T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

IOT KULLANAN MOBİL ŞEBEKE İSTASYONU İÇİN ISI VE YANGIN ÖNLEMİ SİSTEMİNİN TASARLANMASI: BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Süleyman PİRİNÇÇİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Erhan AKKAYA

HAZİRAN 2022

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

IOT KULLANAN MOBİL ŞEBEKE İSTASYONU İÇİN ISI VE YANGIN ÖNLEMİ SİSTEMİNİN TASARLANMASI: BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Süleyman PİRİNÇÇİ
(36183619008)

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Erhan AKKAYA

HAZİRAN 2022

TEŞEKKÜR ve ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemeden beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Abdullah Erhan AKKAYA'ya,

Ayrıca tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmalarım süresincede benden her türlü desteklerini esirgemeyen aileme

teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “IoT Kullanan Mobil Şebeke İstasyonu İçin Isı ve Yangın Önlemi Sisteminin Tasarlanması: Bir ygulama Örneği” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Mehmet Süleyman PİRİNÇÇİ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ve ÖNSÖZ ..... **i**
ONUR SÖZÜ ..... **ii**
İÇİNDEKİLER ..... **iii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
SEMBOLLER VE KISALTMALAR ..... **vii**
ÖZET ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Motivasyon 1
1.2 Problem Durumu ve Çözüm Hedefleri 1
1.3 Tezin Yapısı ve Amaçları 2
2. NESNELERİN İNTERNETİ (IoT) TEKNOLOJİSİ **3**
2.1 Kapsam 3
2.1.1 "Nesneler" kavramı 5
2.2 Nesnelerin İnterneti İçin Ara Yazılım 6
2.2.1 Cihaza gömülü ara yazılım 7
2.3 Nesnelerin İnterneti Uygulama Örnekleri Kaynak Araştırması 7
2.4 Görevlendirme Şablonu: İş Atamaları 12
3. KAVRAMSAL ÇERÇEVE **13**
3.1 Genel Sistem Özellikleri 13
3.2 Sistem Mimarisi 16
3.2.1 Kullanılabilirlik (Availability) 18
3.2.2 Güvenilirlik (Reliability) 18
3.2.3 Taşınabilirlik (Mobility) 18
3.2.4 Ölçeklenebilirlik (Scalability) 18
3.2.5 Heterojenlik (Heterogeneity) 19
3.2.6 Birlikte çalışabilirlik (Interoperability) 19
3.2.7 Güvenlik/gizlilik (Security/Privacy) 19
3.2.8 Performans (Performance) 19
3.3 Termal Durumunun İzlenmesi 21
3.3.1 Termal akımı 21
3.3.2 Termal durumu 22
4. YÖNTEM VE MATERYAL **23**
4.1 Ağ Topolojisi 23
4.2 Sistem Açıklaması 25
4.2.1 Proje materyalleri 25
4.2.2 Devre bağlantı elemanları 27
4.2.2.1 DHT11 Arduino devre bağlantısı 27
4.2.2.2 Arduino devre bağlantısı 28
4.2.2.3 Atmega pin özellikleri 30
4.2.2.3.1 Özel pin özellikleri 31
4.2.3 Haberleşme bağlantıları 31
4.2.3.1 Arduino / genuino uno bağlantıları 31
4.3.2.2 Haberleşme için komut/kontroller 32
4.3.2.3 Twilio platformunun bağlantılarının sağlanması 35

4.3.2.4 Twilio hesabı oluşturma 36
4.3.2.5 PyCharm ve Python 37
4.4 Uygulamanın Test Edilmesi 38
5. BULGULAR 41
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 44
KAYNAKLAR 46
ÖZGEÇMİŞ 49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1: Nesnelerin İnterneti Uygulamalarından Kaynaklanan Problemler..... 11

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: 2020 Yılındaki Nesnelerin İnterneti Projelerinin Sektörel Dağılımı 8
Şekil 3.1: Nesnelerin interneti 15
Şekil 3.2: Nesnelerin İnterneti'nin Temel Mimari Yapısı 17
Şekil 3.3: Nesnelerin İnterneti Şeması 20
Şekil 3.4: Nesnelerin İnterneti Mimari Çeşitleri 21
Şekil 4.1: Termal İzleme İçin Önerilen Sistem Modeli 25
Şekil 4.2: Sistem Elemanlarının Görüntüsü (Donanımsal kısım) 26
Şekil 4.3: Projede Kullanılan Yazılım Platformları 27
Şekil 4.4: DHT11 Kartının Devre Bağlantısı Görseli 28
Şekil 4.5: DHT11 ve Aurdino Pin Girişleri Akış Şeması 28
Şekil 4.6: Arduino Atmega328p Mikrodenetleyeci Çip 29
Şekil 4.7: Arduino IDE 1.8.19 Serial Monitor 32
Şekil 4.8: Arduino IP Tabanlı Web Server Kodu 34
Şekil 4.9: Web Server (Ekran Çıktısı) 35
Şekil 4.10: Twilio Platformu Hesap Oluşturma Ekran Girişi 36
Şekil 4.11: Twilio Platformu Hesap Tanımlama 37
Şekil 4.12: Python Yazılım Kodları 38
Şekil 4.13: Ericsson 20P Magazin (Switch Bağlantısı) 39
Şekil 4.14: Nokia 7705 SR (Router Bağlantısı) 39
Şekil 4.15: PING Testi (Ekran Çıktısı) 40
Şekil 4.16: Uygulama Test Sonuçları 40
Şekil 5.1: Ani Sıcaklık Değişimi Bildirimi 43

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

RFID : Radyo Frekansı Tanımlama (Radio-Frequency Identification)

WIFI : Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity)

LAN : Yerel Ağ Bağlantısı (Local Area Network)

IoT : Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)

SOA : Servis Odaklı Mimari (Service Oriented Architecture)

GSM : Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications)

GPRS : Genel Paket Radyo Sistemi (General Packet Radio Service)

IP : İnternet Protokol (Internet Protocol)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

IOT KULLANAN MOBİL ŞEBEKE İSTASYONU İÇİN ISI VE YANGIN ÖNLEMİ SİSTEMİNİN TASARLANMASI: BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

MEHMET SÜLEYMAN PİRİNÇÇİ

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

49+IX sayfa

2022

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Erhan AKKAYA

Mobil iletişimin artmasıyla birlikte farklı coğrafi konumlarda baz istasyonuna olan ihtiyaç da artmaktadır. İletişimin sürekliliği açısından baz istasyonları her an çalışır halde olması önemli görülmektedir. Bu bağlamda 7/24 servis ağının devamlı çalışır halde tutmak modern insanın vazgeçilmezi arasında yer almaktadır.

Baz istasyonlarının fiziksel olarak, aktif durumda kalmasını ve iletişimin sürekliliğini sağlamak, saha personelinin görevidir. Saha personeli açısından farklı coğrafi konumlarda olan baz istasyonlarını sürekli gezerek, herhangi bir teknik arızanın olup olmadığını kontrol etmek oldukça maliyetli ve yorucu bir iştir. Ayrıca aylık peryodik bakımlar yapılmaktadır. Buna rağmen, baz istasyonlarında meydana gelebilecek sıcaklık artışı, nem artışı, elektik kesintisi, yangın gibi durumlarda, iletişim kesintisi olduktan sonra saha personeli arızaya müdahale ederek istasyonu çalışır hale getirmektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmada bir baz istasyonunun Arduino tabanlı sıcaklık takibi ve yangın kontrolü gerçekleştirilerek baz istasyonundan gelen yüksek sıcaklık alarmını, saha personeline anlık mesaj olarak ileten erken uyarı sistemi oluşturulmuştur.

Bu çalışmada önerilen sistemde saha personeli fiziksel olarak baz istasyonu konumuna gitmeden uzaktaki istasyonlara erişebilmekte ve arızalar, oluşturulan bir alarmla otomatik olarak saha personeline iletilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: GSM Baz İstasyonu, IoT Uygulamaları, Sistem Tasarımı, Akıllı Şebeke Sistemi, Yangın Önleme

ABSTRACT

Master Thesis

DESIGNING A HEAT AND FIRE PRECAUTION SYSTEM FOR A MOBILE NETWORK STATION USING IOT: AN APPLICATION EXAMPLE

Mehmet Süleyman PİRİNÇÇİ

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

49+IX pages

2022

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Erhan AKKAYA

With the increase in mobile communication, the need for base stations in different geographical locations is also increasing. In terms of continuity of communication, it is considered important that the base stations are operational at all times. In this context, keeping the 24/7 service network running continuously is among the indispensables of modern people.

It is the duty of the field personnel to keep the base stations physically active and to ensure the continuity of communication. In terms of field personnel, it is a very costly and tiring task to check whether there are any technical malfunctions by constantly visiting the base stations in different geographical locations. In addition, monthly periodic maintenance is carried out. However, in cases such as temperature increase, humidity increase, power failure, fire that may occur in the base stations, after the communication interruption, the field personnel intervenes in the malfunction and makes the station operational.

In line with this information, in this study, an early warning system was created that transmits the high temperature alarm from the base station as an instant message to the field personnel by performing Arduino-based temperature monitoring and fire control of a base station.

In the system proposed in this study, field personnel can access remote stations without physically going to the base station location, and faults are automatically transmitted to field personnel with an alarm.

Keywords: GSM Base Station, IoT Applications, System Design, Smart Grid System, Fire Prevention.

1. GİRİŞ

1.1 Motivasyon

İletişim, çağın gerekliliği olarak gündemden düşmeyen bir ihtiyaçtır. Birçoğumuz için özellikle son birkaç yılda sosyal ihtiyaçtan, beslenme ihtiyacına, alıverişten, haber takip etmeye dek birçok kullanım alanı sunmasıyla cep telefonları bir iletişim cihazından daha fazla anlam taşımaktadır.

İnsanlık ilk çağlardan bu yana haberleşme ihtiyacını birçok farklı yolla gidermeye çalışmış, dumanla haberleşmeden, güvercin beslemeye, akarsuya cam şişeler içerisinde mektup atmadan, binlerce kilometre yolculuk yapan ulaklara, telgraf, telefon ve son olarak iletişimde bir çığır açtığı kabul gören internet ağlarına dek uzun bir serüvenden geçmiştir.

İçinde bulunduğumuz çağda hızla şekillenen iletişim dünyası, insanın da hızlı aksiyon planları oluşturmasını desteklemektedir. Bu çağ hız çağı olarak adlandırılmakta ve bir saatlik iletişimin engellenmesi modern insanın kazanç kaybına yol açabilmektedir. Kazancı yansıtan iş temeli haricinde, sosyal bir canlı olan insanın bir saatlik mahrumiyeti dahi, hizmet aldığı iletişim firmasını eleştirmesine yol açabilmektedir.

Bu tez çalışmasında temel motivasyon, GSM hizmetinin ana öğesi olan baz istasyonlarında sistem şebekesinde yaşanması muhtemel şebeke arızalarının önüne geçmek ve büyük miktarda elektrik enerjisi tüketen baz istasyonlarında, bu enerji tüketimine bağlı olan ani ısı yükselmesi takibi yapılarak, yangın ve/veya patlama gibi kazaların önlenmesini sağlamaktır.

1.2 Problem Durumu ve Çözüm Hedefleri

Baz istasyonunda yüksek sıcaklık veya yangın nedeniyle kesinti yaşanmasının önüne geçilebilmesi noktasında bir aksiyon alınması ihtiyacı hasıl olduğu görülmüştür.

- Baz istasyonlarında oluşabilecek arızaların önüne geçilerek hizmete devam etmeleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır.
- Baz istasyonlarında oluşan arızalar, özellikle sosyal medya üzerinden yüksek ölçüde müşteri şikayetlerine sebep olmaktadır.

- Müşteri şikayetlerine sebebiyet verilmemesi açısından güncelleme ve iyileştirme çalışmaları dahi, operatörler tarafından abonenin hissetmeyeceği gece saatlerinde yapılmaktadır.
- İncelenen çalışmalar sonucunda, sahada sıcaklık ve bunun doğal sonucu olan yangın kaynaklı iletişim kesintilerinin önüne geçmek adına bir alarm sistemi oluşturulmuştur. Oluşturulan sistemde yüksek sıcaklığın algılanması durumunda oluşturulan alarm, saha personeline anlık mesaj olarak iletilmiştir.

Yüksek sıcaklık veya yangın alarmı oluştuğunda alarm bilgisinin, GSM modülüne ihtiyaç duymadan, Twilio uygulaması üzerinden WhatsApp bildirimleri şeklinde saha personeline gönderilmesi sağlanmıştır.

1.3 Tezin Yapısı ve Amaçları

Bu çalışmada öncelikle Nesnelerin İnterneti sistemi, sistem mimarisi, etkin kullanım alanları hakkında teorik bilgilerden oluşan kavram çerçeve ele alınmış ve temel kavramların açıklanması sağlanmıştır. Ardından sistem genel yapısı ve bu çalışma ile ilişkilendirilen mimari yapıya yer verilmiştir. Üçüncü bölümde kavramsal çerveveye yer verilerek, son olarak önerilen model kısmında Nesnelerin İnterneti sistemi kullanılarak bir akıllı şebeke uygulaması geliştirilmiş ve önerilen model olarak işlenmiştir. Bu kısım çalışmanın dördüncü bölümünde yer almakta olup, proje kapsamında kullanılan tüm donanımsal ve yazılımsal sistemlere ve sistem bileşenlerinin tanıtımına, işe yararlığına, projede kullanılan hali ile detaylıca açıklanmıştır. Son olarak proje çıktıları bulgular bölümünde ele alınmış olup, sonuç kısmında sistemin kullanılacağı alanlar ve gelecek çalışmalar için bir öneri çerçevesi sunulmuştur.

2. NESNELERİN İNTERNETİ (IoT) TEKNOLOJİSİ

2.1 Kapsam

Geçtiğimiz on yılda Nesnelerin İnterneti (IoT) kapsamında geliştirilen birçok uygulama günlük hayatta kullanılmaktadır. Bununla birlikte sensör ve iletişim teknolojileri alanlarında meydana gelen gelişmelerin de bu sürece katkıda bulunduğu ifade edilmektedir. Global olarak cihaz ve bağlantı olarak nitelendirilebilen nesnelerin sayısı insanların sayısını aşmıştır. Bu durum da kişi ve hane başına düşen ortalama bağlantı ve cihaz sayısının artmasına neden olmuştur. Her geçen yıl farklı biçimlerde yeni cihazlar ortaya çıkmakta ve insanlar tarafından kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu cihazların sahip olduğu yetenek ve zekanın da arttığı belirtilmektedir. Cihaz ve bağlantı sayısının artmasında şu hususların önem arz ettiği ifade edilmektedir (Gökrem ve Bozuklu, 2016):

- Akıllı sayaçlar
- Sağlık bakımı izleme
- Taşıma
- Paketleme

Bu kapsamda nesnelerin interneti kavramına ilişkin literatürde yapılan tanımlar şu şekilde sıralanabilir:

- Birçok haberleşme protokolü kullanılarak birbirine bağlanmış ve bu şekilde aralarında bilgi paylaşımı gerçekleştiren cihazlar sistemi nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Yetimler, 2017).
- Programlama ve algılama yeteneklerine sahip olan nesnelerin birbirine bağlanmasını sağlayan ağ, nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Minerva vd., 2015).
- Birbiri ile entegre halde olan çeşitli teknolojilerin toplumsal yaşam içerisinde kullanıldığı uygulama alanı nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Büyüktanır ve Özer, 2017).

- Bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak bir yerleşim yerine ilişkin altyapı, sağlık, ulaşım, eğitim ve güvenlik gibi hizmetlerin daha etkili bir biçimde sunulmasını sağlayan sistem nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Bélissent, 2010).
- Farklı iletişim protokolleri kullanılarak birbiri ile etkileşim halinde olan ve veri üreten akıllı cihazlardan meydana gelen pazar ve topluluk nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Erdem, 2015).

1992 yılında Cambridge Üniversitesi'nde görev yapan akademisyenlerden Quentin Stafford-Fraser ve Paul Jardetzky, üniversitede bulunan bir kahve makinesinin takip edilmesi için xcoffee adında bir sistem kurmuşlardır. Bu sistem dakikada üç kez kahve makinesinin görselini yakalamış ve bilgisayara aktarmıştır. Bu sistem ile kahve makinesinde bulunan kahve miktarının takip edilmesi amaçlanmıştır. Her ne kadar bu sistem ilk bakışta basit gibi görünse de nesnelerin birbirine bağlanabileceğini ortaya koyması bakımından büyük önem arz etmektedir (Presser, 2016).

Procter & Gamble şirketi için 1999 yılında Kevin Ashton tarafından hazırlanan bir sunumda ilk kez nesnelerin interneti kavramını ortaya koyulmuştur. Radyo frekansı tanımlama (RFID) teknolojisinin, şirkete ne ölçüde katkılarda bulunacağı sunumun asıl konusudur. Ancak sunum sırasında nesnelerin interneti kavramı ortaya atılmış ve bu durum da birçok gelişmeyi beraberinde getirmiştir.

Nesnelerin interneti kavramına ait bazı hususlar, 2005 yılında yayımlanan ITU (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği) raporunda bulunmaktadır (EU-IoT, 2009):

- Nesnelerin internetine ilişkin temel kavramlar
- RFID uygulamaları
- Sensör teknolojileri
- Sektördeki fırsatlar
- Güvenlik
- Gizlilik

2009 yılında Avrupa Birliği Komisyonu "Nesnelerin İnterneti – Avrupa için Eylem Planı" başlıklı bir rapor yayımlamıştır (EU-IoT, 2009). 2013 yılında da buna benzer bir rapor yayımlanmıştır. Söz konusu raporda nesnelerin interneti teknolojilerinin şu alanlarda insanların yaşamını kolaylaştırıcı etkide bulunacağı ifade edilmiştir (EC, 2013):

- Sağlık

- Sosyal yaşam
- Ulaşım
- Çevre
- Enerji

İnternet ortamında internete bağlı olan cihaz sayısının ve bununla birlikte de internet trafiğinin arttığı bilinmektedir. Cisco tarafından yayımlanan raporda 2017 yılında internet trafiğinin 100 EB (eksabayt) ve 2020 yılında ise 212 EB olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte söz konusu raporda 2022 yılındaki internet trafiğinin 333 EB olacağı öngörülmüştür. Ayrıca 2023 yılında nesnelerin interneti uygulamaları kapsamında kullanılan cihazların tüm cihazların yarısını oluşturacağı ifade edilmiştir (Cisco, 2018).

2.1.1 "Nesneler" kavramı

Nesnelerin interneti kapsamında ‘nesne’ kavramının oldukça geniş bir anlama sahip olduğu ifade edilmektedir.

Bu kapsamda nesne olarak nitelendirilenlerden bazıları şu şekilde sıralanabilir (Oral ve Çakır, 2017):

- İzleme cihazları
- Sensörler
- Biyoçipler
- Erişim düzenekleri

Bir cihazın akıllı ve nesne olarak kabul edilebilmesi için şu şartların mevcut olması gerekmektedir:

- Tekil bir isminin olması
- Bağlanabilir nitelikte olması
- Bir sensöre sahip olması

Bu şekilde söz konusu akıllı nesne tüm dünyadan erişilebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Günümüzde IP adreslerinin sınırlı olmasından dolayı nesnelerin tekil bir isminin olması imkân dahilinde değildir. Ancak bu sorunu ortadan kaldırmak için IPv6

tasarlanmıştır. IPv6'nın kullanılması ile birlikte nesnelerin gerçek anlamda benzersiz olabileceği ifade edilmektedir (Oral ve Çakır, 2017).

2.2 Nesnelerin İnterneti İçin Ara Yazılım

Ara yazılım katmanı (middleware layer), yazılımsal bir katman niteliğindedir. Bu katman şu işlevlere sahiptir (Çavdar ve Öztürk, 2018):

- Uygulamalar ve teknoloji arasındaki iletimin gerçekleştirilmesi
- Teknolojik altyapı farklılıklarının ortadan kaldırılması
- Alt katmanlardan aktarılan verilerin anlamlı hale getirilmesi
- Sisteme yeni eklenen nesnelerin entegrasyonu ve çalışmasının kolaylaştırılması

Bu katmanın günümüzde oldukça önemli olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca bu katman SOA (servis odaklı mimari) ilkeleriyle de uyum içerisindedir.

Ara yazılım tabanlı modelde nesnelerin internetinin üçlü katmanlı yapısına geçit katmanı (gateway layer) ve ara yazılım katmanı (middleware layer) eklenmiştir (Atzori vd., 2010). Bu modelde algı katmanı aynı zamanda kenar katmanı olarak da nitelendirilebilmektedir. Bu katman veri toplamı işlemi için tanım sağlamaktadır. Algı katmanı ve uygulama katmanını birbirine bağlamak için ara yazılım tabanlı modelin yapısına geçit katmanı da eklenmiştir. Bu katman nesneler arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Ara yazılım tabanlı yapıya eklenen bir diğer katman ise ara yazılım katmanıdır. Bu katman çoğunlukla donanım ve uygulama arasında daha esnek bir iş birliğini tesis etmek için kullanılmaktadır (Bandyopadhyay, 2011). Bununla birlikte uygulama katmanının, ara yazılım tabanlı yapının üst katmanı olduğu ifade edilmektedir. Bu katman üçlü katman yapısında yer alan uygulama katmanı ile hem işlev hem de tanım olarak benzerlik göstermektedir.

Ara yazılım katmanının hizmetler ve talepleri eşleştirdiği de belirtilmektedir. Alınan veriler bu katmanda işlenmekte ve kararlar alınmaktadır. Hizmetler buna göre verilmektedir. Bununla birlikte bu katman, nesnelerin interneti uygulamaları tarafından kullanılarak heterojen bir yapıya sahip olan nesnelerle birlikte de çalışabilmektedir (Önal, 2019).

2.2.1 Cihaza gömülü ara yazılım

Gömülü sistemlerin akıllı sistemler olduğu belirtilmektedir. Bu şekilde nesneler gömülü zekâ ile akıllı nesne haline gelmektedir. Ayrıca bu durum belirlenmiş eylemlerin nesneler tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bu konuya ilişkin örnek olarak çamaşır makineleri verilebilir. Çamaşır makineleri, insanların herhangi bir müdahalesine ihtiyaç duymadan otomatik olarak çamaşırları yıkamakta ve kurutmaktadır. Bununla birlikte nanoteknoloji ile beraber gömülü sistemler oldukça dar alanlara yerleştirilebilmektedir. Bu şekilde nesnelerin büyük bir çoğunluğunun akıllı cihaz haline gelmesi mümkün olmuştur. Bunlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir (Alsabak, 2021):

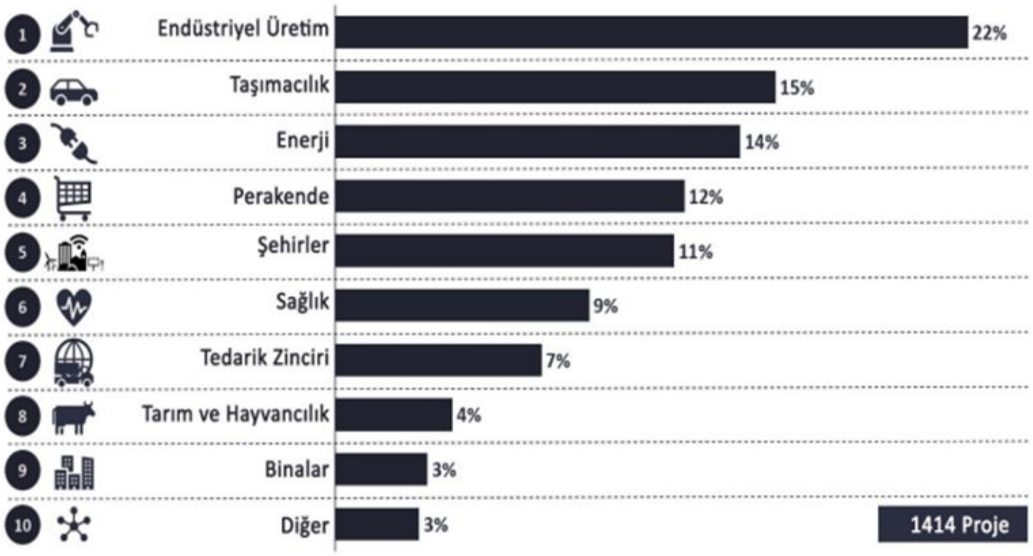
- Akıllı telefonlar
- Akıllı saatler
- Akıllı gözlükler

Bununla birlikte bu cihazlar bilgi işleyebilmekte ve bağımsız bir şekilde kararlar alabilmektedir. Ayrıca LAN, GPRS, Wifi ve GSM aracılığıyla da birbirleri ile iletişim kurabildikleri ifade edilmektedir (Jain vd., 2012).

2.3 Nesnelerin İnterneti Uygulama Örnekleri Kaynak Araştırması

Hayatın tüm alanlarında nesnelerin interneti uygulamaları görülmektedir. 2020 yılında pazarda yer alan 1414 nesnelerin interneti projesinin sektörlere göre dağılımı Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Endüstriyel üretim, enerji, perakende, şehir uygulamaları ve taşımacılığın yeni ürünlerin büyük üretime ilişkin olarak da nesnelerin interneti uygulamaları ile birlikte önemli bir dönüşüm gerçekleştiği ifade edilmektedir. Bu konuya ilişkin olarak Microsoft yöneticilerinden biri olan Satya Nadella şunları söylemiştir (Forbes, 2018): "*Endüstriyel nesnelerin interneti uygulamaları, üretim kurallarını dönüştürüyor, bulut ve diğer yenilikleri besliyor, dijital fabrikaların gelişimini hızlandırıyor ve operasyonel performansı artırıyor*."

Nesnelerin İnterneti teknolojilerinin de Endüstriyel Üretimin bir parçasını oluşturduğu görülmektedir (Scully, 2020).



Şekil 2.1: 2020 Yılındaki Nesnelerin İnterneti Projelerinin Sektörel Dağılımı (Scully, 2020)

Taşımacılık sektörü hakkında bir değerlendirme yapıldığında nesnelerin interneti teknolojilerine sahip otonom araçların ön plana çıktığı görülmektedir. Bununla birlikte bu konuya ilişkin tipik uygulamalardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Akü izleme
- Lastik basıncı izleme
- Filo yönetimi

Taşımacılık sektörünün geleceği açısından nesnelerin interneti teknolojilerinin ne kadar önemli olduğu Volvo yöneticilerinden biri olan Martin Lundstedt'in şu sözlerinden de anlaşılabilmektedir (TU Automotive, 2019):

"*Nesnelerin interneti uygulamaları ile sunulan bağlantılı çözümler sürücüler, operatörler ve diğer kullanıcılar için daha iyi güvenlik ve daha az karbondioksit emisyonu getiriyor. Volvo'daki ilk milyon bağlantılı varlık sadece başlangıç, bu alanda lider olmaya kararlıyız.*"

Enerji alanındaki projelerde ise şu hususlara ilişkin olarak nesnelerin interneti teknolojileri kullanılmaktadır:

- Bakım tahmini
- Uzaktan varlık izleme ve yönetimi

- Akıllı enerji dağıtımı
- Şebeke optimizasyonu

Perakendecilik sektöründeki nesnelerin interneti uygulamaları ise şu şekilde sıralanabilir (Diginomica, 2018):

- Mağaza içinde yer alan dijital tabelalar
- Müşteri takibi
- Müşteri geri bildirimi
- Ürün izleme
- Envanter yönetimi
- Akıllı otomatlar
- Akıllı raflar
- Kasiyersiz marketler

Akıllı şehirler milyonlarca insanın yaşamı üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Bu nedenle de nesnelerin interneti uygulamaları içinde en çok dikkat çekenler de bu alana ilişkin olanlardır. Nesnelerin interneti uygulamalarının akıllı şehirler kapsamında kullanıldığı durumlar şu şekilde sıralanabilir (Bris vd., 2019):

- Kamu güvenliği sistemleri
- Akıllı park
- Hava kirliliği takip sistemleri
- Akıllı atık toplama sistemleri
- Trafik yönetimi
- Akıllı aydınlatma

Nesnelerin interneti uygulamalarının sağlık alanında da son yıllarda yaygınlaşmaya başladığı ifade edilmektedir. Nesnelerin interneti uygulamalarının sağlık alanında kullanıldığı durumlar ise şu şekilde sıralanabilir:

- Uzaktan sağlık takibi
- Dijital teşhis

- Uzaktan izleme
- Robot yardımı

Yukarıda sıralananlarla birlikte spor ve kişisel bakım gibi alanlarda da nesnelerin interneti uygulamalarının kullanıldığı görülmektedir. Bu alandaki ürünlerde nesnelerin interneti uygulamalarının kullanılması ile yaşam kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Bununla birlikte COVID-19 pandemisi ile beraber nesnelerin interneti uygulamaları ile salgın sürecinin takip edilmesi de mümkün olmuştur (World Medical Innovation Forum, 2020).

Tedarik zincirlerinde karmaşıklıkların ortadan kaldırılması için dijital çözümler kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti uygulamalarının ilk örnekleri olan RFID gibi sistemler ile ürün takibi yapılmaya başlanmasından sonra tedarik zinciri ve lojistik sektöründe nesnelerin interneti uygulamalarının yaygın bir biçimde kullanıldığı görülmektedir. Bu alanda nesnelerin interneti uygulamalarının kullanıldığı hususlar şu şekilde sıralanabilir (Bris vd., 2019):

- Varlık izleme
- Soğuk zincir takibi
- Durum izleme
- Envanter ve depo yönetimi
- Otonom araçlar

Dünya genelindeki nüfusun hızlı bir biçimde artması ile birlikte gıdaya duyulan ihtiyaç da artmıştır. Bu durum da akıllı tarım teknolojilerinin öneminin artmasına neden olmuştur. Nesnelerin interneti uygulamaları ile birlikte gübre ve böcek ilacı kullanımı azaltılmış ve çiftçilerin daha yerinde kararlar alması sağlanmıştır. Bu durum hayvancılık alanında da söz konusu olabilmektedir. Nesnelerin interneti uygulamalarının akıllı tarım teknolojileri kapsamında kullanıldığı alanlar şu şekilde sıralanabilir (I-CIO, 2018):

- Tarım ve hayvancılık izleme
- Sulama yönetimi
- Akıllı haritalama
- Akıllı ilaçlama sistemleri

- İnsansız hava araçları kullanımı

Nesnelerin interneti uygulamaları yoğun bir biçimde akıllı binalar ve ev otomasyonlarında kullanılmaktadır. Bu kapsamda kullanılan nesnelerin interneti uygulamaları şu şekilde sıralanabilir (I-CIO, 2018):

- Akıllı aydınlatmalar
- Asansör takibi
- Akıllı yangın söndürücüler
- Bina güvenliği
- Bina izleme sistemleri

Nesnelerin interneti uygulamalarının birçok probleme de sebep olduğu ifade edilmektedir. Bu problemler Çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1: Nesnelerin İnterneti Uygulamalarından Kaynaklanan Problemler (Kim & Solomon, 2016)

Güvenlik problemleri	Nesnelerin interneti uygulamalarının yaygınlık kazanması ile birlikte bilgisayar korsanları ve kötü niyetli insanların bu verilere erişme ve çalma isteğinin artmasına yol açmıştır. Bu sebeple nesnelerin interneti teknolojilerinin güvenlik problemini çözmeleri gerektiği ifade edilmektedir.
Gizlilik problemleri	Nesnelerin interneti uygulamalarının kişilerin yaşamlarını daha kolay hale getirmek için bilgi topladığı ve işlediği bilinmektedir. Toplanan ve işlenen verilerin büyük bir kısmı kişisel veri olduğu için gizliliğe ilişkin problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin ortadan kaldırılması için özenli bir şekilde hareket edilmesi gerekmektedir.
Birlikte çalışabilirliğe ilişkin problemler	Nesnelerin interneti uygulamalarında düşük işlem kapasitesine sahip olan nesnelerin daha etkili bir biçimde iletişim kurabilmesi ve veri aktarımının da daha etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için standart olmaya birçok protokol geliştirilmiştir. Bu çeşitliliğin çalışabilirliğe ilişkin problemlere yol açtığı ifade edilmektedir.
Yasal Sorunlar	Nesnelerin interneti uygulamalarının elde ettiği verilerin saklanmasına ilişkin problemlerin çözümü noktasında yasal mevzuatlar önem arz etmektedir. Bu konuya ilişkin olarak ülkeler tarafından yapılan yasal düzenlemelerin global çapta yetersiz kaldığı ifade edilmektedir.
Ekonomik kalkınmaya ilişkin problemler	Nesnelerin interneti uygulamaları ve bununla birlikte geliştirilen teknolojiler ekonomik üzerinde önemli değişikliklere sebep olmaktadır. İnsansız ulaşım araçları ve insansız fabrikaların kalkınmaya ilişkin önemli problemlere yol açabileceği ifade edilmektedir. İnsan gücüne olan talebin azalması ile birlikte işsizliğin artacağı öngörülmektedir. Gelişmiş ülkelerin bu sorunlarla mücadele etme noktasında daha avantajlı olduğu ancak gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelerin önemli krizlerle karşı karşıya kalacağı ifade edilmektedir.

2.4 Görevlendirme Şablonu: İş Atamaları

Nesnelerin interneti, iş atamaları ile sensörleri eşleştirmektedir. Bu durum şu alanlardaki görevlerin azalmasını sağlamaktadır:

- İstihbarat
- Gözetleme
- Keşif

Bu şekilde hem sensörlerin hem de sensör platformlarının, görev senaryolarını gerçekleştirmek için aşırı ekipmana sahip olması gerekmemektedir. Çünkü birbiri arasında koordinasyon olan çok sayıda cihazın bulunması durumsal farkındalığın artmasını sağlamaktadır.

3. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

3.1 Genel Sistem Özellikleri

Bilginin elde edilmesi, bilginin işlenmesi ve iletişim için nesnelerin interneti uygulamaları kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti kavramına ilişkin literatürde yapılan tanımlar incelendiğinde bu kavramın temelindeki düşüncenin ne olduğu ve bu kavramın hangi alanlarda uygulanabileceğinin tam olarak anlaşılmadığı görülmektedir. Kavramı meydana getiren 'internet' ve 'nesne' kelimeleri bu kavramın anlaşılmasını güçleştirmektedir. Bununla birlikte bu kavrama ilişkin yapılan tanımların farklılık göstermesinin sebebi ise pay sahipleri, ticari kuruluşlar ve araştırma kuruluşlarının her birinin kendilerine göre bir tanım yapması olduğu ifade edilmektedir (Atzori vd., 2010). Nesnelerin interneti kavramı çok yönlü bir kavram niteliğindedir. Bu durum da bu kavrama ilişkin yapılan tanımların internet, anlam ve nesne odaklı yapılmasına sebep olmaktadır (Aggarwal vd., 2013). Bu tanımlardan bazıları ise şu şekilde sıralanabilir:

- Birbiriyle etkileşim içerisinde olan, standart iletişim protokollerine dayalı olan evrensel nesneler ağı, nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Atzori vd., 2010).
- Bilgi elde etmek amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı olarak geliştirilen ve birbirine bağlı nesnelerin gelişmiş hizmetler sunduğu evrensel altyapı nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Alam vd., 2016).
- Bilgi ve kaynak aktaran, çevre şartlarına uyum gösteren ve kendiliğinden organize olabilme kabiliyetlerine sahip olan akıllı nesneler ağı nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır (Madakam vd., 2015). Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

RFID etiketlerinin nesnelerin interneti için temel bir teknoloji olduğu ifade edilmektedir. Bununla birlikte günlük yaşam içerisinde yer alan tüm nesnelerin radyo etiketleri ile donatılmış olması halinde bu nesnelerin bilgisayarlar tarafından keşfedilebileceği belirtilmektedir (Magrassi vd., 2001). Nesnelerin interneti kavramının yapısında RFID özelliğine sahip bilgisayarlar, fiziksel cihazlar ve mobil cihazlar

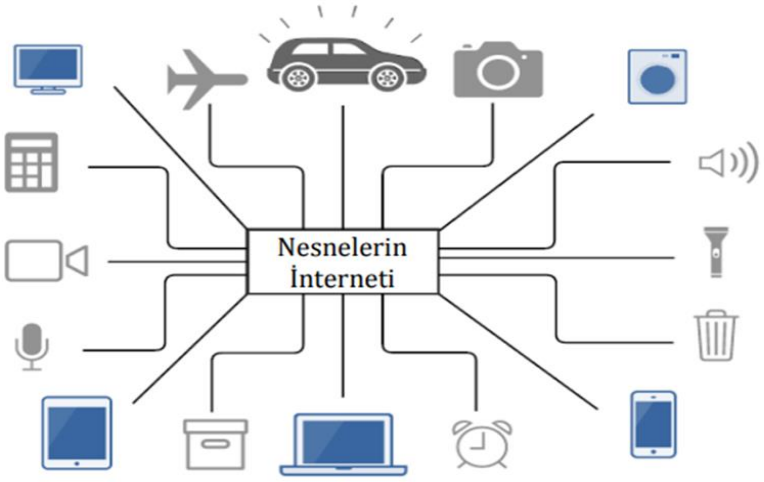
bulunmaktadır. Bununla birlikte karmaşık bir görevin yerine getirilmesi için söz konusu görev birçok basit alt görevlere bölünmektedir. Bu alt görevlerden her biri nesnelerin internetinin bir nesnesine atanmaktadır. Bu şekilde tüm sistemin performansında artış görülmektedir (Liv d., 2013). Birbiri ile etkileşim içerisinde olan çok sayıda nesne nesnelerin internetinde yer almaktadır. Ayrıca gerektiği gibi etiketlenmiş olan nesneler, aynı şekilde etiketlenmiş başka nesneler ile internet ya da başka bir protokol aracılığıyla iletişime geçebilmektedir. Bu şekilde iş ortaklığı mümkün olmakta ve ortak bir hedef gerçekleştirilebilmektedir. Söz konusu nesneler şu şekilde sıralanabilir (Giusto vd., 2010):

- RFID etiketleri
- Algılayıcı düğümler
- Harekete geçiriciler
- Cep telefonları

Kavramsal bakış açısı ile bir değerlendirme yapıldığında, nesnelerin internetinde akıllı nesnelerin üç özelliğe sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Her nesnenin kendisini tanımlaması gerekmektedir.
- Nesnelerin iletişim kurabilmesi gerekmektedir.
- Nesnelerin etkileşimde bulunması gerekmektedir.

Sistem düzeyinde bakış açısı ile bir değerlendirme yapıldığında ise bilgi üretimi ve tüketimi gerçekleştiren birden çok akıllı nesneden meydana gelen bir ağ üzerine kurulan sistemin nesnelerin interneti olarak adlandırıldığı ifade edilmektedir. Nesnelerin internetinde fiziksel olayların yakalanması ve bu olayların anlamsal bilgilere dönüştürülmesi için fiziksel olayları ve algılayıcı cihazları tetikleme görevini üstlenen çalıştırıcıların bulunması gerekmektedir (Miorandi vd., 2012).



Şekil 3.1: Nesnelerin interneti (Li vd., 2013)

Dünya üzerindeki nesnelerin verilerinin tıpkı insanların bilgilerini paylaşmaları gibi paylaşabilmesi için nesnelerin interneti kavramı ortaya çıkmıştır. Ancak bunun mümkün olabilmesi için bazı bileşenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Miorandi vd., 2012):

- RFID etiketleri
- Kablosuz bağlantı alanı

RFID Etiketleri

Nesnelerin tanımlanması için kullanılan kablosuz teknoloji RFID olarak adlandırılmaktadır (Shen ve Liu, 2011). RFID, normal barkod okuyuculara göre çok daha fazla işleve sahiptir. Bu işlevlerden bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Maliyetin düşük olması
- Nesnelerin konumunun izlenebilmesi
- Nesnelerin durumunun izlenebilmesi
- Uzaktan okumanın mümkün olması

Bununla birlikte RFID etiketlerinin nesnelerin tanımlanması ve bu şekilde internete erişebilmesi için de önem arz ettiği ifade edilmektedir. Nesnelerin tanımlanması ve tanımlanan bilgilerin RFID okuyucuna iletilmesi için radyo dalgaları kullanılmaktadır (Tan ve Wang, 2010).

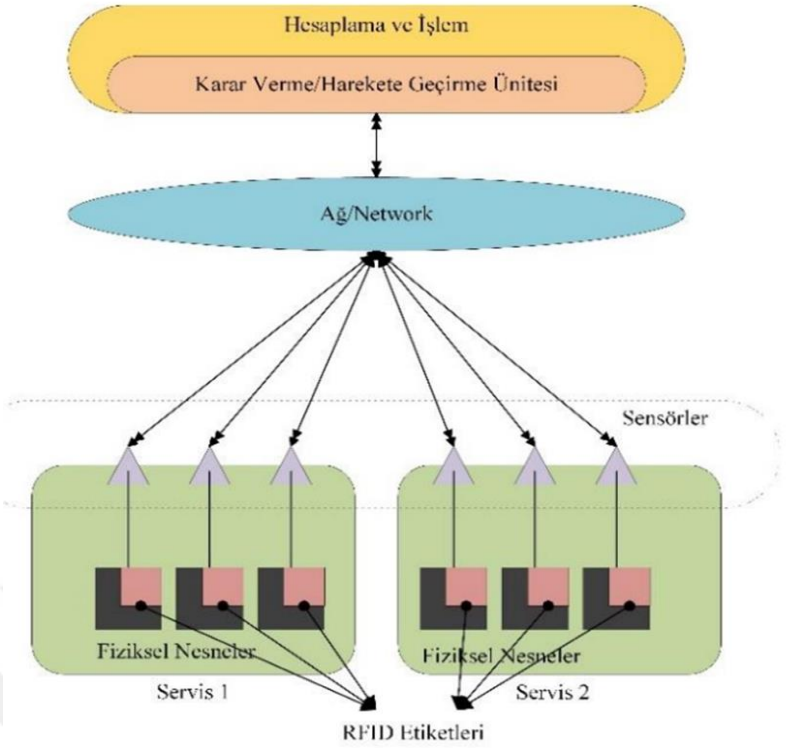
Kablosu Bağlantı Alanı (Wifi)

Fiziksel dünya ile bilgi dünyası arasında bir etkileşimin mümkün olması için Kablosuz Bağlantı Alanı (Wifi) ihtiyaç duyulmaktadır (Tan ve Wang, 2010). Çevrede meydana gelen değişiklikler bu ağlar aracılığıyla belirlenmekte ve ilgili istasyonlara aktarılmaktadır. Bu şekilde meydana gelen değişikliklere ilişkin tedbir alınabilmektedir. Birbirinden bağımsız bir biçimde ve kablosuz radyo aracılığıyla kendi aralarında iletişim kurabilen düğümler Kablosuz Bağlantı Alan Ağlar'ı meydana getirmektedir. Düğümlerde şunlar yer almaktadır (Akyildiz ve Su, 2002):

- Algılama birimi (veri elde etmek için)
- Mikrodenetleyici (Kontrol için)
- Bellek (Program ve verilere ilişkin komutların depolanması için)
- Radyo alıcı-verici (Diğer düğümlerle iletişimin gerçekleştirilmesi için)
- Pil (Güç kaynağı olarak)

3.2 Sistem Mimarisi

Nesnelerin interneti 1990'lı yıllarda ortaya çıkmış ve gelişme göstermiştir. Zaman ve mekânın bir önemi olmaksızın nesnelerin birbirine bağlanabilmesini mümkün kılan teknoloji nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır. Nesnelerin interneti uygulamaları birçok alanda kullanılabilmektedir. Kullanıldığı alanlardan aktarılan verilerin de gözlemlenmesi, analiz edilmesi ve kontrol edilmesi mümkün olmaktadır. Günümüzde tarım, sağlık, ulaşım, alışveriş, eğitim ve endüstri gibi alanlarda nesnelerin interneti uygulamaları kullanılmaktadır. Bu sistemlerin internete erişiminin olması durumunda akıllı bir çevreden bahsedilebilmektedir. Bu konuya ilişkin örnek olarak COMPOSE ve BUTLER projeleri gösterilebilir. Akıllı çevre oluşturulması noktasında bu projelerin öncü oldukları ifade edilmektedir (Al-Fuqaha vd., 2015).



Şekil 3.2: Nesnelerin İnterneti'nin Temel Mimari Yapısı (Khan vd., 2012)

Şekil 3.2'de nesnelerin internetinin genel mimari yapısı gösterilmektedir. Fiziksel nesnelerin internete erişerek meydana gelen sistem nesnelerin interneti olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemde algılayıcılar, ağ, uygulama ve harekete geçiriciler yer almaktadır. Harekete geçiriciler, sistemin dinamik bir yapıya sahip olmasını sağlamaktadır. Nesnelerin internetinin genel olarak kabul gören bir mimari yapıya sahip olduğu söylenememektedir. Ancak temel olarak bazı kriterleri taşıması yeterli görülmüştür. Bu kriterler şu şekilde sıralanabilir (Al-Fuqaha vd., 2015):

- Kullanılabilirlik
- Güvenilirlik
- Taşınabilirlik
- Ölçeklenebilirlik
- Heterojenlik
- Birlikte çalışabilirlik
- Güvenlik/Gizlilik

3.2.1 Kullanılabilirlik (Availability)

Nesnelerin interneti tarafından kullanıcıya her zaman ve her yerde servis hizmetinin sağlanması gerekmektedir. Uygulamalarının aynı anda farklı yerlerde bulunan farklı kullanıcılara da hizmet sağlaması gerekmektedir. Bununla birlikte bu durum nesnelerin interneti uygulamalarının fonksiyonel bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Al-Fuqaha vd., 2015).

3.2.2 Güvenilirlik (Reliability)

Gönderici ve alıcı nesnelerindeki verilerin tutarlı olması verilerin nesneler arasında tam olarak iletildiğine emin olunması ile ilişkilidir. Nesnelerin internetine bağlı olan nesne ve cihazların akıcı bir şekilde işlemesi ve iletişim noktasında meydana gelebilecek gecikme ve hataların azaltılması güvenilirlik ile mümkün olabilmektedir. Ağa bağlı olan nesnenin hata vermesi halinde ise diğer nesnenin bu hatayı ortadan kaldırabilmesi ve meydana gelebilecek veri kaybının engellenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte karar sürecinin azaltılması ve hatalı sonuçların ortaya çıkmasının engellenmesi de gerekmektedir. Meydana gelebilecek hatalar önceden öngörülerek engellenmeli ve verinin alıcıya hatasız bir biçimde ulaştırılması gerekmektedir (Macedo ve Silva, 2014).

3.2.3 Taşınabilirlik (Mobility)

Mobil kullanıcı ya da nesneye birçok servisin hizmet sunması gerekmektedir. Bu nedenle daima kullanıcı ya da nesne ile etkileşim içerisinde olmak önem arz etmektedir. Bu durum veri aktarımının hatasız bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için oldukça önemlidir. Çünkü ağlar arasında geçiş yapılması esnasında servis kesintileri söz konusu olabilmektedir. Bu noktada önbelleğe alma ve tünelleme (caching and tunneling) metotlarının kullanılabileceği ifade edilmiştir (Ganz vd., 2012). Bu şekilde veriler öncelikle önbelleğe alınmakta ve veri iletiminin kesintiye uğraması engellenmektedir.

3.2.4 Ölçeklenebilirlik (Scalability)

Karmaşık ve farklı platformlardan meydana gelen heterojen bir ağ sisteminde ölçeklemenin yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda ‘IoT Daemon’ olarak adlandırılan bir yapı kullanılması gerektiği ortaya koyulmuştur. Bu yapı üç katmandan meydana gelmekte ve farklı platformlardan gelen verileri ve servis isteklerini tek bir formata dönüştürebilmektedir (Sarkar vd., 2015).

3.2.5 Heterojenlik (Heterogeneity)

Birden çok farklı teknolojik altyapı kullanan nesnenin bağlı olduğu ağda heterojenlik sorununun çözülmesi gerekmektedir. Bu sebeple sistemin platformdan bağımsız olmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte ölçeklenebilirlik ve heterojenlik kriterlerinin birlikte değerlendirilebilmesi de mümkündür.

3.2.6 Birlikte çalışabilirlik (Interoperability)

Yazılım ve donanım geliştiricileri için nesnelerin interneti kavramına ilişkin meydana gelen gelişmeler temel bir konu olarak görülmüştür. Çünkü donanım ve yazılımların platformdan bağımsız olması gerekmektedir. Ancak bu şekilde farklı mimari yapılara sahip olan nesneler aynı platformda çalışabilmektedir. Bu konuya ilişkin olarak Wifi ve GSM operatörlerinin platform bağımsız çalışmaları örnek gösterilebilir (Al-Fuqaha vd., 2015).

3.2.7 Güvenlik/gizlilik (Security/Privacy)

Kablolu ya da kablosuz ağlarda veri aktarımı ve veri güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Fakat nesnelerin interneti uygulamalarının hâlen gelişmekte olması sebebiyle güvenlik ve gizlilik hususlarında bazı eksikliklerin bulunduğu bilinmektedir. Bahsedilen kriterlerden büyük bir kısmı laboratuvar ortamına aktarılmıştır. Fakat güvenlik/gizlilik kriteri benzetim aşamasındadır.

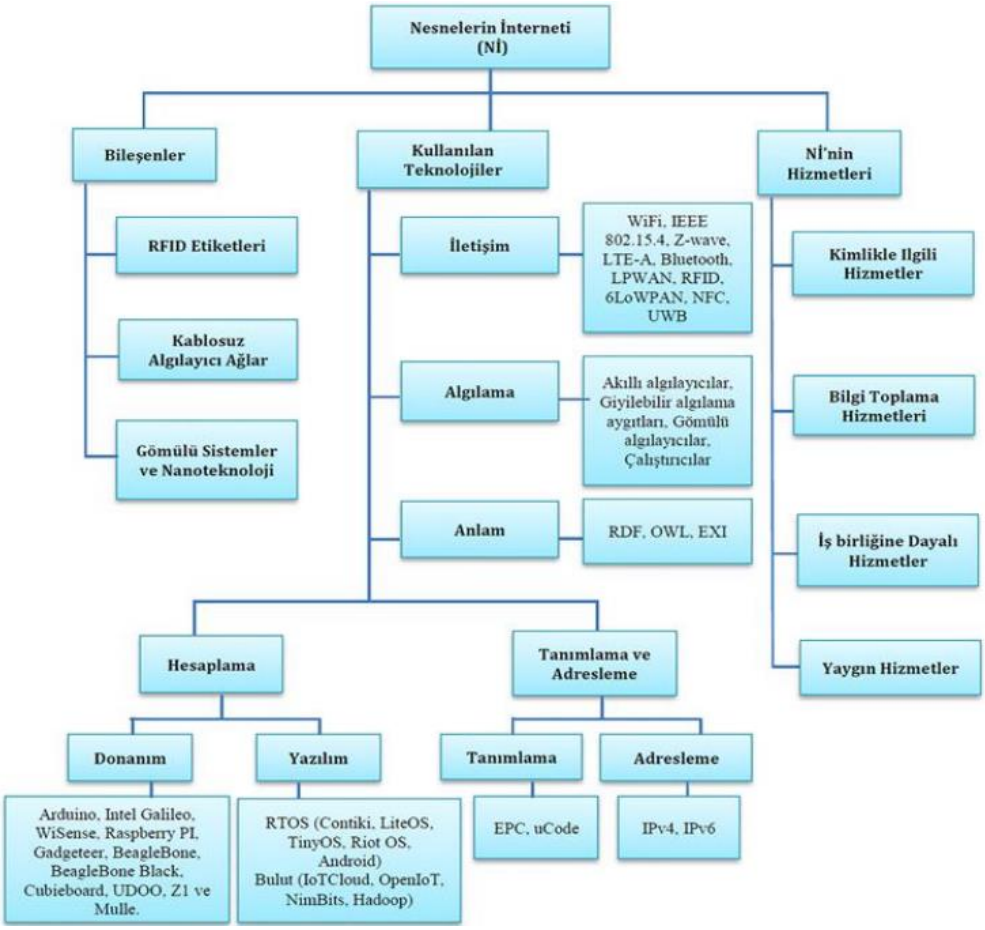
3.2.8 Performans (Performance)

Nesnelerin internetinde binlerce nesne ile birden çok platform ve teknoloji birbirine bağlanmaktadır. Bu nedenle nesnelerin internetinde performans kriteri büyük önem arz etmektedir. Çünkü sistemin her parçasının gösterdiği performans, sistem üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Bu sebeple yeni bir mimari model ortaya koyulmuş ve teknolojik altyapı farklılıkları ile nesnelerden kaynaklanan problemlerin, mimari yapı üzerinde etkili olmaması amaçlanmıştır (Al-Fuqaha vd., 2015).

- Kimlikle ilgili hizmetler, uygulamadaki nesnelerin kimlik bilgilerine ihtiyaç duyulması sırasında kullanılmaktadır,
- Bilgi toplama hizmetleri, uygulamalarda ham algılayıcı verilerinin toplanması, özetlenmesi ve raporlanması işlemlerinde kullanılır,

- İş birliğine dayalı hizmetler, bilgi toplama hizmetleri ile çalışır. Bu hizmetler toplanan ve işlenen verilerden elde edilen bilgilere göre karar alma ve eyleme geçme sürecinde kullanılır,
- Yaygın hizmetler, iş birliğine dayalı hizmetler ile çalışır. Bu hizmetler herhangi bir kişiye, herhangi bir yerde, herhangi zamanda iş birliğine dayalı servisleri sağlamayı amaçlamaktadır.

Kavramlara ve ona bağlı konuların ve teknolojiler, Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

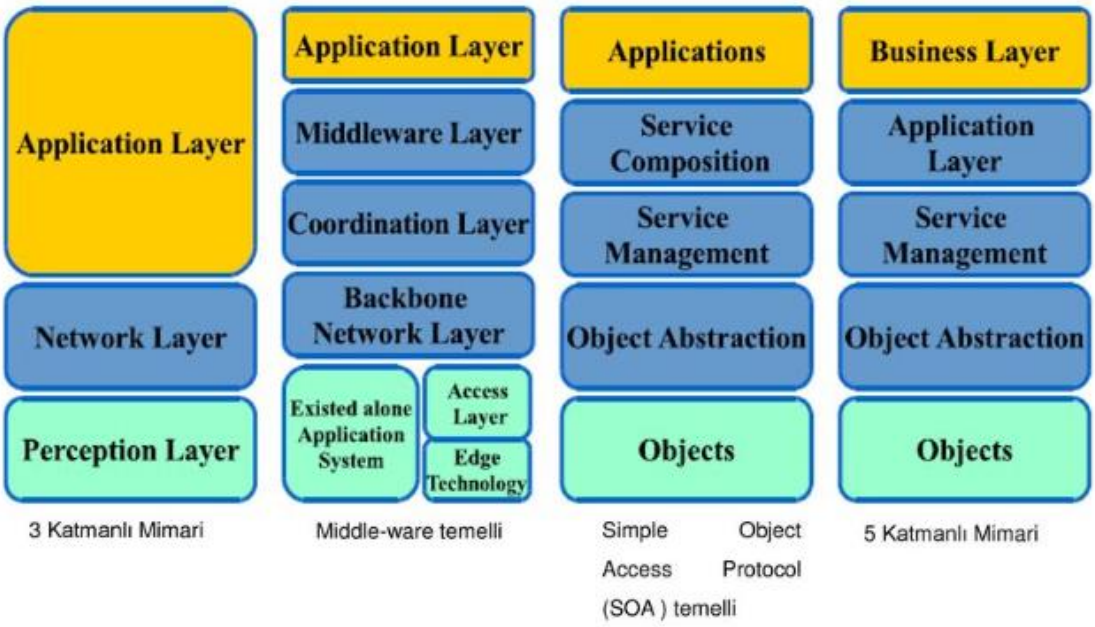


Şekil 3.3: Nesnelerin İnterneti Şeması (Khalil ve Özdemir, 2018)

Nesnelerin internetinin mimarisinin temel olarak üç katmandan meydana geldiği ifade edilmektedir. Bu mimari yaygın olarak nesnelerin interneti yaklaşımını ortaya koymak için kullanılmıştır (Tsai vd., 2014). Algı, ağ ve uygulama katmanları üç katmanlı mimariyi meydana getirmektedir. Teknoloji katmanı olarak da adlandırılan algı katmanı ise alt katmandır. Bu katmanın fiziksel ya da donanım katman olduğu belirtilmektedir. Bilginin elde edilmesi işlemi bu katmanda gerçekleştirilmektedir. Ağ katmanı ise ara katmandır. Algı

katmanı ve uygulama katmanının birbirine bağlanarak nesnelerin algı katmanından uygulama katmanına geçmesi mümkündür. Diğer iki katmandan alınan verilerin analizi ve entegrasyonu ise uygulama katmanı tarafından gerçekleştirilmektedir (Gómez Romero vd., 2016).

Üçlü katman mimarisinin temel model olduğu ifade edilmektedir. Şekil 3.4'te literatürde nesnelerin interneti mimarisine daha fazla soyutlama getiren başka modeller de bulunmaktadır (Desai vd., 2015).



Şekil 3.4: Nesnelerin İnterneti Mimari Çeşitleri

3.3 Termal Durumunun İzlenmesi

3.3.1 Termal akımı

Nesnelerin internetini kullanan bulut tabanlı MISSENARD endeksinin ölçümü ortaya koyulmuştur. İç mekânda bulunan kişiler için termal konforun sağlanması için en uygun tekniklerden birinin MISSENARD endeksi olduğu ifade edilmektedir. Bu kapsamda Arduino tabanlı mikrodenetleyici, sıcaklık ve bağıl nemi ölçen bir algılayıcı, iletişim protokolü ve nesnelerin interneti için bulut etkileşiminin kullanılması uygun görülmektedir (Ray, 2016). Bununla birlikte termal çıktılar aynı zamanda elektronik sistem arızaları için de bir fikir sunmak üzere kullanılabilmektedir.

3.3.2 Termal durumu

Şebeke istasyonlarında özellikle şebeke servis sağlayıcısının müşterilerinin kesintisiz iletişimini gerçekleştirmek üzere, büyük miktarda elektrik tüketimi gerçekleşmektedir. Bu elektrik tüketimine bağlı olarak zaman zaman servis sağlayışı görevini yerine getiremeyecek arızalara veya ani ısı yükselmesi sebebiyle yangınlara sebep olabilmektedir.

4. YÖNTEM VE MATERYAL

4.1 Ağ Topolojisi

Bu literatür taramasında yer alan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere nesnelerin interneti ile küçük sistemlerden büyük ve komplike sistemlere dek akıllı uygulamaların tasarlanarak günlük kullanımın bir parçası haline getirilebilmektedir. Bu kimi zaman, toprağın nem oranını ölçen tarım uygulamasıyla verimin arttırılması, kimi zaman ev tasarımlarıyla yardım ve gözetmenlik rolünün cihazlar vasıtasıyla gerçekleştirilmesi uygulamalarını kimi zaman daha karmaşık yapıya sahip elektrik iletim merkezlerinin izlenmesi olabilmektedir. Hava, nem, haberleşme kontrolleriyle insanoğlunun günlük yaşam konforunun devam ettirilmesini sağlayabilecek ve izlenen sistemleri yaratmaya katkı sunan sistemlerin tasarlanmasına katkı sunmaktadır. Bunu da Nesnelerin İnterneti için bir ara yazılım ile gerçekleştirmektedir.

Nesnelerin İnterneti'nin, gerçek dünyaya uygulanması ancak birkaç teknolojinin entegrasyonu ile mümkün olmaktadır. Bu entegrasyonun sağlanması ve entegrasyon sonrası akıllı cihazlara dönüşen teknolojileri yönetmek için, teknik bir mimari perspektifle fiziksel katman, bir ara katman ve bir uygulama katmanı ile birlikte akıllı cihaz dönüşümünün sağlanacağı izlemleme araçlarının uygun parametrik üretimlerini okuyabilen alanlara ihtiyaç duymaktadır. Yukarıda incelenen hemen her çalışmada bu servisin Arduino sistemlerle sağlandığı görülmektedir. Bununla birlikte internet bağlantısı için kablosuz ağ araçlarının kullanıldığı görülmektedir.

Literatüre dayalı olarak, Nesnelerin İnterneti mimarisinde yer alan çalışmalarda hemen her sistem için önerilen modellerin etkili tariflerinin yer aldığı görülmektedir. Bu etkili tarifler arasından ortak çıkarım,

- Fiziksel/Alt Yapı Katmanı (altta): Ham verileri sağlayan ve ara katman katmanından geçerek uygulama katmanına ileten sensörler, aktüatörler veya bilgisayarlar gibi temel ağ donanımı olarak,
- Ara Katman (orta): Teknolojik ve uygulama düzeyi arasında yer alan, sistem veya donanımın karmaşıklıklarını soyutlayan, böylece geliştiricinin tüm çalışmalarını

uygulama katmanındaki arayüzlerin ve hizmetlerin geliştirilmesine odaklamasını sağlayan yazılım olarak,

- Uygulama Katmanı (üst): Ara katman yazılımından alınan tüm bilgileri görüntülemekten sorumlu tüm arayüzler ve hizmetlerini tanımlayan ve kullanıcı ile ağa giriş yapan kullanıcıların verileri okuyabildiği etkileşimini sağlayan alan olarak, tanımlanmış olduğu görülmektedir.

Bu tanımlarda özellikle ara katman tasarımının üzerinde durulduğu görülmektedir. Gerçek zamanlı, kullanılabilirlik ve ölçeklenebilirlik kavramlarını dikkate alan yönetim hizmetleri bu katmanda geliştirilmektedir ve ara katman yazılımının tasarlanması ve geliştirilmesi için çeşitli yaklaşımlar sunulmaktadır. Cihaza Gömülü Ara Yazılım fikri de bu yaklaşımlar doğrultusunda sunulan fikirlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Gömülü sistem, hesaplama sürecini içeren bir mühendislik çalışma sahası olup, tek işlevli uygulama, enerji optimizasyonu, kod boyutu, yürütme süresi, ağırlık, boyutlar ve maliyet gibi gerçek zamanlı etkileşimi karşılamak üzere tasarlanmış; sistemin izlemesini sağlayarak sensörler ve aktüatörler aracılığıyla dış dünyaya cihaz durumunu bildiren etkileşimi sağlamaktadır. Bu tür bileşen, sürekli algılanan bilgiyi, kullanıcılara aktarmak üzere kullanmaktadır.

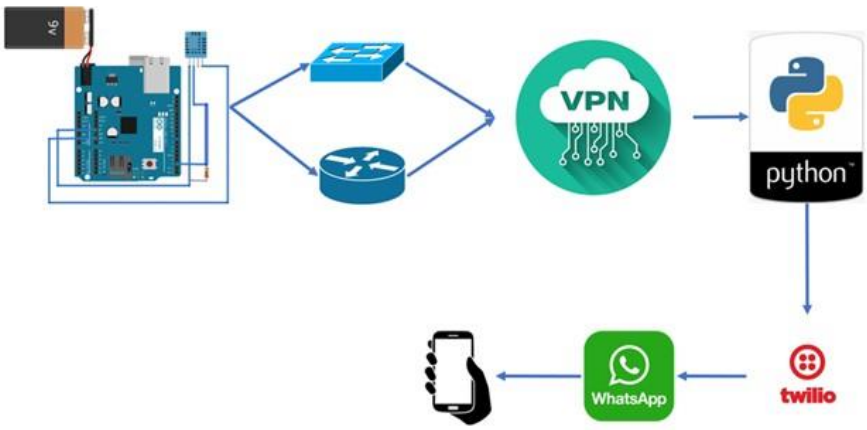
Kullanıcının gereksinimi baz alınarak tasarlanan gömülü sistemlerde ara katman yazılımı hizmet teknolojilerinin içerdiği senaryoya göre insan kullanıcılarla etkileşime girmesini sağlamaktadır.

Aynı anda birkaç sensörü okumak, her sensörün gömülü bir sistem, dağıtılmış ağ veya ağın koordinatörü (merkezi ağ) olan belirli bir cihaz gibi davranabileceği sensör ağları oluşturmamıza olanak tanımaktadır.

Tüm bu literatür özeti, Nesnelerin İnterneti teknolojilerinin getirisi olarak bir tasarım yapılacak ise, yazılım alanının geliştirilmesi gerekliliğini, ağ planlamasını içermesi gerekliliğini, akıllı sensör ve cihazlara dönüştürülebilen her nesnenin etiketlenmesi gerekliliğini, bir sensör aracı ile insan kullanıcılara bilgi vermek üzere tasarlanan yapıların işlevini tam anlamıyla yerine getirmesini sağlamak üzere hangi parametrede değişiklik olursa "ilgili kişiye bildirileceği senaryolarını" tanımlama gerekliliğini birlikte sunmaktadır.

Bu çalışma kapsamında önerilen sistem, yazılım ve donanım olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Isı sensöründen ölçülen veri, Arduino kartına Ethernet kartı ile Switch veya Router üzerinden (port durumununa göre), özel ağa çıkarılmakta ve sonrasında veriler

Pyhton'da oluşturulan uygulama ile Twilio yardımıyla Whatsapp iletisi olarak saha personeline gönderilmektedir. Temsili modellemeye Şekil 4.1' de yer verilmektedir.



Şekil 4.1: Termal İzleme İçin Önerilen Sistem Modeli

4.2 Sistem Açıklaması

Uygulamanın geliştirilmesinde, donanım olarak Arduino Uno R3 denetleyici kartı, ArduinoEthernet shield, DHT11 sıcaklık ve nem sensörü kullanılmıştır. Kod geliştirme ortamı olarak Arduino IDE, Twilio ve Python IDE kullanılmıştır.

Baz istasyonunda yüksek sıcaklık veya yangın nedeniyle kesinti yaşanmasının önüne geçilmesi yüksek sıcaklık artışının izlenmesi ve yangın riskine karşın yangın alarmının, sinyal üreterek ekiplere anında bildirilebileceği bir sistem planlanmıştır. Planlama sonucunda yüksek sıcaklık veya yangın alarmı oluştuğunda alarm bilgisinin, GSM modülüne ihtiyaç duyulmaksızın, Twilio uygulaması üzerinden WhatsApp bildirimleri şeklinde saha personeline gönderilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle çalışan bir sistem üretilerek denenmiştir.

4.2.1 Proje materyalleri

Önerilen model doğrultusunda donanımsal kısım Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

- Arduino Uno R3 denetleyici kartı,
- ArduinoEthernet shield,
- DHT11 sıcaklık ve nem sensörü
- USB Kablo

Şekil 4.2: Sistem Elemanlarının Görüntüsü (Donanımsal kısım)

Önerilen model doğrultusunda yazılımsal kısım Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

- Arduino IDE
- Python programlama
- Twilio

Şekil 4.3: Projede Kullanılan Yazılım Platformları

4.2.2 Devre bağlantı elemanları

4.2.2.1 DHT11 Arduino devre bağlantısı

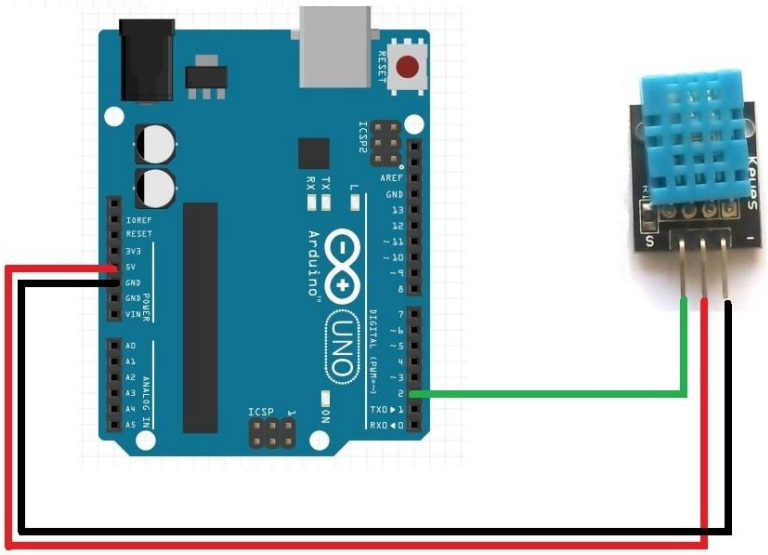
DHT11 aurdino için Şekil 4.4'te görülen devreden girişlerin sağlanması üç aşamalı olarak gerçekleşmektedir.

Şekil 4.4: DHT11 Kartının Devre Bağlantısı Görseli

Bu aşamalar sırası ile aşağıda yer almaktadır.

- En soldaki pin arduino 5V pinine,
- En sağdaki pin arduino GND pinine,
- Data pini ise arduino dijital pinlerinden birine bağlanmalıdır.

Aurdino dijital pinler için akış ise şu şekilde gerçekleşmektedir. DHT11 için yapılan bağlantılardan sonra, Aurdino Uno kartı üzerinde yer alan yeşil ve kırmızı LED ışıkları pin giriş ve çıkışları için yönlendirici bilgiye sahiptir. DHT11'in Aurdino Uno pinleri ile birlikte bağlantı halini içeren bir görsele Şekil 4.5'te yer verilmektedir.



Şekil 4.5: DHT11 ve Aurdino Pin Girişleri Akış Şeması

4.2.2.2 Arduino devre bağlantısı

Şekil 4.5'te görülen güç noktası pin girişi ile N noktası pin girişine bağlantının fiziksel olarak yapılmasının akabinde doğru girişlerin yapılıp, Arduino uno, Atmega328p

mikrodenetleyici çipinin aktive edilmesi gerçekleşmiş olmaktadır. Atmega328p mikrodenetleyici çipi Arduino unonun özünde sahip olduğu bir denetleyicidir. Bu denetleyici mikroçip Arduino.cc tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir mikrodenetleyici kartıdır. Karta ait bir görsele Şekil 4.6.'te yer verilmektedir.

Şekil 4.6: Arduino Atmega328p Mikrodenetleyeci Çip

Arduino Uno, diğer devrelere arayüzlenebilen dijital ve analog giriş/çıkış (I/O) pinleri ile donatılmıştır.Kartın 14 dijital I/O pini (altı PWM çıkışı), 6 analog I/O pini vardır ve bir B Tipi USB kablosu ile Arduino IDE (entegre geliştirme ortamı) ile programlanabilmektedir. 7 ila 20 volt arasındaki voltajları kabul etse de USB kablosu veya harici bir 9 voltluk pil ile güçlendirilebilmektedir. Donanım referans tasarımı, Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 Lisansı altında dağıtılmaktadır. Aynı zamanda Arduino web sitesinde mevcuttur. Donanımın bazı sürümleri için düzen ve üretim dosyaları da mevcuttur."Uno kelimesi italyanca da " bir " anlamına gelmektedir. Arduino yazılımının ilk versiyonunu işaretlemek için seçilmiştir. Uno kartı, bir dizi USB tabanlı Arduino kartının ilkidir; Arduino IDE'NİN BT ve 1.0 sürümü, şimdi daha yeni sürümlere dönüşen Arduino'nun referans sürümleridir.

Karttaki ATmega328p, harici bir donanım programcısı kullanmadan yeni kod yüklenmesini sağlayan bir bootloader ile önceden programlanmış olarak gelmektedir. Uno, orijinal STK500 protokolünü kullanarak iletişim kurarken, FTDI USB-seri sürücü çipini kullanmadığı için önceki tüm kartlardan farklıdır. Bunun yerine, bir USB-seri dönüştürücü olarak programlanmış Atmega16u2'yi kullanmaktadır.

ATmega328P mikrodenetleyici çip özellikleri ise şu şekildedir:

Çalışma Gerilimi: 5 Volt

Giriş gerilimi: 7 ila 20 Volt

Dijital I / O pinleri: 14 (hangi 6 PWM çıkışı sağlayabilir)

UART: 1

I2C: 1

SPI: 1

Analog Giriş Pinleri: 6

Her bir pin için DC Akım/O Pin: 20 mA

3.3 V pin için DC akım: 50 mA

SRAM: 2 KB

EEPROM: 1 KB

Saattaki Hızı: 16 MHz

Uzunluk: 68.6 mm

Genişlik: 53.4 mm

Ağırlık: 25g

4.2.2.3 Atmega pin özellikleri

LED: Dijital pin 13 tarafından desteklenen dahili bir LED vardır. Pin değeri yüksek olduğunda LED yanmaktadır. Aynı zamanda pin değeri düşük olduğunda kapanmaktadır.

VIN: Harici bir güç kaynağı kullanırken Arduino/Genuino kartına giriş voltajı; bu pin üzerinden voltaj besleyebilmektedir veya güç jakı üzerinden voltaj besleniyorsa, bu pin üzerinden erişebilmektedir.

5V: Karttaki regülatörden düzenlenmiş bir 5V çıkarmaktadır. Kart, DC güç jakından (7 - 20V), USB konektöründen (5V) veya kartın VIN pininden (7-20V) güç ile sağlanabilmektedir. 5V veya 3.3 V pimleri üzerinden voltaj beslemesi regülatörü aşmakta ve karta zarar verebilmektedir.

3V3: On-board regülatörü tarafından oluşturulan bir 3.3 volt kaynağıdır. Maksimum akım tüketimi 50 ma'dır.

GND: Topraklama pinleridir.

IOREF: Arduino/Genuino kartındaki bu pin, mikrodenetleyicinin çalıştığı voltaj referansını sağlamaktadır. Düzgün yapılandırılmış bir koruma kalkanı, IOREF pin voltajını okuyabilir

ve uygun güç kaynağını seçebilir veya çıkışlardaki voltaj çeviricilerinin 5V veya 3.3 V ile çalışmasını sağlayabilmektedir.

Sıfırlama: Genellikle kartta olanı engelleyen koruma kalkanları bir sıfırlama düğmesi eklemek için kullanmaktadır.

4.2.2.3.1 Özel pin özellikleri

Seri / UART: Pinleri 0 (RX) ve 1 (TX). TTL seri verilerini almak (RX) ve iletmek (TX) için kullanılmaktadır. Bu pimler, ATmega8U2 USB-TTL seri çipinin ilgili pinlerine bağlanmaktadır.

Harici Kesmeler: Pinler 2 ve 3. Bu pimler, düşük bir değerde, yükselen veya düşen bir kenarda veya değerde bir değişikliği tetikleyecek şekilde yapılandırılabilmektedir.

PWM (darbe genişlik modülasyonu): Pinler 3, 5, 6, 9, 10, ve 11. AnalogWrite() fonksiyonu ile 8-bit PWM çıkışı sağlayabilmektedir.

SPI (seri çevresel arabirim): Pinler 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) ve 13 (SCK). Bu pinler SPI kütüphanesini kullanarak SPI iletişimini desteklemektedir.

TWI (iki telli arayüz) / I2C: PIN SDA (A4) ve PIN SCL (A5). Tel kütüphanesini kullanarak TWI iletişimini desteklemektedir.

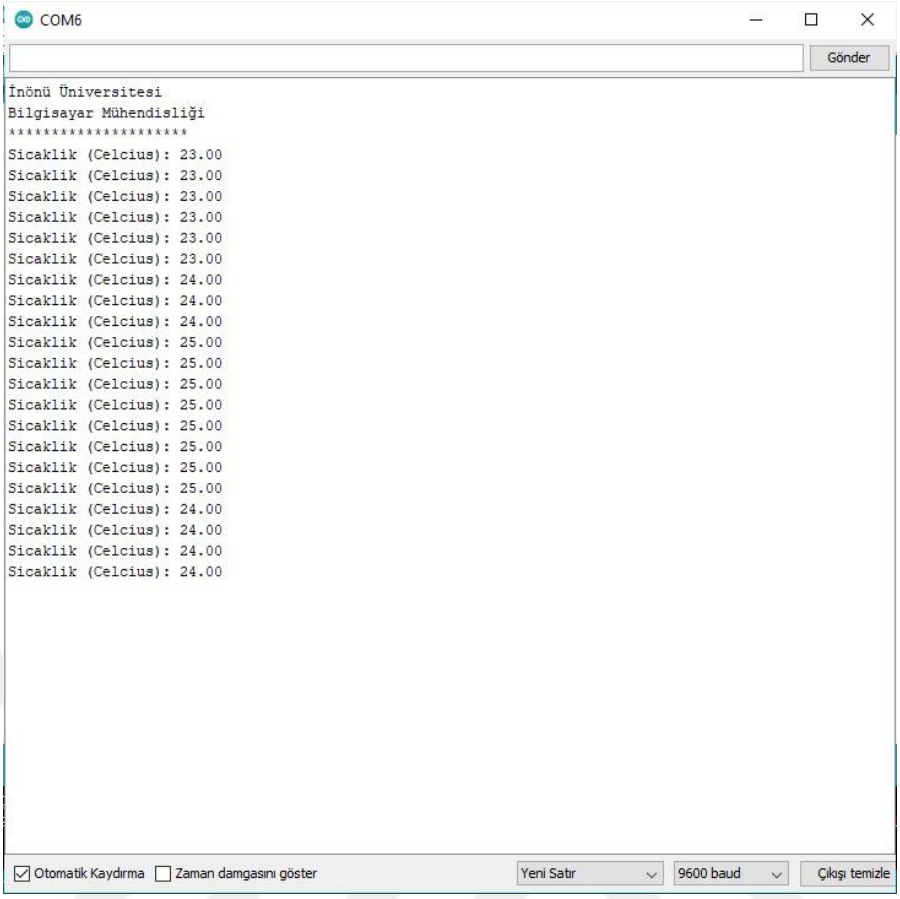
AREF (analog referans): Analog girişler için referans voltajıdır.

4.2.3 Haberleşme bağlantıları

4.2.3.1 Arduino / genuino uno bağlantıları

Arduino / Genuino Uno, bir bilgisayar, başka bir Arduino/Genuino kartı veya diğer mikrodenetleyicilerle iletişim kurmak için bir dizi özelliğe sahiptir. Atmega328, 0 (RX) ve 1 (TX) dijital pinlerinde bulunan UART TTL (5V) seri iletişimi sağlamaktadır. Karttaki bir ATmega16U2, bu seri iletişimi USB üzerinden yönlendirir ve bilgisayardaki yazılıma sanal bir COM portu olarak görünmektedir.

16u2firmware standart USB COM sürücüleri kullanılmaktadır. Aynı zamanda harici sürücü gerekli değildir. Ancak, Windows üzerinde, bir .inf dosyası gereklidir. Arduino IDE, basit metin verilerinin tahtadan gönderilmesini sağlayan bir seri monitör içermektedir. Monitör göreseline Şekil 4.7' de yer verilmektedir.



Şekil 4.7: Arduino IDE 1.8.19 Serial Monitor

4.3.2.2 Haberleşme için komut/kontroller

Bu kısımda Arduino komut kontrolleri, Twilio hesap bağlantısı ve arızayı ve sıcaklık seviyesini ekiplere bildiren WhatsApp uygulamasının oluşturulmasına ilişkin kodları yani uygulamanın yazılımsal kısmına ait tüm model birleşenlerini ve kontrollerin sağlanması bölümü işlenmektedir. Öncelikle Arduino kısmına dair komut kontrollerini içeren işlem basamaklarına sırasıyla yer verilmiş olup, kurulumdan bağlantının yapılmasına dek atılan adımlar aşağıda listelenmiştir.

- https://www.arduino.cc/en/software' adresinden işletim sistemi uyumlu IDE indirilir.
- Projede Windows 10 işletim sistemi kullanılmıştır.
- DTH11 sıcaklık ve nem sensörü arduino kodları
- Arduino kodlarına geçmeden önce DHT11 sıcaklık sensörü için gerekli kütüphane dosyasını arduino libraries klasörüne yüklemeniz gerekmektedir.

Yüklemenin gerçekleşmesinin akabinde DHT11 Kartının komutlarını yaratmak üzere yapılan işlemler ise şu şekildedir:

- #include <dht11.h> // dht11 kütüphanesini eklenmiştir.
- int DHT11_pin=2; // DHT11_pin olarak Dijital 2'nin belirlenmesi sağlanmıştır.
- dht11 DHT11_sensor; // DHT11_sensor adında bir DHT11 nesnesi oluşturulmuştur.

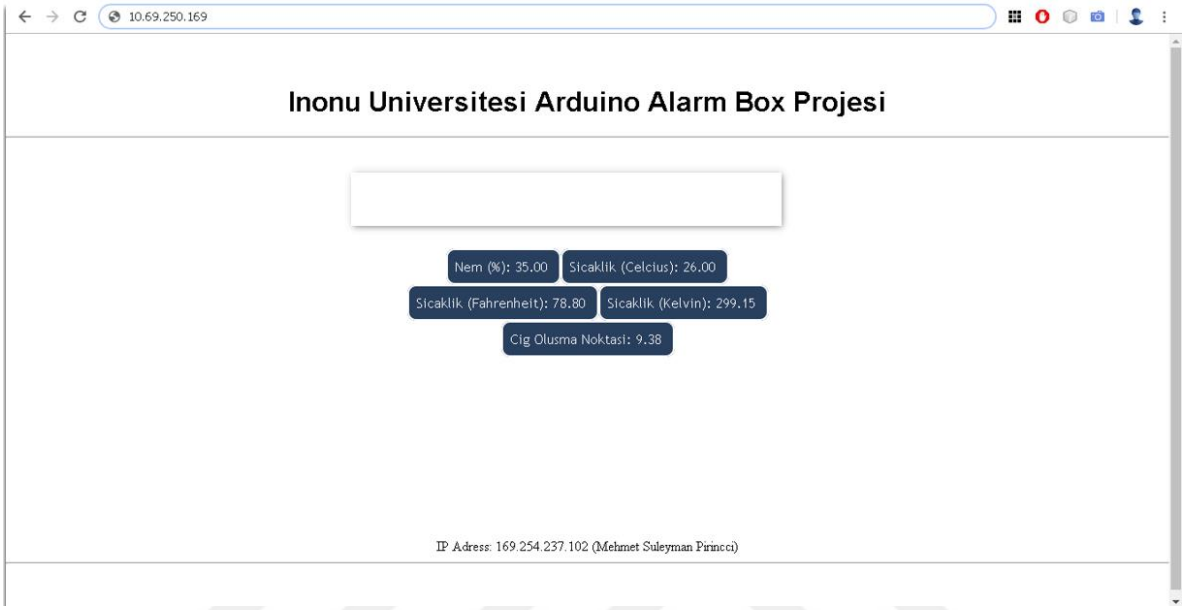
Bu işlemleri takiben seri işletimi Şekil 4.8'de yer alan kod düzeni izlenerek gerçekleştirilmiş, kontrol noktaları yine kod düzeninde açıklanmış olarak sunulmaktadır.

```
/*
 Mehmet Suleyman Pirincci tarafindan yazildi.
 Inonu Universitesi Fen Bilimleri Enstitusu
 Bilgisayar Mühendisligi AnaBilim Dali
 */
#include <Ethernet.h>
#include <dht11.h> // dht11 kütüphanesini ekliyoruz.
#define DHT11PIN 2 // DHT11PIN olarak Dijital 2'yi belirliyoruz.

dht11 DHT11;

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };      // fiziksel mac adresi
byte ip[] = { 10, 69, 250, 169 };                        // yerel ag ip adresi
byte gateway[] = { 10, 69, 250, 1 };                       // yerel ag varsayilan ag gecidi
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 224 };                        // subnet mask
EthernetServer server(80);                                 // server port
String readString;

void setup() {
 // Seri iletişimi açma ve bağlantı noktasının açılması:
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
  server.begin();
}


void loop() {
  // İstemci bağlantısı oluşturuluyor
  EthernetClient client = server.available();
  if (client) {
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();

        //char tipi karakter HTTP isteğiyle okunuyor
        if (readString.length() < 100) {
          readString += c;
         }
```

```
          //HTTP isteği sona erdiyse
          if (c == '\n') {
            //hata ayıklama için seri monitöre yazdır (html kodu)

            client.println("HTTP/1.1 200 OK"); //send new page
            client.println("Content-Type: text/html");
            client.println();
            client.println("<HTML>");
            client.println("<HEAD>");
            client.println("<meta name='apple-mobile-web-app-capable' content='yes' />");
            client.print("<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"10\">");
            client.println("<meta name='apple-mobile-web-app-status-bar-style' content='black-translucent' />");
            client.println("<link rel='stylesheet' type='text/css' href='http://randomnerdtutorials.com/ethernetcss.css' />");
            client.println("<TITLE>Alarm Box</TITLE>");
            client.println("</HEAD>");
            client.println("<BODY>");
            client.println("<H1>Inonu Universitesi Arduino Alarm Box Projesi</H1>");
            client.println("<hr />");
            client.println("<br />");
            client.println("<H2>Termometre</H2>");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");


            int chk = DHT11.read(DHT11PIN);

            client.println("<a href=>");
            client.print("Sicaklik (Celcius): ");
            client.println((float)DHT11.temperature, 2);
            client.println("</a>");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");

            client.println("<a href=>");
            client.print("Sicaklik (Fahrenheit): ");
            client.println(DHT11.fahrenheit(), 2);
            client.println("</a>");
            client.println("<a href=>");
            client.print("Sicaklik (Kelvin): ");
            client.println(DHT11.kelvin(), 2);
            client.println("</a>");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<a href=>");
            client.print("Cig Olusma Noktasi: ");
            client.println(DHT11.dewPoint(), 2);
            client.println("</a>");


            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("<br />");
            client.println("IP Adress: ");
            client.println(Ethernet.localIP());client.println("   (Mehmet Suleyman Pirincci)");
            client.println("<hr />");
            client.println("</BODY>");
            client.println("</HTML>");
            delay(1);
            //stopping client
            client.stop();

            //clearing string for next read
            readString="";

          }
        }
      }
    }
}
```

Şekil 4.8: Arduino IP Tabanlı Web Server Kodu

Kodlamanın ardından komutların çalışma durumu kontrolü sağlanmıştır. Arduino IDE ile ağ bağlantısı sağlanabilmesi için cihaza MAC adresi, IP adresi, Alt Ağ Maskesi tanımlamaları yapılmıştır. Sonrasında, oluşturulmuş olan HTML Server'e, tarayıcı sayesinde cihaza tanımlı IP adresiyle bağlanarak senörden okunan veri, mönitor edilmiştir. Bu adımı içeren ekran çıktısına Şekil 4.9'de yer verilmektedir.



Şekil 4.9: Web Server (Ekran Çıktısı)

4.3.2.3 Twilio platformunun bağlantılarının sağlanması

Twilio, telefon altyapısını barındırmak ve API'leri aracılığıyla HTTP ile genel anahtarlanmış telefon ağı (PSTN) arasında bağlantı sağlamak için Amazon Web Services'ı kullanır. SIM kart ile SMS göndermenin, iletişim araçlarından biri olduğu bilinmektedir, ancak Android telefonların ve sosyal ağların gelişiyle, WhatsApp uygulamasının iletişim amacıyla kullanımı da şirketler arasında yaygınlaşmıştır.

İnsanlar Arduino kullanarak uyarı mesajı göndermek için GSM modülünü kullanmaktadırlar. Ancak gün geçtikçe ilerleyen teknoloji farklı uygulamaların haberleşme için kullanımı imkanını da sunmaktadır. Eski bir GSM uygulaması olan SMS zaman geçtikçe yerini daha hızlı bir iletişim imkanı sunan WhatsApp uygulamasına bırakmıştır. Böylelikle SMS için harcanan efor iletim raporu yoğunluğu, ek ücrete tabi diğer iş akışları yerini daha ekonomik olan bu hızlı haberleşmeye bırakarak kullanım miktarında düşüş sağlamıştır. Bu yeni trendin ürünü olarak öne çıkan fenomenler zamanın değişmesiyle birlikte, insan davranışlarının da değişebileceğini göstermiştir.

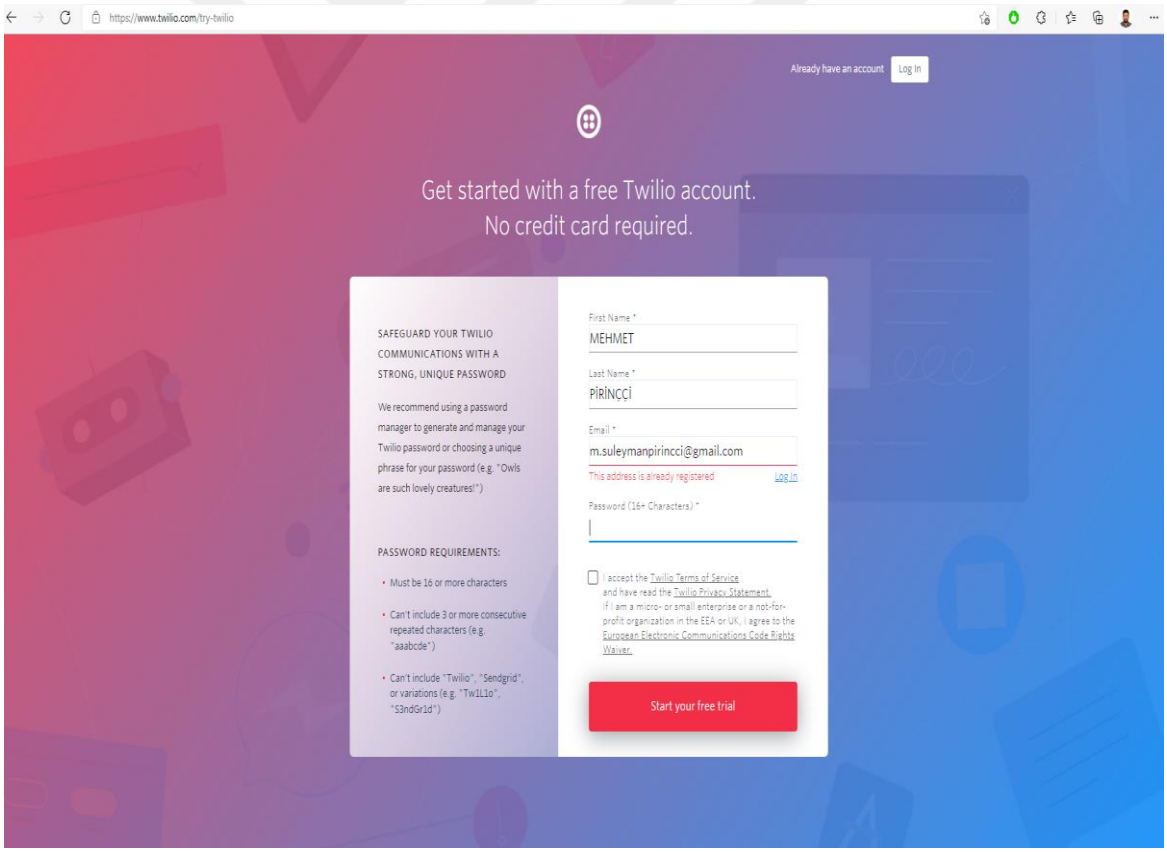
Bu çalışma sırasında Arduino kullanarak WhatsApp uyarı mesajlarının entegre edilebilirliği görülmektedir. Böylelikle GSM modülüne harcanan paradan da tasarruf edilmesi sağlanacaktır.

4.3.2.4 Twilio hesabı oluşturma

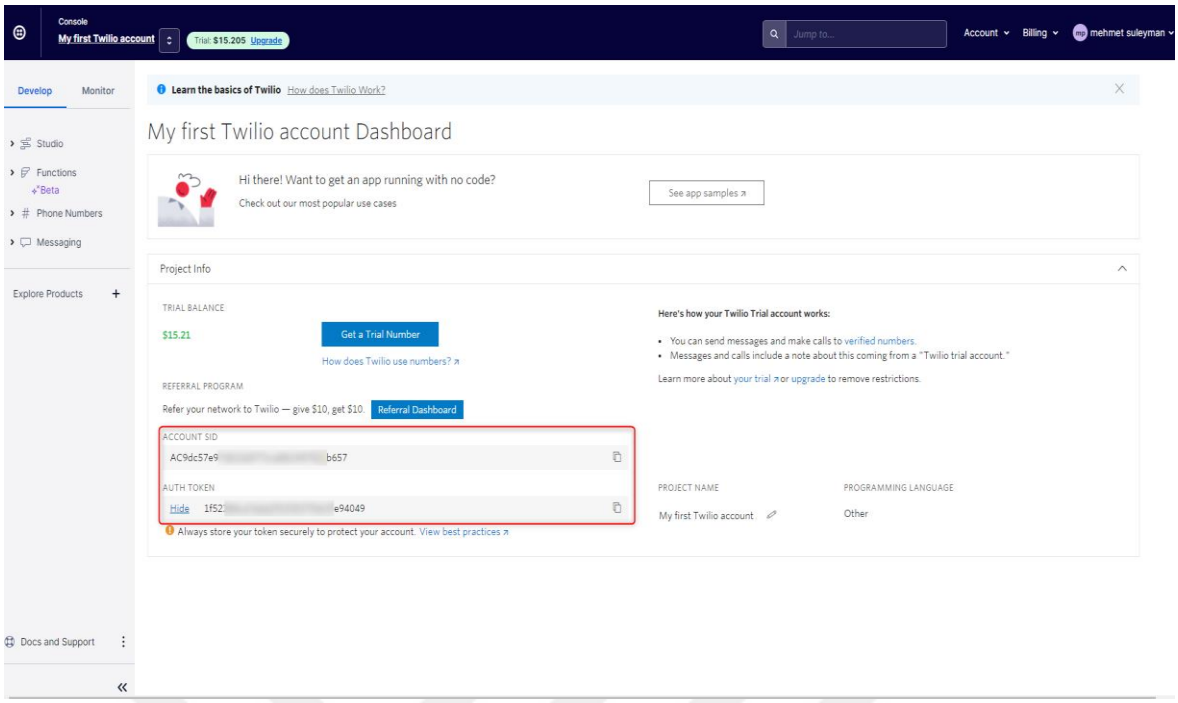
WhatsApp Uyarı mesajı göndermek için python için Twilio API kullanacağız. Twilio'ya başlamak için aşağıdaki adımlar aşağıdaki listelenmektedir:

- www.twilio.com 'a adresinde,
- Bir hesap için kayıt yapılır,
- Numara doğrulanır,
- Projeye bir isim verilir.

Bu adımlara ait ekran görüntülerine Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de yer verilmektedir:



Şekil 4.10: Twilio Platformu Hesap Oluşturma Ekran Girişi



Şekil 4.11: Twilio Platformu Hesap Tanımlama

Platform tanımlaması ve hesap açmanın gerçekleşmesini takiben komut kodlarının yazılacağı python programlama diline ait yazılım indexi indirme ve tanımlamaları sağlanmıştır.

4.3.2.5 PyCharm ve Python

Geliştirici(ler)	JetBrains
İlk yayınlanma	Temmuz 2010
Güncel sürüm	2020.3 / 2 Aralık 2020 (12 ay önce)[1]
Programlama dili	Java, Python
İşletim sistemi	Çapraz platform
Erişilebilirlik	İngilizce
Resmî sitesi	jetbrains.com/pycharm

PyCharm, çapraz platform bir Python geliştirme ortamı (IDE)'dir. Kod analizleri, grafiksel hata ayıklayıcısı (debugger), versiyon kontrol sistemi (VCS) ile entegre ve Django ile Python web geliştirmeleri yapılmasını sağlamaktadır.

Çapraz platformu Windows, OS X ve GNU/Linux işletim sistemleri üzerinde çalışır. PyCharm Community Edition ücretsiz olarak indirilebilir bir sürümdür. Genelde öğrenciler

tarafından kullanılmaktadır. Professional Edition ise ücretli bir sürümdür ve gelişmiş özellikleri bulunmaktadır.

Uygulamanın oluşturulması için iki farklı yazılım geliştirme ortamı kullanılmıştır. İlki için Ardunino IDE C++, ikincisi için ise Paycharm IDE Python yazılım dillerinden faydalanılmıştır.

C++ ile, cihaza IP adresi verilerek, HTML Server oluşturularak ve ısı sensöründen gelen verilerin Web Tarayıcı yardımıyla monitör edilmesi sağlanmıştır.

Python yazılım dili ile öncelikle Twilio Platformunda oluşturulan hesaba bağlantı sağlanmaktadır. Sonrasında IP adesi ile HTLM Server' ine gelen ısı verileri alınarak, eğer veri 23 derecenin üzerinde ise bağlantı sağlanan hesap aracılığıyla Whatsapp uygulaması iletisi olarak gönderilmesi sağlanmıştır. 23 derece kodların test edilmesi amacıyla seçilmiştir. Kodlar Şekil 4.12' te gösterilmiştir.

```
from twilio.rest import Client
import time
from bs4 import BeautifulSoup
import urllib.request

account_sid = 'ACa47c6c663d3f6c9ee0f8bbe557c5cc76'
auth_token = 'c6d94e900d0f184e23c3867b0a16c513'
client = Client(account_sid, auth_token)

while True:
    url = "http://10.69.250.169/"
    url_oku = urllib.request.urlopen(url)
    soup = BeautifulSoup(url_oku, 'html.parser')
    temp = (soup.find_all('a', limit=1))
    liste = list(str(temp))
    deger = int(liste[34] + liste[35])

    while deger >23:
        url = "http://10.69.250.169/"
        url_oku = urllib.request.urlopen(url)
        soup = BeautifulSoup(url_oku, 'html.parser')
        temp = (soup.find_all('a', limit=1))
        liste = list(str(temp))
        deger = int(liste[34] + liste[35])
        print(deger)
        messageTosend="Yüksek Isı Alarmı X sahasında şuan "+str(deger)+" derece ısı bulunmakta."
        message = client.messages.create(
                            body=messageTosend,
                            from_='whatsapp:+14155238886',
                            to='whatsapp:+905339655421'
                        )
        time.sleep(10)

print(message.sid)
```

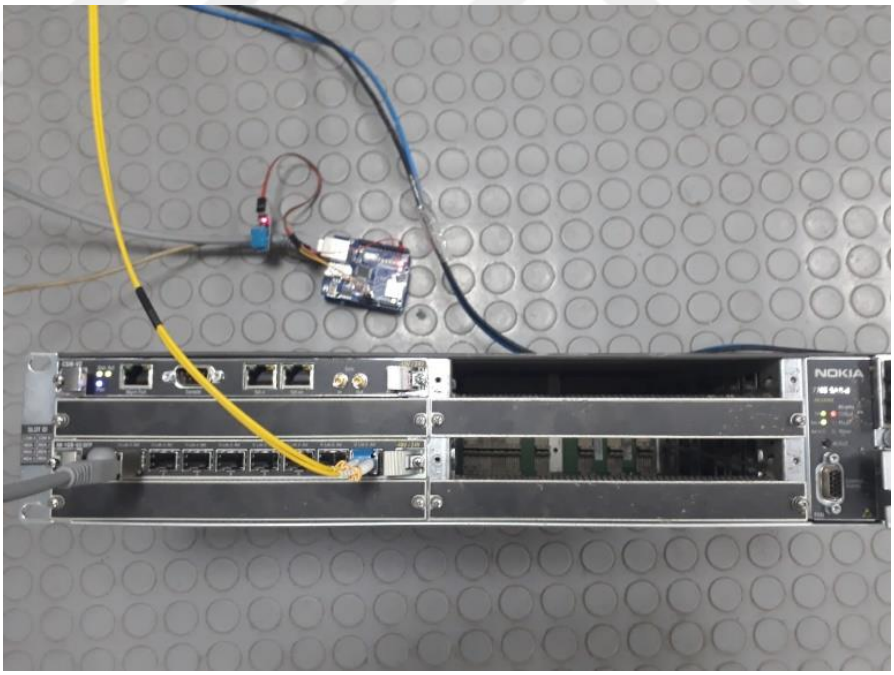
Şekil 4.12: Python Yazılım Kodları

4.4 Uygulamanın Test Edilmesi

Nesnelerin İnterneti Ağ Katmanıda bulunan ağ bağlantısının yapılması için Switch veya Router ile fiziksel bağlantı kurulması gerekmektedir. Switch olarak baz istasyonlarında kullanılan, Ericsson 20P Magazin ve Nokia 7705 SR serisi Router kullanılmıştır. Boş port

ihtiyacına göre her iki cihaz üzerinden ağ bağlantısı sağlanmıştır. Şekil 4.13' de Switch, Şekil 4.14' te Router görsellerine yer verilmiştir.

Şekil 4.13: Ericsson 20P Magazin (Switch Bağlantısı)

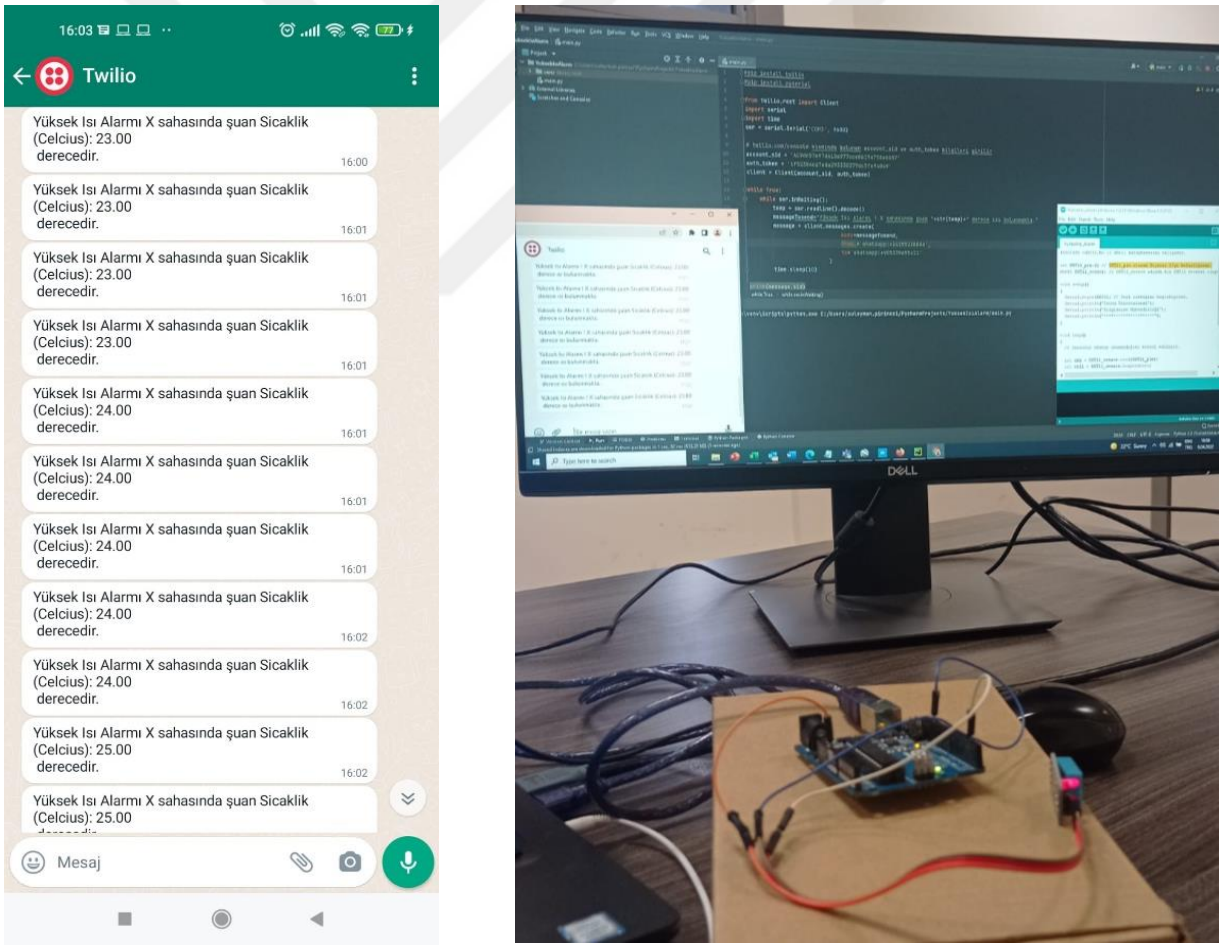


Şekil 4.14: Nokia 7705 SR (Router Bağlantısı)

Ağ bağlantısı yapılarak cihaza ait IP adresine başarılı bağlantı sağlandığı PING komutuyla test edilmiştir. Ekran çıktısına Şekil 4.15'te, Test sonuçlarına ise Şekil 4.16' da yer verilmiştir.

```
===============================================================================
A:ADTA08-4234-DIYAR-01# show router 49101 arp

===============================================================================
ARP Table (Service: 49101)
===============================================================================
IP Address      MAC Address       Expiry    Type   Interface
-------------------------------------------------------------------------------
10.69.250.169   74:d0:dc:75:40:8e 03h59m32s Dyn[I] SITEID_DIYAR_TRAFFIC
10.69.250.185   60:f1:8a:30:30:11 03h51m58s Dyn[I] SITEID_DIYAR_TRAFFIC
10.69.250.190   04:c2:41:90:bd:50 00h00m00s Oth[I] SITEID_DIYAR_TRAFFIC
-------------------------------------------------------------------------------
No. of ARP Entries: 3
===============================================================================
A:ADTA08-4234-DIYAR-01# ping router 49101 10.69.250.169
PING 10.69.250.169 56 data bytes
64 bytes from 10.69.250.169: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.557ms.
64 bytes from 10.69.250.169: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.497ms.
64 bytes from 10.69.250.169: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.508ms.
64 bytes from 10.69.250.169: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.493ms.
64 bytes from 10.69.250.169: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.497ms.

---- 10.69.250.169 PING Statistics ----
5 packets transmitted, 5 packets received, 0.00% packet loss
round-trip min = 0.493ms, avg = 0.510ms, max = 0.557ms, stddev = 0.023ms
A:ADTA08-4234-DIYAR-01#
```

Şekil 4.15: PING Testi (Ekran Çıktısı)



Şekil 4.16: Uygulama Test Sonuçları

5. BULGULAR

Bu çalışmada İnönü Üniversitesi Akıllı Şebeke Tasarımı ile sıcaklık bilgilerinin okunmasına yönelik bir haberleşme uygulaması geliştirilmiştir. Çalışmada öncelikle baz istasyonu için Nesnelerin İnterneti teknolojisi kullanımına dair literatür taraması yapılarak kaynaklardan derlenen bilgilere yer verilmiş, ardından uygulama için kullanılan her bilgiye yer verilerek geliştirmenin aşamaları işlenmiştir.

Çalışmada kullanılan sensör ve sensörlerin tasarımda kullanımına dair tasarım modellemesi bu aşamalar kullanılarak şekillendirilmiştir. Devre bağlantıları ve sensörlerin devreye yerleştirilmesini takiben kompakt bir işletim depolaması gerektiren arduinoAtmega kullanılarak sistem elemanlarının sisteme tanıtımı sağlanmıştır.

Yerel ağ aracılığıyla ulaşılan her çevrimiçi platform ve python kodlarına yer verilmiş ve sistem girişleri yapılan elemanlar ve kodlamaların sağlanması kısmına geçilerek kullanılan çevrimiçi platformlarla tasarımın şekillendirilmesi ve entegrasyonu sağlanmıştır. Verilerin sistem üzerinden anlık değerlerin izlenmesi sağlanmış ve ani sıcaklık değişiminin olup olmadığına ilişkin haberleşmeye dair ekran kontrolleri yapılmıştır. Bu işlemler sağlanırken ekran görüntüleri alınarak çalışmada içeriğinde sunulmuştur.

Çalışmanın ağ bağlantısı için baz istasyonunda kullanılan Switch ve Router cihazlarına fiziksel bağlantı sağlanmıştır.

Çalışma boyunca sistem izlemesi gerçekleştirilmiş ve platformdan alınan tüm derlemelerle izlenmeler sağlanmış ve gerçek zamanlı olarak sistem kontrolünde çalıştığı görülmüştür.

Sistemde arıza olması halinde akıllı şebekede artan ısı göstergesi anlık olarak aplikasyona tanımlanan iletişim numarasına Whatsapp uygulaması yardımıyla bildirim göndermektedir.

Sistem takibinde literatüre dayalı olarak seçilen sıcaklık izlemeleriyle gerçek zamanlı izlemeler yapılıp bilgi alınabileceği bu haberleşme sistemi ile mümkün olmuştur.

İnönü Üniversitesi için geliştirilen uygulama basit bir tarifle akıllı şebekedeki ısı artışını takip ederek tanımlanmış olan haberleşme sistemi ile bir üniversite araştırma projesi

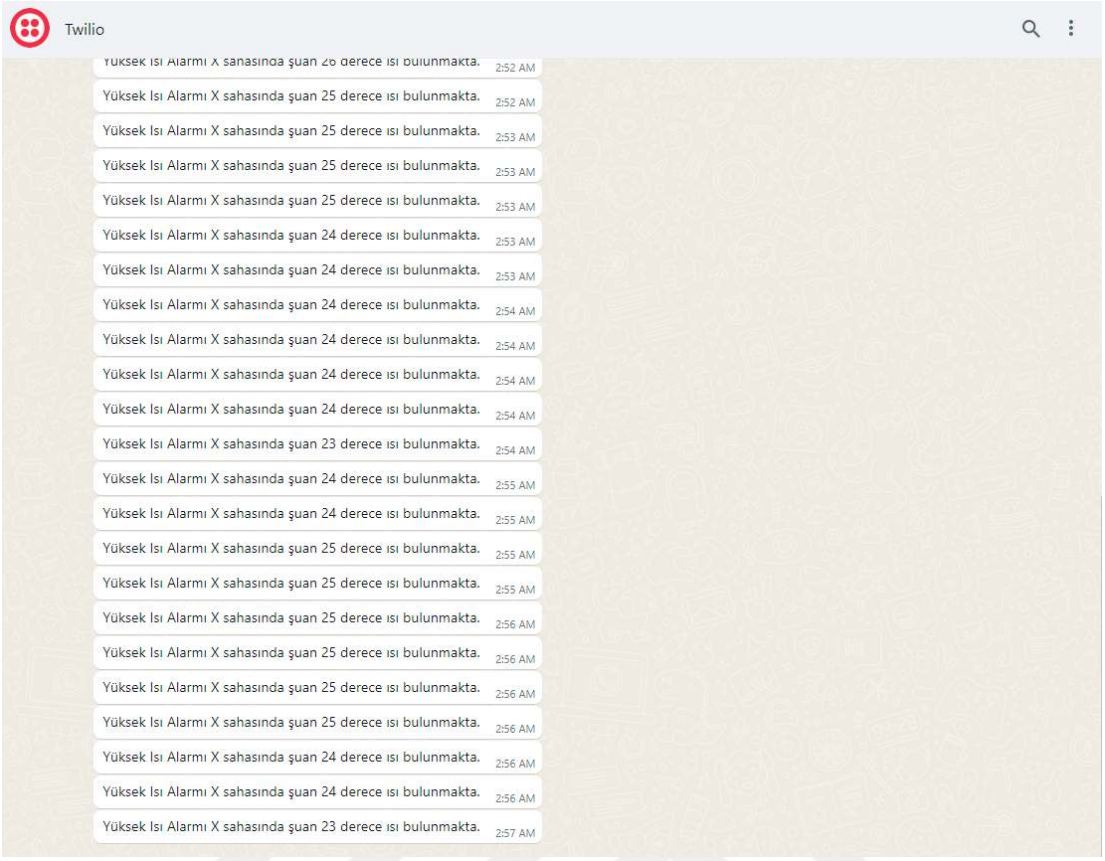
olarak sunulması akıllı uygulamaların oluşturulması konusunda, akademik katkıların öncüllük etme, projelerin şekillendirilmesi, izlemenin sistematik bir şekilde geliştirilmesi teması ile düşünüldüğünde, Nesnelerin İnternetini kullanan daha fazla uygulamanın geliştirilmesine de katkı sunabilecek bir çerçeveye sahip olarak görülmektedir.

Çalışma özelinde yapılan deneyler sonucunda, sıradan bir baz istasyonunun sensörler aracılığıyla, parametrelerin tanımlanmasına ve ölçülebilir parametrelerin anlık takibinden, zaman değişkenleriyle de izlenebilmesine dolayısıyla akıllı şebeke yaratılmasına dönüşümünü göstermektedir

Çağımızda, nesnelerin interneti ile geliştirilebilecek ve sensörler aracılığı ile gerçek zamanlı okumaların yapılması, özellikle elektrik dağıtım şirketlerinin, belediyelerin kullandığı SCADA sistemlerin yanı sıra ufak dönüşümlerle izlenebilirlik ve kontrol imkânı doğurmaktadır.

Bununla birlikte elektrik endüstriyel boyutu, şebeke baz istasyonu haricinde, elektrik dağıtım şebekeleri, akıllı ev tasarımlarının da ayrılmaz bir parçası olarak görülebilmektedir.

Baz istasyonları yüksek bütçeli projeler olmasına rağmen, kentsel uzaklığı ile halk sağlığının korunması amaç edinilen projeler olarak bilinmektedir. Sistem birleşenleri bu devasa bütçeli tesis içerisinde daimi olarak risk taşıyan unsurların başında gelmektedir. Bunlardan en bilineni, yüksek elektrik kullanımının gerçekleşmesi ve baz istasyonlarındaki ani sıcaklık yükselişi olarak bilinmektedir. Bunun en tehlikeli sonucu ise büyük çapta yangın gibi zararları doğurabilmesidir, ki yangına müdahale noktasında kentsel uzaklık sebebiyle alana geç varabilmek felaketin büyümesine neden olmaktadır. Bu zararların önüne geçilmesi için de aplikasyon oluşturmak üzere kullanılabilir olarak görülmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen sistem ile düzeneğin kurulmasıyla, ani meydana gelen ısı artışını bildirmektedir. Bu bildirime ait ekran görüntüsüne Şekil Şekil 5.1'de sunulmaktadır.



Şekil 5.1: Ani Sıcaklık Değişimi Bildirimi

Şekil 5.1'den de görüleceği üzere, sistem ani sıcaklık değişimini okuyarak bildirimde bulunmuş ve parametredeki ani yükselişini aralık değerin okunmasıyla ilişkilendirmiş ve aşırı sıcaklık bildirimini anlık olarak sunmuştur.

Bu gibi ani artışların takibi sonucunda sistemde büyük bir artış görüldüğünde çıkışı üretilmekte olup, yangın çıktısına meydan verilmeden müdahaleyi kolaylaştırabileceğini göstermektedir. İşte bu çıktının gözlemlenmesi günümüz dünyasında Nesnelerin İnterneti temelli uygulamalarla önlenebilmektedir.

Benzer biçimlerdeki felaket önlenme senaryolarında veya kapalı sistemlerin arızalarını öngörerek gerekli tedbirlerin ivedilikle alınmasında Nesnelerin İnterneti temelli teknolojilerin avantajları gün geçtikçe geliştirilen sistemlerle mümkün olabilecektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında proje üretimi ve literatüre dayalı olarak sistem sensörler ve programlanabilir devre elemanlarının birleşimi ile kontrol edilebilir ve izlenebilir bir akıllı sistem haline dönüştürülmüştür.

Baz istasyonlarının aktif durumda kalmasını sağlayarak iletişimin sürekliliğini sağlamak, saha personelinin görevidir. Saha personeli açısından farklı coğrafi konumlarda olan baz istasyonlarını sürekli gezerek, herhangi bir teknik arızanın olup olmadığını kontrol etmek oldukça maliyetli ve yorucu bir iştir. Ayrıca aylık peryodik bakımlar yapılmasına rağmen, baz istasyonlarında meydana gelebilecek sıcaklık artışı, nem artışı, elektik kesintisi, yangın gibi durumlarda, iletişim kesintisi olduktan sonra saha personeli arızaya müdahale ederek istasyonu çalışır hale getirmektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmada bir baz istasyonunun Nesnelerin İnterneti tabanlı sıcaklık takibi ve yangın kontrolü gerçekleştirilerek baz istasyonundan gelen yüksek sıcaklık alarmını, saha personeline anlık mesaj olarak ileten erken uyarı sistemi oluşturulmuştur.

Nasıl ki sağlığımız söz konusu olduğunda, sağlık çalışanlarının özellikle bizimle ilgilenen hekimin her türlü fiziksel muayeneden önce geçmiş tanılarımızı görebilmesi gerekiyor ise, her türlü cihazın da bir kontrol ve muayene geçmişi bulunmaktadır. Aynı biçimde bir de kullanım ömrü bulunmaktadır. İşte bu ömrün sağlıklı bir biçimde devam ettirilmesi, arızanın önceden tespit edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu da nihai olarak verimli kullanım zamanını arttırmakta ve ekonomik yönlü tespit ve tedavi imkanı doğurmaktadır. Günümüzün bir getirisi olarak nesnelerin interneti sistemi işte bu imkanı akıllı cihazlara dönüştürülebilecek her türden cihaz için sunabilmektedir. Aynı biçimde gelişmiş android teknolojisi günümüzde hemen herkesin her an yanında taşıdığı, iletişimin ayrılmaz bir parçası olan cep telefonlarının bir bileşenidir ve arama motorları, uydu haritaları gibi araçları kullanarak bilmediğimiz yollarda kaybolma riskine karşı bizleri koruyan uygulamalar sunmaktadır. Benzer bir mantıkla, evlerimizi, işyerlerimizi koruma imkanı da gün geçtikçe kolaylaşmaktadır. Aygıtların konuşma araçları parametreleridir. Dolayısıyla bu parametrelerin etkili bir biçimde izlenmesi, zamanında teşhis ve tedaviye imkan tanıdığı

gibi, daha büyük zarar doğurabilecek olası felaket senaryolarından da bizleri korumaktadır. Seçilecek doğru parametreler ile akıllı olmayan sistemlerin akıllı sistemlere dönüşerek "dillenmesi" sağlanabilmektedir. Bu dillenme ile sistem bize kendi durumu hakkında bilgi vermekte ve tehlike yaratabilecek veya arıza yapabilecek aralarındaki rahatsızlığı bizim görmemizi sağlamaktadır. İçinde bulunduğumuz pandemi şartlarında tabi ki doktorlarımız ve sağlık çalışanlarımızın değerleri büyüktür. Ancak sistemlerin doktoru olabilmek yüzyılların birikimi olan tıp alanında da mucizeler yaratabilecek olguları beraberinde getirmektedir.

İnsan gibi mekanik olmayan organik sistemlerde de organların birbiri ile haberleşeceği teknolojilerin uzakta olmadığını umut ederek, gelecek çalışmalarda aygıtlar için kurulan düzeneklerin, hepimizin sevdikleriyle daha uzun sağlıklı bir ömür geçirmek üzere dizayn edilmesi çalışmalarına dek, şimdilik mekanik sistemlerle yetinme şartları ile kısıtlı imkanlar sunmaktadır. Buradaki kısıtlılık, teknolojinin nimetlerinden yararlanmak isteyen insanoğlunun hayal gücünden kaynaklı olmayıp, mekanik sistemleri biyonik sistemlere dönüştürmekteki yetersizliğimizden kaynaklanmaktadır. Kompleks, bir yapı sunmayan mekanik sistemlerde izleme, biz insanlar için şu andaki çağda, tekerleğin bulunuşu kadar büyük bir coşku ile karşılanmaktadır.

İşte bu coşku temelinde nesnelerin interneti, parametrelerin sunduğu verileri okumamızı sağlayan en basit araçların bize haber vermesini sağlayabilen geniş bir medeniyetin ilk tohumu olarak görülmektedir.

Son olarak bu çalışma temelinde öncelikle modelle sağlanmış olup, deneysel şema kurulumu sağlanmış ve ısı artışlarının anlık takibinin yapılabileceği bir haber sistemi oluşturulmuştur.

Bu çalışmanın gelecek çalışmalar için bir rehber olarak kullanılması, basit düzenek kontrolünden karmaşık yapıların doğuşuna dek "uzun yolculuğun ilk adımı" olarak başvurulması ve başarılı daha çok uygulamanın bu temeller ile geliştirilmesi sonucunda başarılı olabileceği görüldüğünden önerilmektedir.

Önerilen basit sistemin Nesnelerin İnterneti teknolojilerinin temellerinin anlaşılmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Aggarwal, C. C., Ashish, N., & Sheth, A. (2013). The internet of things: A survey from the data-centric perspective. *Managing and Mining Sensor Data* (pp. 383-428). Springer, Boston, MA.

Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks, 38* (4), 393-422.

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17* (4), 2347-2376.

Alam, F., Mehmood, R., Katib, I., & Albeshri, A. (2016). Analysis of eight data mining algorithms for smarter Internet of Things (IoT). *Procedia Computer Science*, *98*, 437-442.

Alsabak, K. F. M. (2021). *Bulut bilişim hizmetlerini kullanarak nesnelerin interneti tabanlı bir uygulamanın geliştirilmesi* (Doktora tezi, Kastamonu Üniversitesi).

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks, 54* (15), 2787-2805.

Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications, 58* (1), 49-69.

Bélissent, J. (2010). Getting clever about smart cities: New opportunities require new business models. *Cambridge, Massachusetts*, *USA, 193*, 244-77.

Bris, A. C., Heng, C., Bruno. L. (2019). Smart City Index 2019.

Büyüktanır, T., & Özer, B. (2017). *Nesnelerin İnterneti*. Kodlab.

Cisco, V. (2018). Cisco visual networking index: Forecast and trends, 2017–2022. *White Paper*, *1* (1).

Çavdar, T., & Öztürk, E. (2018). Nesnelerin interneti için yeni bir mimari tasarımı. *Sakarya University Journal of Science, 22* (1), 39-48.

Desai, P., Sheth, A., & Anantharam, P. (2015). Semantic gateway as a service architecture for iot interoperability. *IEEE International Conference on Mobile Services* (pp. 313-319). IEEE.

Diginomica. (2018). Walmart as "innovation company" - the CEO perspective on retail digital transformation. Diginomica. Access: March, 17, 2022 https://diginomica.com/walmart-as-innovation-company-the-ceo-perspective

EC. (2013). Report on the Public Consultation on IoT Governance

Erdem, Ö. (2015). *HoneyThing: nesnelerin interneti için tuzak sistem.* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Şehir Üniversitesi,

EU-IoT (2009). Internet of Things – An Action Plan for Europe.

Forbes. (2018). Microsoft Soars: How Azure, AI And IoT Are Driving Cloud Hypergrowth At $20-Billion Scale. Forbes. Access: 14 February 2022. https://www.forbes.com/sites/bobevans1/2018/05/03/microsoft-soars-10-factorsdriving-satya-nadellas -20-billion-cloud-juggernaut/#234d406a2037

Ganz, F., Li, R., Barnaghi, P., & Harai, H. (2012). A resource mobility scheme for service-continuity in the Internet of Things. *IEEE International Conference on Green Computing and Communications* (pp. 261-264). IEEE.

Giusto, D., Iera, A., Morabito, G., & Atzori, L. (Eds.) (2010). *The internet of things: 20th Tyrrhenian workshop on digital communications*. Springer Science & Business Media.

Gómez Romero, C. D., Díaz Barriga, J. K., & Rodríguez Molano, J. I. (2016). Big Data Meaning in the Architecture of IoT for Smart Cities. *International Conference on Data Mining and Big Data* (pp. 457-465). Springer, Cham.

Gökrem, L., & Bozuklu, M. (2016). Nesnelerin interneti: Yapılan çalışmalar ve ülkemizdeki mevcut durum. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (13), 47-68.

I-CIO. (2018). John Deere: How information-enabled farming will feed the world I-CIO. Access: December, 20, 2021, https://www.i-cio.com/innovation/internet-of-things/item/johndeere-how-information-enabled-farming-will-feed-the-world

Jain, D., Krishna, P. V., & Saritha, V. (2012). A study on Internet of Things based applications. *arXiv preprint arXiv:1206.3891*.

Khalil, E. A., & Özdemir, S. (2018). Nesnelerin internetine genel bir bakış: Kavram, özellikler, zorluklar ve fırsatlar. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(2), 311-326.

Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S. (2012). Future Internet: the Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges. *10th International Conference on Frontiers of Information Technology* (pp. 257-260). IEEE.

Kim, D., & Solomon, M. G. (2016). *Fundamentals of Information Systems Security: Print Bundle*. Jones & Bartlett Learning.

Li, J., Wang, Y., & Sun, T. (2013). A Hybrid genetic algorithm for task scheduling in internet of things. In ICIT 2013 The 6th International Conference on Information Technology.

Macedo, D., Guedes, L. A., & Silva, I. (2014). A dependability evaluation for Internet of Things incorporating redundancy aspects. *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control* (pp. 417-422). IEEE.

Madakam, S., Ramaswamy, R., Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications, 3* (05), 164.

Magrassi, P., Panarella, A., Deighton, N., & Johnson, G. (2001). Computers to acquire control of the physical world (T-14-0301, 2001.). Stanford, USA, Gartner Research Report

Minerva, R., Biru, A., & Rotondi, D. (2015). Towards a definition of the Internet of Things (IoT). *IEEE Internet Initiative, 1* (1), 1-86.

Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks, 10* (7), 1497-1516.

Önal, A. C. (2019). *MIS-IOT: Modüler akıllı sunucu tabanlı nesnelerin interneti platform yazılımı* (Yüksek lisans tezi, TOBB ETÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).

Presser, M. (2016). The rise of IoT–why today. *First Published on January*, 12, 2016.

Ray, P. P. (2016). Internet of things cloud enabled MISSENARD index measurement for indoor occupants. *Measurement*, *92*, 157-165.

Sarkar, C., SN, AUN, Prasad, R. V., Rahim, A., Neisse, R., & Baldini, G. (2014). DIAT: A scalable distributed architecture for IoT. *IEEE Internet of Things Journal, 2* (3), 230-239.

Scully, P. (2020). Top 10 IoT applications in 2020. IoT Analytics: Market Insights for the Internet of Things. Access: July, 22, 2021, https://iot-analytics.com/top-10-iot-applications-in-2020/

Shen, G., & Liu, B. (2011). The Visions, Technologies, Applications and Security Issues of Internet of Things. *International conference on E-Business and E-Government (ICEE)* (pp. 1-4). IEEE.

Tan, L., & Wang, N. (2010). Future Internet: The Internet of Things. *3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)* (Vol. 5, pp. V5-376). IEEE**.**

Tsai, C. W., Lai, C. F., & Vasilakos, A. V. (2014). Future internet of things: open issues and challenges. *Wireless Networks, 20* (8), 2201-2217.

TU Automotive (2019). Volvo Claims 1M Connected Car Milestone. TU Automotive. Access: June, 25 2021, https://www.tu-auto.com/volvo-claims-1m-connected-car-milestone/

World Medical Innovation Forum (2020). Calibrating Innovation Opportunity and Urgency. Access: January, 17, 2022, https://www.youtube.com/watch?v=VXyvxIMQi0c

Yetimler E. (2017). Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) Nedir? Cihazların Etkileşim Trendleri**.** Erişim: 24 Ekim 2021, https://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazlarin-etkilesim-trendleri

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Mehmet Süleyman PİRİNÇÇİ

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans :** 2014, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, Yazılım Mühendisliği (İngilizce)

MESLEKİ DENEYİM:

- 2020– Devam etmekte RF ENGINEER & OPTIMIZATION (Turk Telekom) PI-WORKS
- 2019–2020 TN NETWORK TEAM LEADER (DYB-Turkcell BCO) KAREL
- 2016–2019 TRANSPORT ACCESS NETWORK ENGINEER (DYB-Turkcell BCO) HUAWEI
- 2015–2016 TRANSPORT ACCESS NETWORK ENGINEER(DYB-Turkcell BCO) ASUR Iletşim

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR

- **Pirinççi M. S. ve Akkaya A. E. (2022, April).** Baz İstasyonu Yüksek Sıcaklık Erken Uyarı Sistemi. 7. Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi (s. 123-130).