 5;
const int numSamples = 25;
MCP3008 mcp; // Use default SPI
class ControlSenter {
public:
    ControlSenter(ESP8266WebServer& server, NTPClient& timeClient) :
        _server(server), _timeClient(timeClient), ayarSettings(server),
        VOLTAGE_SLOPE(0.26), VOLTAGE_INTERCEPT(0), akimSettings(server) {
        for (int i = 0; i < 8; i++) {
            akim[i] = 0.0;
            power[i] = 0.0;
            zeroCurrent[i] = 0.0;
        }
        volt = 0.0;
        loop = 0;
        update_time = 0;
        maxampValue = 0;
        maxvacValue = 0;
        sumamp = 0;
        sumvac = 0;
        val_net = 0;
        channel = 0;
        averageMaxA0Value = 0;
        averageMaxampValue = 0;
        oldaverageMaxampValue = 0;
    }

    void begin() {
        pinMode(SER_PIN, OUTPUT);
        pinMode(RCLK_PIN, OUTPUT);
        pinMode(SRCLK_PIN, OUTPUT);
        SPI.begin();
        mcp.begin(csPin);
    }
}

```

```

akimSettings.begin();
ayarSettings.begin(); // Ayar sayfası başlangıcı
for (int i = 0; i < 8; i++) {
    relayStates[i] = LOW;
}
_timeClient.begin();
_timeClient.setTimeOffset(3 * 3600);
_server.on("/control", HTTP_GET, [this]() {
    updatePage();
});
_server.on("/toggle", HTTP_GET, [this]() {
    if (_server.hasArg("relay")) {
        int relay = _server.arg("relay").toInt();
        if (relay >= 0 && relay < 8) {
            toggleRelay(relay);
            String jsonData = generateJSONData();
            _server.send(200, "application/json", jsonData);
        } else {
            _server.send(400, "text/plain", "Invalid relay number");
        }
    } else {
        _server.send(400, "text/plain", "Missing relay number");
    }
});
_server.on("/getData", HTTP_GET, [this]() {
    String jsonData = generateJSONData();
    _server.send(200, "application/json", jsonData);
});
_server.on("/allOff", HTTP_GET, [this]() {
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        relayStates[i] = LOW;
    }
    updateRelays();
    String jsonData = generateJSONData();
    _server.send(200, "application/json", jsonData);
});
}
void handleClient() {
    _server.handleClient();
    _timeClient.update();
    static unsigned long lastUpdateCheck = 0;
    unsigned long currentMillis = millis();
    if (currentMillis - lastUpdateCheck >= 1) {
        lastUpdateCheck = currentMillis;
        updateRelays();
        loop++;
        update_time++;
        uint16_t ampValue = mcp.read(channel);
        if (ampValue > maxampValue) {
            maxampValue = ampValue;
        }
    }
}

```

```

uint16_t vacValue = analogRead(A0);
if (vacValue > maxvacValue) {
    maxvacValue = vacValue;
}
if (loop >= numSamples) {
    sumamp += maxampValue;
    sumvac += maxvacValue;
    loop = 0;
    maxampValue = 0;
    maxvacValue = 0;
    val_net++;
}
if (val_net >= numAverages) {
    averageMaxA0Value = sumvac / val_net;
    averageMaxampValue = sumamp / val_net;
    volt = VOLTAGE_SLOPE * averageMaxA0Value + VOLTAGE_INTERCEPT;
    if (relayStates[channel] == LOW) {
        if (averageMaxampValue > oldaverageMaxampValue) {
            oldaverageMaxampValue = averageMaxampValue;
        }
        zeroCurrent[channel] = oldaverageMaxampValue;
    }
    float ampvolt = (averageMaxampValue * ADC_VREF) / ADC_RESOLUTION; //
adcToVoltage içeriği
    float zeroVoltage = (zeroCurrent[channel] * ADC_VREF) /
ADC_RESOLUTION; // adcToVoltage içeriği
    akim[channel] = (ampvolt - zeroVoltage) / ACS712_SENSITIVITY; //
voltageToCurrent içeriği
    if (akim[channel] <= 0) akim[channel] = 0;
    power[channel] = volt * akim[channel];
    channel++;
    if (channel >= 8) channel = 0;
    sumvac = 0;
    sumamp = 0;
    val_net = 0;
}
}
if (update_time >= 1000) {
    update_time = 0;
    updatePage();
}
}
private:
ESP8266WebServer& _server;
NTPClient& _timeClient;
MCP3008 mcp;
Akim akimSettings;
Ayar ayarSettings; // Ayar sınıfını tanımlayın
byte relayStates[8];
float akim[8]; // Akım değişkenleri
float power[8]; // Güç değişkenleri

```

```

float volt; // Voltaj değişkeni
const float VOLTAGE_SLOPE; // Slope (m) for voltage calculation
const float VOLTAGE_INTERCEPT; // Intercept (b) for voltage calculation
unsigned long loop; // Loop counter for voltage calculation
unsigned long update_time; // Timer counter for page update
uint16_t maxampValue; // Maximum value read from MCP
uint16_t maxvacValue; // Maximum value read from ADC
uint32_t sumamp; // Sum of MCP readings
uint32_t sumvac; // Sum of ADC readings
uint16_t averageMaxA0Value; // Average of maximum ADC readings
uint16_t averageMaxampValue; // Average of maximum MCP readings
int channel; // Current MCP channel
float zeroCurrent[8]; // Zero current calibration values
int val_net; // Net value counter for averaging
uint16_t oldaverageMaxampValue; // Eski ortalama maksimum akım değeri
void toggleRelay(int relay) {
    relayStates[relay] = !relayStates[relay];
    updateRelays();
}
void updateRelays() {
    byte relayState = 0;
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        if (relayStates[i] == HIGH) {
            relayState |= (1 << i);
        }
    }
    digitalWrite(SER_PIN, HIGH);
    digitalWrite(RCLK_PIN, HIGH);
    digitalWrite(RCLK_PIN, LOW);
}
void updatePage() {
    String page = "<html><head><meta charset='UTF-8'><title>Priz
Kontrol</title>";
    page += "<style>";
    page += "body { background-color: #ADD8E6; font-size: 35px; display:
flex; flex-direction: column; align-items: center; }";
    page += ".button { padding: 30px; font-size: 35px; border-radius: 50%;
margin: 10px; color: white; border: 3px solid black; transition: background-
color 0.3s; }";
    page += ".on { background-color: green; }";
    page += ".off { background-color: gray; }";
    page += ".container { display: flex; flex-direction: column; align-items:
center; }";
    page += ".relay-container { display: flex; align-items: center; margin:
10px; }";
    page += ".relay-label { margin-right: 20px; text-align: left; min-width:
200px; font-weight: bold; font-size: 50px; }"; // Priz yazılarını büyüttüm
    page += ".info-box { border: 1px solid black; border-radius: 10px;
padding: 20px; margin: 10px; background-color: white; color: black; width:
200px; text-align: center; }";
    page += ".datetime { margin-bottom: 20px; text-align: center; }";

```

```

    page += ".fixed-width { width: 100px; text-align: center; }";
    page += ".row { display: flex; align-items: center; justify-content:
center; margin-bottom: 10px; }";
    page += ".akim-box { border: 1px solid black; border-radius: 10px;
padding: 20px; margin: 10px; background-color: white; color: black; width:
250px; text-align: center; font-size: 50px; }"; // Akım kutularını büyüttüm
    page += ".power-box { border: 1px solid black; border-radius: 10px;
padding: 20px; margin: 10px; background-color: white; color: black; width:
250px; text-align: center; font-size: 50px; }"; // Güç kutuları
    page += ".voltage-box { border: 1px solid black; border-radius: 10px;
padding: 20px; margin: 20px; background-color: white; color: black; width:
600px; text-align: center; font-size: 50px; }"; // Voltaj kutusu
    page += ".control-buttons { display: flex; justify-content: center;
margin-top: 20px; }"; // Kontrol butonları
    page += ".control-button { padding: 20px 40px; font-size: 35px; border-
radius: 10px; margin: 10px; color: white; border: none; cursor: pointer;
transition: background-color 0.3s; flex: 1; text-align: center; }";
    page += ".all-off { background-color: red; }";
    page += ".max-current { background-color: blue; }";
    page += ".settings { background-color: purple; }";
    page += ".footer { text-align: center; margin-top: 20px; }";
    page += "</style>";
    page += "<script>";
    page += "function updateData() {";
    page += "    var xhr = new XMLHttpRequest(";
    page += "    xhr.open('GET', '/getData', true);";
    page += "    xhr.onload = function() {";
    page += "        if (xhr.status === 200) {";
    page += "            var data = JSON.parse(xhr.responseText);";
    page += "            document.getElementById('date').innerText = data.date;";
    page += "            document.getElementById('time').innerText = data.time;";
    page += "            document.getElementById('volt').innerText = data.volt + '
V';";
    page += "            for (var i = 0; i < 8; i++) {";
    page += "                var button = document.getElementById('relay' + i);";
    page += "                var akimBox = document.getElementById('akim' + i);";
    page += "                var powerBox = document.getElementById('power' + i);";
    page += "                if (data.relays[i] == 1) {";
    page += "                    button.className = 'button on';";
    page += "                } else {";
    page += "                    button.className = 'button off';";
    page += "                }";
    page += "                akimBox.innerText = data.akim[i].toFixed(1) + ' A'; //
1 basamaklı gösterim
    page += "                powerBox.innerText = data.power[i].toFixed(0) + ' W';";
    page += "            }";
    page += "        }";
    page += "    }";
    page += "    xhr.send(";
    page += "};";

```

```

page += "setInterval(updateData, 2000);";
page += "function toggleRelay(relay) {";
page += "    var xhr = new XMLHttpRequest(";
page += "    xhr.open('GET', '/toggle?relay=' + relay, true);";
page += "    xhr.onload = function() {";
page += "        if (xhr.status === 200) {";
page += "            var data = JSON.parse(xhr.responseText);";
page += "            for (var i = 0; i < 8; i++) {";
page += "                var button = document.getElementById('relay' + i);";
page += "                var akimBox = document.getElementById('akim' + i);";
page += "                var powerBox = document.getElementById('power' + i);";
page += "                if (data.relays[i] == 1) {";
page += "                    button.className = 'button on';";
page += "                } else {";
page += "                    button.className = 'button off';";
page += "                }";
page += "                akimBox.innerHTML = data.akim[i].toFixed(1) + ' A';"; //
1 basamaklı gösterim
page += "                powerBox.innerHTML = data.power[i].toFixed(0) + ' W';";
// Basamaksız gösterim
page += "            }";
page += "            document.getElementById('volt').innerHTML =
data.volt.toFixed(1) + ' V';"; // 1 basamaklı gösterim
page += "        }";
page += "    }";";
page += "    xhr.send(";
page += "});";
page += "function alloff() {";
page += "    var xhr = new XMLHttpRequest(";
page += "    xhr.open('GET', '/alloff', true);";
page += "    xhr.onload = function() {";
page += "        if (xhr.status === 200) {";
page += "            updateData(";
page += "        }";
page += "    }";";
page += "    xhr.send(";
page += "});";
page += "</script></head><body>";
page += "<div>";
page += "<h1 style='text-align: center;'>Priz Kontrol</h1>";
// Tarih ve saat bilgileri
page += "<div class='datetime'>";
page += "<h2 id='date'>" + getDate() + "</h2>";
page += "<h2 id='time'>" + _timeClient.getFormattedTime().substring(0, 5)
+ "</h2>";
page += "</div>";
// Priz kontrol butonları ve etiketler
page += "<div class='container'>";
for (int i = 0; i < 8; i++) {
    String relayLabel = "Priz " + String(i + 1);

```

```

        String buttonClass = relayStates[i] == HIGH ? "button on" : "button
off";
        page += "<div class='row'>";
        page += "<span class='relay-label'>" + relayLabel + ":</span>";
        page += "<button id='relay" + String(i) + "' class='" + buttonClass +
"' onclick='toggleRelay(" + String(i) + ")'></button>";
        page += "<div class='akim-box' id='akim" + String(i) + "'>" +
String(akim[i], 1) + " A</div>"; // 1 ondalık basamak ekledim
        page += "<div class='power-box' id='power" + String(i) + "'>" +
String(power[i], 0) + " W</div>"; // Basamaksız gösterim
        page += "</div>";
    }
    // Voltaj kutusu
    page += "<div class='voltage-box' id='volt'>" + String(volt, 1) + "
V</div>"; // 1 ondalık basamak ekledim
    // Kontrol butonları
    page += "<div class='control-buttons'>";
    page += "<button class='control-button all-off'
onclick='allOff()'>Prizleri Kapat</button>";
    page += "<button class='control-button max-current'
onclick='location.href=\"/akim\"'>Akım Ayarı</button>";
    page += "<button class='control-button settings'
onclick='location.href=\"/settings\"'>Diğer Ayarlar</button>"; // Diğer
Ayarlar butonu
    page += "</div>";
    // Footer kısmı
    page += "<div class='footer'>";
    page += "<p>Bu Sistem</p>";
    page += "<p>HALAH KHALEL FADHIL FADHIL</p>";
    page += "<p>Tarafından Geliştirilmiştir.</p>";
    page += "</div>";
    page += "</body></html>";
    _server.send(200, "text/html", page);
}
String generateJSONData() {
    String json = "{";
    json += "\"date\": \"" + getDate() + "\",";
    json += "\"time\": \"" + _timeClient.getFormattedTime().substring(0, 5) +
 "\",";
    json += "\"volt\": \"" + String(volt, 1) + "\",";
    json += "\"relays\": [";
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        json += String(relayStates[i]);
        if (i < 7) json += ",";
    }
    json += "],";
    json += "\"akim\": [";
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        json += String(akim[i], 1); // 1 ondalık basamak ekledim
        if (i < 7) json += ",";
    }
}

```

```
    json += "],";
    json += "\"power\": [";
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        json += String(power[i], 0); // Basamaksız gösterim
        if (i < 7) json += ",";
    }
    json += "];";
    json += "};";
    return json;
}
String getDate() {
    time_t rawtime = _timeClient.getEpochTime();
    struct tm * ti;
    ti = localtime(&rawtime);
    char buffer[80];
    strftime(buffer, sizeof(buffer), "%Y-%m-%d", ti);
    return String(buffer);
}
};
#endif
```



EK-8 Akim.h

```

#ifndef AKIM_H
#define AKIM_H
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <EEPROM.h>
#define EEPROM_SIZE 128
class Akim {
public:
    Akim(ESP8266WebServer& server) : _server(server) {
        for (int i = 0; i < 8; i++) {
            maxCurrent[i] = 0.0;
            currentError[i] = false;
        }
        maxVoltage = 290.0;
        minVoltage = 170.0;
        maxVoltageError = false;
        minVoltageError = false;
    }
    void begin() {
        EEPROM.begin(EEPROM_SIZE);
        loadValuesFromEEPROM();
        _server.on("/akim", HTTP_GET, [this]() {
            updatePage();
        });
        _server.on("/setMaxCurrent", HTTP_POST, [this]() {
            bool invalidInput = false;
            for (int i = 0; i < 8; i++) {
                if (_server.hasArg("maxCurrent" + String(i))) {
                    float currentValue = _server.arg("maxCurrent" +
String(i)).toFloat();
                    if (currentValue > 10.0) {
                        currentError[i] = true;
                        invalidInput = true;
                    } else {
                        maxCurrent[i] = currentValue;
                        currentError[i] = false;
                    }
                }
            }
        });
        if (_server.hasArg("maxVoltage")) {
            float voltageValue = _server.arg("maxVoltage").toFloat();
            if (voltageValue > 290.0 || voltageValue < 170.0) {
                maxVoltageError = true;
                invalidInput = true;
            } else {
                maxVoltage = voltageValue;
                maxVoltageError = false;
            }
        }
        if (_server.hasArg("minVoltage")) {
            float voltageValue = _server.arg("minVoltage").toFloat();

```

```

        if (voltageValue < 170.0 || voltageValue > 290.0) {
            minVoltageError = true;
            invalidInput = true;
        } else {
            minVoltage = voltageValue;
            minVoltageError = false;
        }
    }
    saveValuesToEEPROM();
    _server.sendHeader("Location", "/akim");
    _server.send(303);
});
_server.on("/resetValues", HTTP_POST, [this]() {
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        maxCurrent[i] = 0.0;
        currentError[i] = false;
    }
    maxVoltage = 290.0;
    minVoltage = 170.0;
    maxVoltageError = false;
    minVoltageError = false;
    saveValuesToEEPROM();
    updatePage();
});
}
private:
ESP8266WebServer& _server;
float maxCurrent[8];
bool currentError[8];
float maxVoltage;
float minVoltage;
bool maxVoltageError;
bool minVoltageError;
void loadValuesFromEEPROM() {
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        EEPROM.get(i * sizeof(float), maxCurrent[i]);
    }
    EEPROM.get(8 * sizeof(float), maxVoltage);
    EEPROM.get(9 * sizeof(float), minVoltage);
}
void saveValuesToEEPROM() {
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        EEPROM.put(i * sizeof(float), maxCurrent[i]);
    }
    EEPROM.put(8 * sizeof(float), maxVoltage);
    EEPROM.put(9 * sizeof(float), minVoltage);
    EEPROM.commit();
}
void updatePage() {
    String page = "<html><head><meta charset='UTF-8'><title>Akım
Ayarları</title>";

```

```

page += "<style>";
page += "body { background-color: #ADD8E6; font-size: 35px; display:
flex; flex-direction: column; align-items: center; }";
page += ".container { display: flex; flex-direction: column; align-items:
center; }";
page += ".row { display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;
}";
page += ".label { margin-right: 20px; font-weight: bold; font-size: 50px;
min-width: 200px; }";
page += ".input { font-size: 35px; width: 200px; padding: 10px; }";
page += ".button { padding: 30px 120px; font-size: 35px; border-radius:
10px; margin: 20px; color: white; background-color: green; border: none;
cursor: pointer; transition: background-color 0.3s; }"; // Genişliği
artırılmış
page += ".reset-button { padding: 20px 80px; font-size: 35px; border-
radius: 10px; margin: 20px; color: white; background-color: red; border:
none; cursor: pointer; transition: background-color 0.3s; }"; // Genişliği
artırılmış
page += ".error { color: red; font-size: 30px; }";
page += ".footer { text-align: center; margin-top: 20px; }";
page += "</style></head><body>";
page += "<h1>Akım Ayarları</h1>";
page += "<form action='/setMaxCurrent' method='POST'>";
page += "<div class='container'>";
for (int i = 0; i < 8; i++) {
page += "<div class='row'>";
page += "<span class='label'>Priz " + String(i + 1) + "</span>";
page += "<input class='input' type='text' name='maxCurrent" + String(i)
+ "' value='" + String(maxCurrent[i], 1) + "' />";
page += "<span class='label' style='font-weight: normal; font-size:
20px;'>A (Max 10 AMP)</span>"; // Akım değeri yanında açıklama
if (currentError[i]) {
page += "<span class='error'>Geçersiz değer! Max = 10 Amp</span>";
}
page += "</div>";
}
page += "<div class='row'>";
page += "<span class='label'>Max Voltaj:</span>";
page += "<input class='input' type='text' name='maxVoltage' value='" +
String(maxVoltage, 1) + "' />";
page += "<span class='label' style='font-weight: normal; font-size:
20px;'>V (Max 290 Volt)</span>"; // Max voltaj yanında açıklama
if (maxVoltageError) {
page += "<span class='error'>Geçersiz değer! Max = 290 Volt</span>";
}
page += "</div>";
page += "<div class='row'>";
page += "<span class='label'>Min Voltaj:</span>";
page += "<input class='input' type='text' name='minVoltage' value='" +
String(minVoltage, 1) + "' />";

```

```
page += "<span class='label' style='font-weight: normal; font-size:
20px;'>V (Min 170 Volt)</span>"; // Min voltaj yanında açıklama
if (minVoltageError) {
    page += "<span class='error'>Geçersiz değer! Min = 170 Volt</span>";
}
page += "</div>";
page += "<button type='submit' class='button'>Kaydet</button>";
page += "</div>";
page += "</form>";
page += "<form action='/resetValues' method='POST'>";
page += "<button type='submit' class='reset-button'>Sıfırla</button>";
page += "</form>";
page += "<div class='footer'>";
page += "<p>Bu Sistem</p>";
page += "<p>HALAH KHALEL FADHIL FADHIL</p>";
page += "<p>Tarafından Geliştirilmiştir.</p>";
page += "</div>";
page += "</body></html>";
_server.send(200, "text/html", page);
}
};
#endif
```



EK-9 Ayar.h

```

#ifndef AYAR_H
#define AYAR_H
#include <ESP8266WebServer.h>
class Ayar {
public:
    Ayar(ESP8266WebServer& server) : _server(server) {}
    void begin() {
        _server.on("/settings", HTTP_GET, [this]() {
            displaySettingsPage();
        });
        _server.on("/saveSettings", HTTP_POST, [this]() {
            // Implement saving functionality here
            String response = "Ayarlar kaydedildi!";
            _server.send(200, "text/plain", response);
        });
        _server.on("/resetSettings", HTTP_POST, [this]() {
            // Implement reset functionality here
            String response = "Ayarlar sıfırlandı!";
            _server.send(200, "text/plain", response);
        });
    }
private:
    ESP8266WebServer& _server;
    void displaySettingsPage() {
        String page = "<html><head><meta charset='UTF-8'><title>Ayarlar</title>";
        page += "<style>";
        page += "body { background-color: #ADD8E6; font-size: 35px; display: flex; flex-direction: column; align-items: center; }";
        page += ".combo-box { font-size: 25px; padding: 10px; margin: 5px; }";
        page += ".row { display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px; }";
        page += ".label { margin-right: 20px; min-width: 100px; font-weight: bold; }";
        page += ".button { padding: 10px 20px; font-size: 25px; border-radius: 5px; margin: 10px; color: white; border: none; cursor: pointer; transition: background-color 0.3s; }";
        page += ".save { background-color: green; }";
        page += ".reset { background-color: red; }";
        page += ".circle-button { width: 50px; height: 50px; border-radius: 50%; display: inline-block; margin-left: 10px; cursor: pointer; border: 2px solid black; }";
        page += ".circle-button.active { background-color: green; }";
        page += ".circle-button.inactive { background-color: gray; }";
        page += "input[type='number'] { font-size: 25px; padding: 10px; margin: 5px; width: 60px; }";
        page += ".divider { border-left: 2px solid black; height: 100%; margin: 0 20px; }";
        page += "</style></head><body>";
    }
};

```

```

page += "<h1>Ayarlar</h1>";
page += "<div class='row' style='font-weight: bold;'>";
page += "<span class='label'></span>";
page += "<span class='label'>Priz Açma Zamanı</span>";
page += "<span class='divider'></span>";
page += "<span class='label'>Priz Kapatma Zamanı</span>";
page += "</div>";
for (int i = 1; i <= 8; i++) {
    String relayLabel = "Priz " + String(i);
    page += "<div class='row'>";
    page += "<span class='label'>" + relayLabel + "</span>";
    page += "<input type='number' id='open_hour" + String(i) + "'
min='0' max='23' placeholder='HH'>";
    page += "<input type='number' id='open_minute" + String(i) + "'
min='0' max='59' placeholder='MM'>";
    page += "<span class='divider'></span>";
    page += "<input type='number' id='close_hour" + String(i) + "'
min='0' max='23' placeholder='HH'>";
    page += "<input type='number' id='close_minute" + String(i) + "'
min='0' max='59' placeholder='MM'>";
    page += "<div class='circle-button inactive' id='activate" +
String(i) + "' onclick='toggleActivation(" + String(i) + ")'></div>";
    page += "</div>";
}
page += "<div>";
page += "<button class='button save'
onclick='saveSettings()'>Kaydet</button>";
page += "<button class='button reset'
onclick='resetSettings()'>Sıfırla</button>";
page += "</div>";
page += "<div class='footer'>";
page += "<p>Bu Sistem</p>";
page += "<p>HALAH KHALEL FADHIL FADHIL</p>";
page += "<p>Tarafından Geliştirilmiştir.</p>";
page += "</div>";
page += "<script>";
page += "function toggleActivation(id) {";
page += "    var button = document.getElementById('activate' + id);";
page += "    if (button.classList.contains('inactive')) {";
page += "        button.classList.remove('inactive');";
page += "        button.classList.add('active');";
page += "    } else {";
page += "        button.classList.remove('active');";
page += "        button.classList.add('inactive');";
page += "    }";
page += "};";
page += "function saveSettings() {";
page += "    var xhr = new XMLHttpRequest();";
page += "    xhr.open('POST', '/saveSettings', true);";
page += "    xhr.onload = function() {";
page += "        if (xhr.status === 200) {";

```

```
page += "        alert(xhr.responseText);";
page += "    } else {";
page += "        alert('Ayarlar kaydedilemedi!');";
page += "    }";
page += "};";
page += "    xhr.send();";
page += "};";
page += "function resetSettings() {";
page += "    var xhr = new XMLHttpRequest();";
page += "    xhr.open('POST', '/resetSettings', true);";
page += "    xhr.onload = function() {";
page += "        if (xhr.status === 200) {";
page += "            alert(xhr.responseText);";
page += "        } else {";
page += "            alert('Ayarlar sıfırlanamadı!');";
page += "        }";
page += "    }";
page += "};";
page += "    xhr.send();";
page += "};";
page += "</script></body></html>";
_server.send(200, "text/html", page);
}
};
#endif
```



EK-10 Flutter 1

```

//
// Sign_up_View.swift
// smart_home
//
// Created by HALAH KHALEL FADHIL FADHIL on 05/08/2024.
//
import SwiftUI
func SignUp(){
    return
}
struct Sign_up_View: View {
    @State public var Email: String = ""
    @State public var password : String = ""
    var body: some View {
        VStack{
            Text("Sign up")
                .font(.system(size: 48, weight: .bold, design:
.rounded)).foregroundColor(Color.orange)
            Spacer()
            Image("gg")
                .resizable()
                .aspectRatio(contentMode: .fit)
                .frame(width: 180)
            Spacer()
            Text("Email")
                TextField(
                    "",
                    text: $Email
                )
                .padding()
                .frame(width: 300)
                .tint(Color.orange)
                .overlay(
                    RoundedRectangle(cornerRadius: 25).stroke(Color.orange ,lineWidth: 2))
            Text("Password")
                TextField(
                    "",
                    text: $password
                )
                .padding()
                .frame(width: 300)
                .tint(Color.orange)
                .overlay(
                    RoundedRectangle(cornerRadius: 25).stroke(Color.orange ,lineWidth: 2))
            ZStack{
                RoundedRectangle(cornerRadius: 25.0).frame(width: 325,height:
55).foregroundColor(.orange)
                Button("Sign up" , action: SignUp).padding().foregroundColor(.white)
            }.padding(.top);
        }
    }
}

```

```
        Spacer()
        Spacer()
        NavigationLink("Do you have an account ? ", destination:
login_view()).font(.system(size: 15)).foregroundStyle(Color.blue)
    }
}
}
#Preview {
    Sign_up_View()
}
```



EK-11 Flutter 2

```

//
// login_view.swift
// smart_home
//
// Created by HALAH KHALEL FADHIL FADHIL on 04/08/2024.
//
import SwiftUI
func LogIn(){
    return
}
struct login_view: View {
    @State public var Email: String = ""
    @State public var password : String = ""
    var body: some View {
        VStack{
            Text("Login")
                .font(.system(size: 48, weight: .bold, design:
.rounded)).foregroundColor(Color.blue)
            Spacer()
            Image("gg")
                .resizable()
                .aspectRatio(contentMode: .fit)
                .frame(width: 180)
            Spacer()
            Text("Email")
            TextField(
                "",
                text: $Email
            )
                .padding()
                .frame(width: 300)
                .tint(Color.blue)
                .overlay(
                    RoundedRectangle(cornerRadius: 25).stroke(Color.blue ,lineWidth: 2))
            Text("Password")
            TextField(
                "",
                text: $password
            )
                .padding()
                .frame(width: 300)
                .tint(Color.blue)
                .overlay(
                    RoundedRectangle(cornerRadius: 25).stroke(Color.blue ,lineWidth: 2))
            ZStack{
                RoundedRectangle(cornerRadius: 25.0).frame(width: 325,height:
55).foregroundColor(@START_MENU_TOKEN@/.blue/@END_MENU_TOKEN@/
)
                Button("Login" , action: LogIn).padding().foregroundColor(.white)
            }
        }
    }
}

```

```
        }.padding(.top);
        Spacer()
        Spacer()
        NavigationLink("Don't Have account? sign up", destination:
Sign_up_View()).font(.system(size: 15)).foregroundStyle(Color.orange)
    }
}
}
#Preview {
    login_view()
}
```



EK-12 Flutter 3

```

//
// ContentView.swift
// smart_home
//
// Created by HALAH KHALEL FADHIL FADHIL on 04/08/2024.
//struct ContentView: View {
import SwiftUI
import Charts
func tesst(){
    return print("realy 1")
}
struct ContentView: View {
    @State private var showingPopover = false
    @State var sw2 : Switch?
    @State var time2 = Date()
    let vin = 220.2
    var body: some View {
        NavigationStack {
            TabView {
                ScrollView{
                    Text("Smart Home by H.K").font(.system(size: 30, weight: .bold, design:
.rounded))
                    .italic().foregroundColor(Color.blue)
                    ForEach(Switches) { switche in
                        ZStack{
                            RoundedRectangle(cornerRadius: 8.0).frame(height:
80).padding(.init(top: 0, leading: 20, bottom: 0, trailing:
20)).foregroundColor(switche.state ? .blue : .red)
                            HStack(){
                                VStack(alignment : .leading){
                                    HStack{
                                        Image(systemName:
switche.icon).foregroundColor(.white).font(.title).padding(.init(top: 15, leading: 28,
bottom: 0, trailing: 0))
                                        VStack(alignment: .leading, content: {
Text(switche.name).foregroundColor(Color.white).font(.title).padding(.top)
                                    Spacer()
                                    Text(("whattge : ") + (String(format:"%.2f",vin *
switche.amps))+ " W").foregroundColor(Color.white).font(.system(size
:
14)).padding(.init(top: 0, leading: 3, bottom: 0, trailing: 0))
                                })
                            }
                            Spacer()
                        }
                    }
                    Spacer()
                    Button(">"){
                        sw2 = .init(name: switche.name, state: switche.state, icon:
switche.icon, amps: switche.amps, max_amps: switche.max_amps,id: switche.id)

```



```
        Switch(name: "light 3",state: true , icon: "lightbulb.fill" , amps: 0.3,max_amps:
1,id: 7),
        Switch(name: "Charger 2",state: true , icon: "poweroutlet.type.c.square.fill" ,
amps: 0.4,max_amps: 1,id: 8)
    ]
    #Preview {
        ContentView()
    }
```

