

Veri Merkezi İç Ortam Koşulları için IoT Tabanlı Gerçek Zamanlı İzleme Sistemi

Hakan ÜÇGÜN^{1*}, Büşra PARLAK², Cihan KARAKUZU³

^{1,2,3}Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bilecik

¹<https://orcid.org/0000-0002-9448-0679>

²<https://orcid.org/0009-0001-4312-4287>

³<https://orcid.org/0000-0003-0569-098X>

*Sorumlu yazar: hakan.ucgun@bilecik.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 14.08.2023

Kabul tarihi:26.11.2023

Online Yayınlanma: 11.03.2024

Anahtar Kelimeler:

Nesnelerin interneti

Veri merkezi

İzleme sistemi

İç ortam kalitesi

Raspberry pi

ÖZ

İnternet çağını yaşadığımız şu günlerde veri merkezleri, kullanıldığı işletmeler veya kurumlar için bilginin erişilmesi, saklanması ve kullanılması için hayati önem taşımaktadır. İçerisinde sunucu sistemleri ve sunucu bilgisayarları barındıran veri merkezleri sürekli gözetim altında tutulması gereken kritik öneme haiz bilgisayar sistemleridir. Bu bakımdan veri merkezlerinin kurulumlarının yapıldığı odalarda veya merkezlerde bazı iç ortam parametrelerin ele alınması ve bu parametrelerin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu çalışmada, veri merkezinin bulunduğu bir oda içerisindeki iç ortam parametrelerinin izlenmesi ve herhangi bir sorun tespit edilmesi durumunda e-posta yoluyla ilgili kullanıcıların uyarılmasına imkân sağlayan Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı bir sistem gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen sistemde Raspberry Pi 3 mini-bilgisayar kartı kullanılmış ve veri merkezi içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri, ses şiddeti, hareket tespiti, yangın tespiti, sıvı tespiti gibi parametreler ele alınmıştır. Ele alınan parametreler, geliştirilen web arayüzü ile anlık ve gerçek zamanlı olarak izlenmiştir. Sistem, veri merkezindeki iç ortam koşullarında meydana gelen anormal durumları tespit etmede başarılı olmuş ve hızlı bir şekilde önlemler alınabilmesi için ilgili kullanıcılara uyarılarda bulunmuştur.

IoT Based Real Time Monitoring System for Data Center Indoor Conditions

Research Article

Article History:

Received: 14.08.2023

Accepted: 26.11.2023

Published online: 11.03.2024

Keywords:

Internet of things

Data center

Monitoring system

Indoor quality

Raspberry pi

ABSTRACT

In these days when we live in the internet age, data centers are vital for businesses or institutions where they are used to access, store and use information. Data centers, which contain server systems and server computers, are sensitive critical computer systems that must be kept under constant surveillance. In this regard, some indoor parameters should be handled in rooms or centers where data centers are installed and these parameters should be kept under control. In this study, an Internet of Things (IoT) based system has been implemented that allows monitoring the indoor environment parameters in a data center are located and alerting the relevant users via e-post in case any problems are detected. In the developed system, a Raspberry Pi 3 mini computer card was used and parameters such as temperature and humidity values, sound intensity, motion detection, fire detection, liquid detection in the data center were discussed. The considered parameters has monitored instantly and in real-time with the developed web interface. The system was successful in detecting abnormal conditions in the indoor conditions in the data center and warned the relevant users so that measures could be taken quickly.

1. Giriş

Veri merkezleri, herhangi bir kurum veya firmadan gelen tüm önemli bilgilerin depolandığı ve içerisinde sunucular, yönlendiriciler, anahtarlar ve güvenlik duvarları ile yedekleme cihazları, yangın söndürme tesisleri ve klima gibi bir dizi elektronik ekipmanı barındıran bir tesistir. Yapısı gereği, çalıştığı sektör ne olursa olsun, sürekli olarak hizmet sağlayabilme kapasitesine sahip olması gerekmektedir. Bunu başarabilmek için veri merkezlerinin fiziki olarak buldukları ortam koşullarının en uygun değerlerde tutulması gerekmektedir. Sıcaklık ve nem, bir veri merkezindeki sunucuların doğru çalışmasını ve bütünlüğünü belirleyen önemli etmenlerdendir. Sıcaklık çok yüksekse donanıma zarar verebilir ya da çok düşük sıcaklık çok fazla elektrik gücü gerektirebilir ve bu da elektrik israfına neden olabilir (Utomo ve ark., 2019). Öte yandan, yüksek veya düşük nem, statik elektrik boşalması, metal bileşenlerin korozyonu ve ekipmana su hasarı gibi olası sorunlara yol açar. Bu nedenle, sıcaklık ve nemin uluslararası standartlar (Lajevardi ve ark., 2015) ile aynı seviyelerde tutulması önemlidir. Bu parametrelere ek olarak yangın ve sıvı tespitinin yapılması ve bu tarz durumların oluşması halinde kullanıcıların hızlı bir şekilde aksiyon alması da veri merkezinin çalışmasını önemli bir şekilde etkileyebilmektedir.

Günümüzde internet, bilgi aktarımında en önemli rolü üstlenen iletişim araçlarından bir tanesidir. Teknoloji sadece bilgi paylaşımından ziyade veri toplama, veri analizi ve internet üzerinden cihazları uzaktan kontrol etmeye doğru ilerliyor ve bu da IoT adı verilen yeni bir teknoloji ile sonuçlanıyor. IoT, sensör, gömülü sistemler, bilgi işlem ve iletişim teknolojilerinin bir entegrasyonudur. IoT'nin amacı, herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde herhangi bir şeye kesintisiz hizmetler sağlamaktır (Swamy ve Kota, 2020). IoT, verileri gerçek zamanlı olarak toplamak, kontrol etmek, analiz etmek ve paylaşmak için çeşitli fiziksel cihazların birbirine bağlanmasıdır (Lin ve ark., 2017; Liu ve ark., 2020). IoT teknolojisinin kapsamlı büyümesi için motive edici faktör, imalat endüstrilerinin, hizmet sağlayıcıların ve yazılım endüstrilerinin çoğunun daha fazla yatırım yapması ve IoT teknolojilerini daha hızlı benimsemesidir. IoT, yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır (Miori ve Russo, 2017). Enerjinin verimli kullanılması, veri ölçeklenebilirliği, ortak çalışma alanları ve güvenlik sorunları gibi baskın sistem düzeyinde tasarım süreçleri, potansiyel IoT sistemlerinin kullanımıyla sonuca ulaşabilmektedir (Swamy ve Kota, 2020).

Bu çalışma kapsamında, veri merkezi içerisindeki iç ortam koşullarının izlenmesi ve anormal bir durum oluşması halinde yetkili kullanıcıların ilgili durumdan haberdar edilmesine imkân sağlayan IoT tabanlı bir sistem gerçekleştirilmiştir. Sistem içerisindeki sensörlerden (alev, hareket, ses, sıcaklık ve nem, sıvı tespiti) alınan ortam parametrelerine ait değerler Raspberry Pi kartı ile işlenmiş ve iç ortama ait sayısal veriler tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, veri tabanına aktarılmış ve hazırlanan kullanıcı arayüzü üzerinden anlık olarak gösterim sağlanmıştır. Veri merkezi iç ortam parametrelerinde anormal bir durum

olması halinde ilgili kullanıcılara e-posta yoluyla bildirim verilerek anormal durumların hızlı bir şekilde ortadan kaldırılmasına yönelik uyarı süreçleri gerçekleştirilmiştir.

2. Literatür Araştırması

Dünya çapındaki hızlı dijitalleşme nedeniyle veri merkezlerinin kullanımının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Günümüz dünyası internete ve sunduğu hizmetlere kritik önem vermektedir. Sosyal ağ, elektronik ticaret ve bulut hizmetleri gibi pek çok alanda, tüm kullanıcılara ulaşmak için uzak veri merkezlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ticari şirketler, hassas verileri depoladıkları ve veri merkezlerine büyük ölçüde bağımlı olduklarından, veri merkezlerinin doğru şekilde çalışmasını sağlamak kritik öneme sahiptir (Marcinkevics ve ark., 2023). Veri merkezlerinin güvenilir bir şekilde çalışabilmesi ve donanımsal olarak ortam parametrelerinden etkilenmemesi için sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla literatürdeki bazı çalışmalar aşağıda kısaca ele alınmıştır. Tablo 1’de de bu çalışmaların önemli özellikleri listelenmiştir.

Ramphela ve arkadaşları (Ramphela ve ark., 2020), veri merkezi içerisindeki sıcaklık, nem, konum, hareket, duman, su ve voltaj değişimi gibi ortam parametrelerinin izlenmesine imkân sağlayan bir sistem geliştirmişlerdir. Sistem içerisinde ortama ait veriler hazırlanan bir arayüz ile kullanıcılara aktarılmakta ve ek olarak bir Telegram sohbet botu ile mesaj olarak ilgili kullanıcılara gönderilmektedir. Santiago ve arkadaşları (Santiago ve ark., 2019), veri merkezinin sıcaklığını ve nemini gerçek zamanlı olarak izlemek için temel, uyarlanabilir ve düşük maliyetli bir IoT sistemi geliştirmişlerdir. Sensörlerden elde edilen veriler web sitesinde grafiksel biçimde görüntülenebilir. Uygulama kapsamında sıcaklık veya nem değerleri ASHRAE ve ICREA standartlarının belirlediği limitleri aştığında, bir mobil uygulamaya bildirim gönderilmektedir. İzleme sonuçlarından, veri merkezindeki sıcaklığı manuel olarak kontrol edilmektedir. Kurniawan ve arkadaşları (Kurniawan ve ark., 2019), sunucu odası içerisindeki sıcaklık ve nem bilgilerinin izlenmesine imkân sağlayan bir uygulama geliştirmişlerdir. ESP8266 kartı ile bağlı olan Wemos DHT Shield üzerinden sıcaklık ve nem bilgileri alınarak Raspberry Pi kartına gönderilmektedir. Alınan veriler, web sitesi üzerinden grafiksel olarak gösterilmektedir. Sensör ve zaman bilgileri, WhatsApp üzerinden uyarı mesajları şeklinde gönderilmektedir. Polonelli ve arkadaşları (Polonelli ve ark., 2019), bir veri merkezindeki sıcaklık ve nem verilerinin algılanmaması için LoRa kablosuz sensör düğümlerinin kullanıldığı bir uygulama geliştirmişlerdir. LoRaWAN ağı, güç ve iletişim için kablolamaya gerek olmadığından veri merkezi tesislerinde kolay dağıtım avantajı sunmaktadır. Önerilen düğümler ve LoRaWAN WSN, veri merkezi odası ve ortam izleme için güvenilir veriler sağlayabilmektedir. Elde edilen verilerin analizi ve izlenmesi için Grafana platformu kullanılmıştır. Onibonoje ve arkadaşları (Onibonoje ve ark., 2019), sunucu odasındaki çevresel faktörleri gerçek zamanlı olarak izlemek ve kontrol etmek için IoT tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. Sunucu odasındaki olumsuz etkinin ana faktörü olan ısı indeksini, alandaki hava sıcaklığı ve nem ile ilişkilendiren bir model önerilmiştir. Sistem içerisindeki donanım ve yazılım birimleri ile elektrik kesintisi, ısı, su kaçağı, duman, alev ve ışık sönmeleri durumlarını izleyerek sunucu odasının izlenmesini

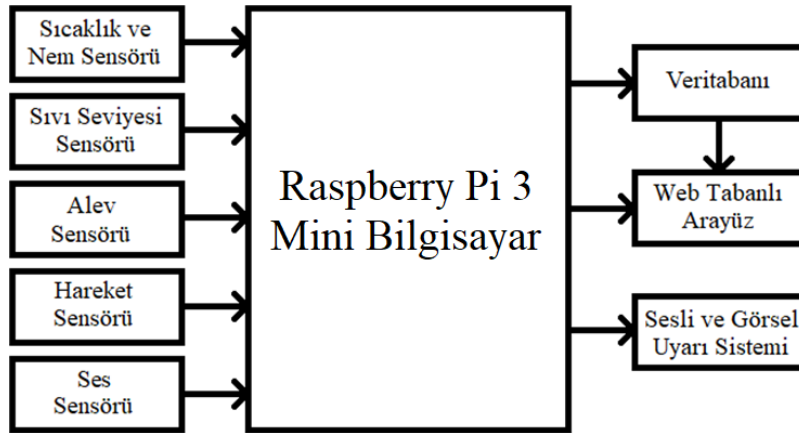
sağlamışlardır. Elde edilen veriler, internet ortamı aracılığıyla yöneticiye iletilmektedir. Nasution ve arkadaşları (Nasution ve ark., 2019), sunucu odası içerisindeki sıcaklık ve nem verilerini uzaktan izleme imkânı sağlayan bir sistem gerçekleştirmişlerdir. Sensör verileri gerçek zamanlı olarak (her 30 saniyede bir) ThingSpeak ortamına aktarılmakta ve kullanıcılara görsel olarak gösterilmektedir. Li ve arkadaşları (Li ve ark., 2019), veri merkezleri içerisindeki sıcaklık ve nem verilerini izlemek için yeni bir düşük enerjili pille çalışan kablosuz sensör ağı tasarımı olan LEMoNet'i kullanmışlardır. Düşük güç tüketimi ile yüksek veri güvenilirliği arasındaki dengeyi sağlamak için iki katmanlı bir ağ mimarisi ve çok modlu bir veri alışverişi protokolü kullanılmıştır. Deneysel ve benzetim çalışmaları, LEMoNet'in yüksek güvenilirliğini, ölçeklenebilirliğini ve güç verimliliğini göstermiştir. Purwanto ve arkadaşları (Purwanto ve ark., 2018), sunucu odasının sıcaklık ve nemini kontrol etmede bulanık kontrol sisteminin hızını ve etkinliğini test eden bir sistem geliştirmişlerdir. Sensör verilerinin web tabanlı izlenmesi için Twitter üzerinden gerçek zamanlı bildirimler kullanılmıştır. Cong ve arkadaşları (Cong ve ark., 2020), veri merkezi için LoRa'ya dayalı bir kablosuz termal izleme sistemi geliştirmişlerdir. Çalışma kapsamında veri merkezinde daha az düğümle düşük maliyetli, istikrarlı, yüksek kapsama alanı ve enerji açısından verimli bir WSN tasarlanması hedeflenmiştir. Yönetim ve bakımı kolaylaştırmak için uç cihaz ve ağ geçidi, bir LoRa protokolü ağı aracılığıyla iletişim kurmaktadır. Aynı zamanda, ağ geçidi ile sunucu arasında bilgi alışverişinde bulunmak için Message Queuing Telemetry Aktarımı (MQTT) protokolü kullanılmıştır.

Tablo 1. Literatürdeki benzer çalışmalar karşılaştırma tablosu

Referans	İşlemci	Veriler	Mimari	Bağlantı	Veri Erişimi
(Ramphela ve ark., 2020)	Raspberry Pi	Sıcaklık, Nem, Duman, Konum, Hareket, Su ve Voltaj Değişimi	IoT	Kablolu	PowerBi Dashboard Telegram Mesajı
(Santiago ve ark., 2019)	Arduino Uno	Sıcaklık ve Nem	IoT	Ethernet Shield card	Mobil Uygulama
(Kurniawan ve ark., 2019)	ESP8266/ Raspberry Pi	Sıcaklık ve Nem	IoT	Kablosuz	Web Arayüz WhatsApp Mesajı
(Polonelli ve ark., 2019)	STM32L4	Sıcaklık ve Nem	LoRaWAN WSN	Kablosuz	Grafana
(Onibonoje ve ark., 2019)	Arduino Uno, Arduino Nano	Sıcaklık, Nem, Su Kaçağı, Duman, Alev ve Işık	GPRS/ GSM	Kablosuz	Bilgisayar ve Mobil Uygulama
(Nasution ve ark., 2019)	LattePanda	Sıcaklık ve Nem	IoT	Kablolu	ThingSpeak
(Li ve ark., 2019)	Raspberry Pi 3	Sıcaklık ve Nem	LEMoNet WSN	Kablosuz	Simülasyon
(Purwanto ve ark., 2018)	WeMos D1	Sıcaklık ve Nem	IoT	Kablolu	Web Arayüzü Twitter Mesajı
(Cong ve ark., 2020)	STM32 L151C8T6	Sıcaklık ve Nem	LoRa WSN	Kablosuz	Web Arayüzü
Çalışma	Raspberry Pi	Sıcaklık, Nem, Ses, Hareket, Alev, Sıvı Seviyesi	IoT	Kablolu	Web Arayüzü E-posta

3. Materyal ve Metot

Veri merkezinin izlenmesi amacıyla geliştirilen sistemin algılama birimi içerisinde sıcaklık ve nem sensörü, sıvı seviyesi sensörü, hareket sensörü, alev sensörü ve ses sensörü kullanılmıştır. Sensörlerden alınan verilerin işlenmesi ve internet ortamına aktarılması amacıyla IoT çalışmalarında sıkça kullanılan Raspberry Pi 3 kartı kullanılmıştır. Veri merkezi izleme sistemine ait blok şema Şekil 1’de verilmiştir. İç ortama ait ham veriler sensörler aracılığıyla alınmakta ve Raspberry Pi 3 kartına aktarılmaktadır. Sensörlerden alınan ham verilerin işlenmesi ile iç ortama ait sıcaklık, nem, sıvı, ses, alev ve hareket durumlarına ait parametreler elde edilmektedir. Elde edilen ortam parametreleri, depolanmak ve kullanıcılara aktarılmak için hazırlanan veritabanı içerisine kaydedilmektedir. Geliştirilen web tabanlı arayüz ile ortam parametreleri kullanıcılara anlık olarak aktarılmaktadır. Geliştirilen sistem içerisinde, herhangi bir ortam parametresinde belirlenen eşik seviyeler dışarısında bir değer tespit edilmesi durumunda ilgili kullanıcılara e-posta yoluyla bildirimler gönderilmektedir. Ek olarak sesli ve görsel olarak kullanıcıları ilgili durumdan haberdar edecek bir uyarı sistemi de bulunmaktadır. Sistem içerisinde, işletim sistemi olarak Raspbian OS kullanılmıştır. Yazılımsal olarak sensör verilerinin işlenmesinde Python programlama dili, verilerin depolanması için MySQL veritabanı ve web arayüzü için HTML, CSS ve PHP programlama dilleri kullanılmıştır.



Şekil 1. Veri merkezi izleme sisteminin blok şeması

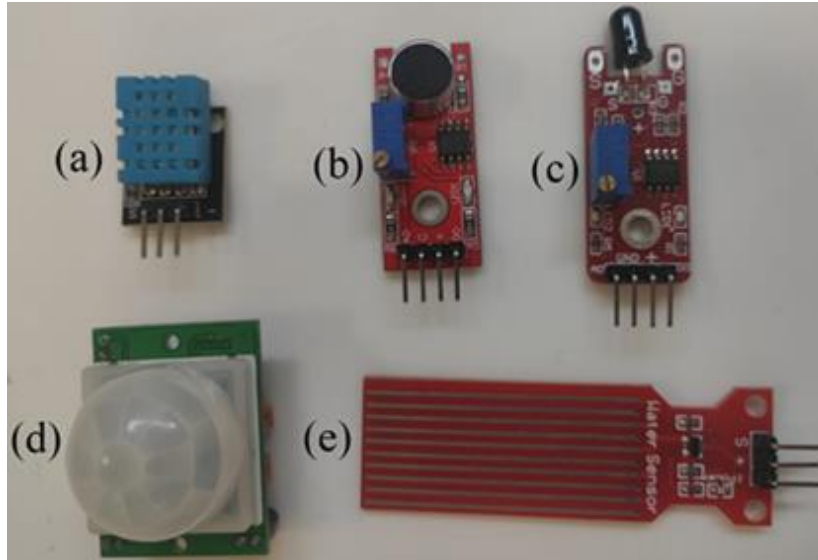
3.1. Raspberry Pi 3 Mini Bilgisayar

Raspberry Pi, bilgisayar bilimi eğitimi teşvik etmek ve donanım ve yazılımla deney yapmayı teşvik etmek için oluşturulmuş kompakt, tek kartlı bir bilgisayardır. İlk Raspberry Pi 2012'de piyasaya sürüldü ve o zamandan beri farklı özelliklere sahip birkaç model piyasaya sürüldü. Raspberry Pi'nin uyarlanabilirliği, göze çarpan özelliklerinden biridir. Medya merkezleri, robotik ve ev otomasyonu gibi birçok uygulama için kullanılmaktadır. Linux işletim sisteminin bir varyantında çalışır ve kullanıcıların çeşitli sensörleri, eyleyicileri bağlayıp denetlemesine olanak tanıyan USB bağlantı noktaları, HDMI çıkışı ve GPIO (Genel Amaçlı Giriş/Çıkış) pinleri ve diğer çevre birimleri dâhil olmak üzere bir dizi giriş ve çıkışa sahiptir. Ek olarak Raspberry Pi, Python, Scratch ve C gibi çeşitli programlama dilleri

kullanılarak kolaylıkla programlanabildiği için programlama ve bilgisayar bilimi kavramlarını öğrenmek için mükemmel bir geliştirme aracıdır (Sathish ve ark., 2023).

3.2. İzleme Sistemi Algılama Birimi

Veri merkezi içerisindeki iç ortam parametrelerini elde etmek için kullanılan algılama birimi, 5 sensörden (alev sensörü, DHT11 sıcaklık ve nem sensörü, hareket sensörü, ses sensörü ve sıvı seviyesi sensörü) oluşmaktadır. DHT11 sensörü bulunduğu ortamın sıcaklık ve nemini ölçmek için kullanılan bir sensördür (Şekil 2.a). Sıcaklık ölçümü için NTC birimi, nem ölçümü için ise nem ölçüm biriminin kullanıldığı DHT11 dijital olarak çıkış veren bir sensördür. Ses sensörü, ortamdaki ses dalgalarını elektrik sinyallerine çevirmek için kullanılan ve ses oranını tespit etmek için kullanılan sensördür (Şekil 2.b). Üzerinde bulunan mikrofon birimi ile bulunduğu ortamdaki ses değişikliklerini tespit etmekte, üzerindeki trimpot aracılığıyla tespit işlemlerinde gerekli hassasiyet ayarlanmakta olup dijital olarak çıkış vermektedir. Alev sensörü, 760 - 1100 nm arası dalga boyundaki ateşleri algılamak amacıyla bir IR alıcı barındırmaktadır (Şekil 2.c). Üzerinde bulunan trimpot aracılığıyla tespit işlemlerinde hassasiyet ayarlanmakta olup dijital çıkış vermektedir. PIR hareket sensörü, ortamdaki anormal hareketliliğin tespit edilmesi amacıyla kullanılan ve bu tarz durumlarda uyarı veren sensördür (Şekil 2.d). İçerisinde bulunan kızılötesi algılama birimi ile görüş alanında herhangi bir değişikliğin meydana gelmesi durumunda dijital olarak çıkış vermektedir. Sıvı seviyesi sensörü, ortamda herhangi bir su ya da sıvı kaçağı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla kullanılan bir sensördür (Şekil 2.e). Üzerinde bulunan paralel şekildedeki iletken hatlara sıvının temas etmesi ile dijital olarak çıkış vermektedir.



Şekil 2. Veri merkezi izleme sisteminde kullanılan algılama birimleri

3.3. Veri Tabanı Tasarımı

Veri merkezi içerisindeki iç ortam parametrelerine ait değerlerin tespit edilmesinden sonra saklanması ve gerçek zamanlı olarak kullanıcılara aktarılabilmesi için veritabanı oluşturulmuştur. Raspbian işletim sistemi içerisinde MySQL sunucusunu kurulması ile veritabanı işlemlerine başlanmış ve phpMyAdmin arayüzü üzerinden veri tabanı ile ilgili yönetim süreçleri gerçekleştirilmiştir. Sensörler aracılığıyla alınan sıcaklık, nem, sıvı tespiti, ses şiddeti, alev ve hareket durumu parametrelerine ek olarak anlık zaman bilgileri de alınmakta ve bu değerler veri tabanına kaydedilmektedir. Arka planda yazılan web servisleri ile veri tabanındaki ortam parametreleri web ara yüzüne aktarılmaktadır. Veritabanı içerisinde sensörler ile ilgili tabloların haricinde ek olarak izleme sistemini yönetecek olan kullanıcılara ait bilgilerin tutulduğu tablolara da bulunmaktadır. Şekil 3'te sensörlerden alınan verilere ait veritabanı tablosunun örnek bir bölümü verilmiştir. İzleme sisteminin çalışması süresinde her 5 saniyede bir ortam verisi alınarak veri tabanına eklenmektedir. Herhangi bir ortam parametresinde sorun yaşanması durumunda ilgili sensörün uyarı vermesine bağlı olarak kayı sürecinde değişiklikler meydana gelebilmektedir.

Gözet	Yapı	SQL	Ara	Ekle	Dışa aktar	İçe aktar	Yetkiler	İşlemler	ID	ZAMAN	SICAKLIK	NEM	YANGIN	HAREKET	SU	SES
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4016	2023-06-14 14:15:39	25	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4017	2023-06-14 14:15:50	25	52	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4018	2023-06-14 14:15:58	25	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4019	2023-06-14 14:18:15	25	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4020	2023-06-14 14:18:23	25	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4021	2023-06-14 14:18:30	25	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4022	2023-06-14 14:18:38	25	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4023	2023-06-14 14:19:27	26	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4024	2023-06-14 14:19:34	26	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4025	2023-06-14 14:19:42	26	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	Düzenle	Kopyala	Sil	4026	2023-06-14 14:23:03	25	52	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Şekil 3. Veritabanı ölçüm bilgileri tablosu

3.4. Kullanıcı Arayüzü Tasarımı

İzleme sistemi için geliştirilen web arayüzü ile iç ortama ait parametre değerlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve kullanıcılara bilgi verilmesi sağlanmıştır. Veri tabanına aktarılan parametre değerleri, web servisi ile ayrı ayrı alınmaktadır. Geliştirilen web arayüzü Şekil 4'te verilmiştir. Sistemde yetkili yöneticinin giriş yapmasında sonra ölçümler isimli sayfa açılmaktadır. Sayfa içerisindeki tabloda, anlık zaman, sıcaklık, nem, yangın, su, hareket ve ses değerleri takip edilmektedir. Bu sayede yönetici, anlık olarak ortamın durumunu ve sensör verilerini gözlemleyebilmektedir. Sistem içerisinde bazı

parametreler **VAR** veya **YOK** şeklinde web arayüzü üzerinden aktarılmıştır. Web arayüzü üzerinden sistemi denetleyecek yöneticiler ile ilgili de temel olarak veri tabanına ekleme, güncelleme ve silme gibi işlemler yapılabilmektedir. İlgili yönetici, kaydı eklendikten sonra sistemi kullanmaya başlamaktadır. Ortamdaki sıcaklık ve nem değerleri için Highcharts Kütüphanesi kullanılarak grafikler oluşturulmuştur.

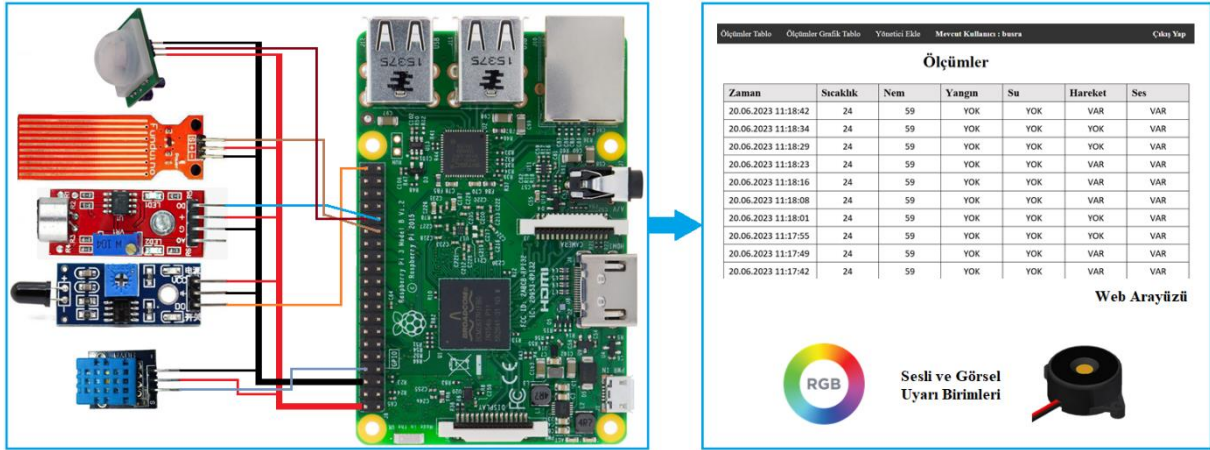
Ölçümler

Zaman	Sıcaklık	Nem	Yangın	Su	Hareket	Ses
20.06.2023 11:18:42	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:18:34	24	59	YOK	YOK	YOK	VAR
20.06.2023 11:18:29	24	59	YOK	YOK	YOK	VAR
20.06.2023 11:18:23	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:18:16	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:18:08	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:18:01	24	59	YOK	YOK	YOK	VAR
20.06.2023 11:17:55	24	59	YOK	YOK	YOK	VAR
20.06.2023 11:17:49	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:17:42	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:17:34	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:17:27	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:17:19	24	59	YOK	YOK	YOK	VAR
20.06.2023 11:17:14	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:17:06	24	59	YOK	YOK	VAR	VAR
20.06.2023 11:16:59	24	59	YOK	YOK	YOK	VAR

Şekil 4. İzleme sistemi web arayüzü

4. Bulgular

Veri merkezi iç ortam parametrelerinin izlenmesi ve takibi için geliştirilen sisteme ait işlevsel bağlantı şeması ve web arayüzü ile etkileşim Şekil 5’te verilmiştir. Geliştirilen izleme sistemi, veri toplama ve kullanıcılara aktarma olarak iki aşamada çalışmaktadır. İlk aşamada algılama birimi içerisindeki sensörlerden iç ortama ait ham veriler alınmakta Raspberry Pi 3 mini bilgisayar kartına gönderilmektedir. Raspberry Pi kartı içerisinde her sensör için farklı işlem gerçekleştirilerek ortama ait parametreler tespit edilmiştir. İkinci aşamada, kullanıcıların iç ortam parametrelerini izleyebilecekleri web arayüzü gerçekleştirilmiştir. Web arayüzü üzerinden veri merkezi içerisindeki iç ortam parametrelerine ait ölçüm sonuçları, anlık olarak gösterilmektedir. Sensörlere ait değerlerin tespit edilmesinde sonra herhangi bir sorun yaşanması durumunda sensörler ile ilgili hazırlanan kesme fonksiyonları ile sesli ve görsel uyarı işlemleri tetiklenmektedir. Uyarı işlemlerinin tetiklenmesine bağlı olarak sistem üzerinden yöneticilere uyarı e-postası gönderilmektedir.



Şekil 5. İzleme sistemi bağlantı şeması (sol) ve web arayüzü (sağ) ile etkileşim diyagramı

Algılama birimi içerisindeki sensörler ile Raspberry Pi 3 kartı arasındaki donanımsal bağlantılar için kullanılan pinler Tablo 2’de verilmiştir. Raspberry Pi 3 kartı üzerindeki pin bağlantı işleminde genel amaçlı giriş/çıkış (Broadcom, BCM) düzeni kullanılmıştır. Sistem içerisindeki verilen sesli ve görsel uyarı işlemlerinde Buzzer ve RGB (Red, Green and Blue) led kullanılmıştır. Her parametre için farklı bir ses dizisi ve renk kullanılarak, kullanıcıların hangi parametrede sorun olduğunu daha kolay anlamasına imkân sağlanmıştır.

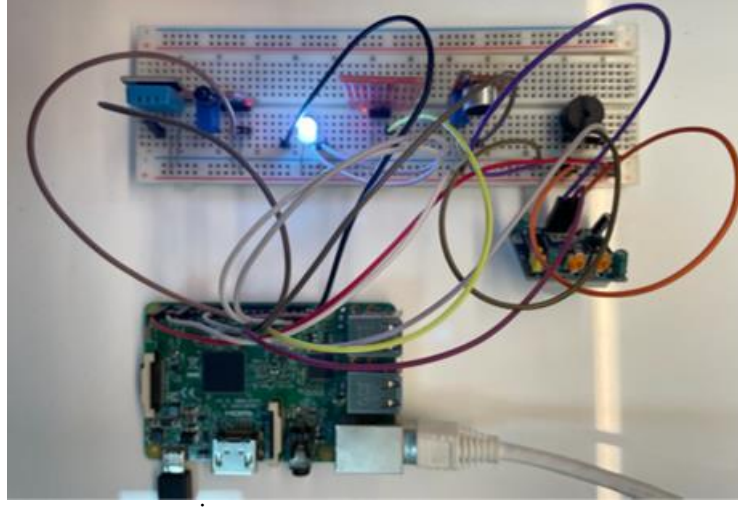
Tablo 2. Pin bağlantıları tablosu

Raspberry Pi 3	Sensörler
BCM5	Sıvı Tespit Sensörü
BCM6	Ses Sensörü
BCM12	Hareket Sensörü
BCM14	DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü
BCM21	Alev Sensörü
BCM23	Buzzer
BCM (26, 13, 19)	RGB Led (Red, Green, Blue)

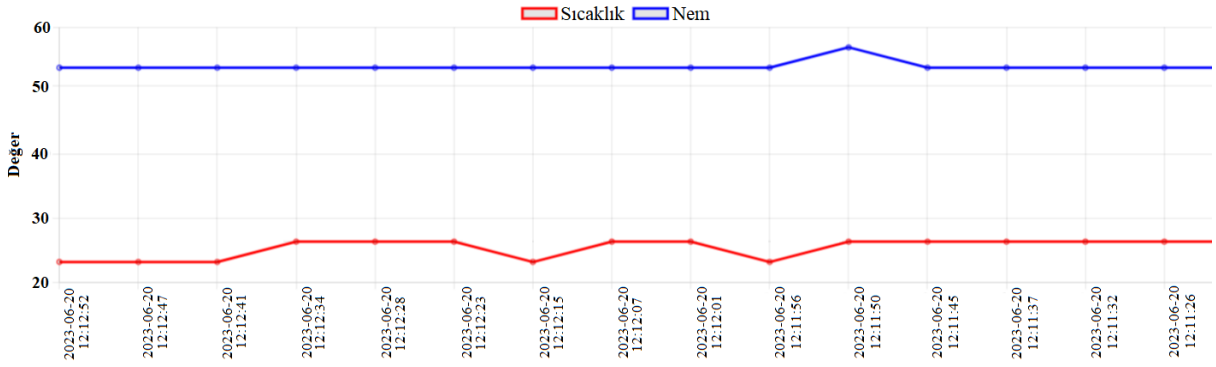
Gerçekleştirilen izleme sisteminin donanımsal bağlantılarına ait görünüm Şekil 6’da verilmiştir. Donanımsal test işlemlerinde her sensör için ayrı ayrı test işlemleri gerçekleştirilmiştir ve sensör kalibrasyonları yapılmıştır. Her sensörden ilgili ortam parametresi alınmaya çalışılmış ve ilgili sensörün testi geçmesinden sonra bir sonraki sensöre geçilmiştir. Bu şekilde yapılan sensör testlerinden sonra bütünleşik sisteme geçilmiştir. Bütünleşik sistem ile yapılan laboratuvar çalışmalarında iç ortama ait veriler toplanmaya başlanmıştır. Sisteme güç vermek için 5 V’luk adaptör kullanılmış olup internet bağlantısı için kablolu internet bağlantısı yapılmıştır.

Algılama birimi içerisindeki DHT11 sensöründen alınan sıcaklık ve nem değerlerine ait örnek bir grafik Şekil 7’de verilmiştir. Web arayüzü üzerinden alınan şekilde belirli bir zaman aralığındaki sıcaklık ve nem değerleri görülmektedir. Algılama birimindeki diğer sensörlerden var ya da yok mantığı ile veri

alındığı için aşağıdaki grafiğe benzer bir grafik yapılmamıştır. Bunun yerine uyarı işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6. İzleme sistemi prototipinden bir görünüm



Şekil 7. Sıcaklık ve nem değerlerinin web arayüzündeki örnek bir grafiği

Sensörler tarafından anormal bir durum algılandığında yönetici olarak sisteme kaydedilen kullanıcıya bir e-posta gönderilerek bilgilendirme yapılmaktadır. Böylece sistem uyarılarının yönetici tarafından hızlı bir şekilde fark edilmesi ve gerekli önlemlerin daha hızlı alınması mümkün kılınmıştır. Bu sayede izleme sisteminde meydana gelebilecek olumsuz durumların uzaktan takibi daha etkin bir şekilde gerçekleştirilecektir. Sistem üzerinden yöneticilere gönderilen örnek e-posta içeriği Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Sistem ile ilgili yöneticiye gönderilen e-posta içerik görseli

5. Tartışma ve Sonuçlar

Temel amacı büyük miktarda veri depolamak olan veri merkezleri, günümüzde internet kaynaklarına erişimde büyük bir önem taşımaktadır. Veri merkezleri içerisinde bilişim teknolojileri ekipmanları, sunucular, yönlendiriciler, altyapı sistemleri vb. pek çok cihaz bulunmaktadır. Bu tarz elektronik ekipmanın sürekli olarak göz önünde bulundurulması ve aktif takip edilmesi gerekmektedir. Herhangi bir cihazda problem yaşanması durumunda ilgili cihazın çalışmaması, veri merkezinde gerçekleştirilen işlemlerde sorunlara sebebiyet verebilmektedir. Bu gibi sorunlu durumları tespit etmek ve önlem almak amacıyla ölçüm ve izleme sistemleri kullanılmaktadır.

Bu alışma kapsamında, bir veri merkezi içerisindeki iç ortam koşullarının (sıcaklık, nem, sıvı, alev, ses ve hareket) tespiti ve gerçek zamanlı olarak uzaktan izlenmesi amacıyla düşük maliyetli bir izleme sistemi gerçekleştirilmiştir. Raspberry Pi 3 mini bilgisayar kartı ile yapılan ölçüm işlemleri üzerinden kullanıcıların bilgilendirilmesi ve uyarılmasına yönelik işlemler gerçekleştirilmiştir. Sistem içerisinde yangın veya sıvı tespiti gibi durumlarda yöneticilere e-posta yolu ile uyarılar verilmektedir. Bu sayede oluşabilecek herhangi bir olumsuz durumu karşısında hızlı bir Şekilde nlem alma imkânı sağlanacaktır.

ıkar atışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar atışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan zeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Cong G., Wan J., Hua T., Zhou J., Niu H. A data center thermal monitoring system based on LoRa. 5th International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCIA), 19-21 June 2020, Sayfa no:70-75, Beijing, China
- Kurniawan DE., Iqbal M., Friadi J., Indra BRI., Rio RR. Smart monitoring temperature and humidity of the room server using raspberry pi and whatsapp notifications. Journal of Physics: Conference Series - IOPscience 2019; 1351(2019): 1-8.
- Lajevardi B., Haapala KR., Junker JF. Real-time monitoring and evaluation of energy efficiency and thermal management of data centers. Journal of Manufacturing Systems 2015; 37(2): 511-516.
- Li C., Li J., Jarizadeh M., Badawy G., Zheng R. LEMoNet; Low energy wireless sensor network design for data center monitoring. IFIP Networking Conference (IFIP Networking), 20-22 May 2019, Sayfa no:1-9, Warsaw, Poland.
- Lin J., Yu W., Zhang N., Yang X., Zhang H., Zhao W. A survey on Internet of Things: Architecture enabling technologies security and privacy and applications. IEEE Internet Things Journal 2017; 4(5): 1125-1142.

- Liu H., Han D., Li D. Fabric-IoT: A blockchain-based access control system in IoT. *IEEE Access* 2020; 8: 18207-18218.
- Marcinkevics M., Avotins A., Apse-Apsitis P., Senfelds A. Identifying ineffective cooling implementation to increase energy efficiency in existing data centres. *IEEE 10th Jubilee Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, 1-5 April 2023, Sayfa no:1-6, Riga, Latvia.
- Medina-Santiago A., Azucena ADP., Gomez-Zea JM., Jesus-Magana JA., Valdez-Ramos ESS., Falcon-Perz F. Adaptive model IoT for monitoring in data centers. *IEEE Access* 2019; 8: 5622-5634.
- Miori SV., Russo D. Improving life quality for the elderly through the social Internet of Things (SIoT). *Global Internet of Things Summit (GIoTS) Conference*, 6-9 June 2017, Sayfa no:1-6, Genova, Switzerland.
- Nasution TH., Muchtar MA., Seniman S., Siregar I. Monitoring temperature and humidity of server room using LattePanda and ThingSpeak. *Journal of Physics: Conference Series - IOPscience* 2019; 1235(2019): 1-6.
- Onibonoje MO., Bokoro PN., Nwulu NI., Gbadamosi SL. An IoT-Based approach to real-time conditioning and control in a server room. *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, 21-22 September 2019, Sayfa no:1-6, Malatya, Turkey.
- Polonelli T., Brunelli D., Bartolini A., Benini L. A LoRaWAN Wireless sensor network for data center temperature monitoring. *International Conference on Applications in Electronics Pervading Industry, Environment and Society*, 26-27 September 2018, Sayfa no:169-177, Pisa, Italy.
- Purwanto FH., Utami E., Pramono E. Implementation and optimization of server room temperature and humidity control system using fuzzy logic based on microcontroller. *Journal of Physics: Conference Series - IOPscience* 2018; 1140(2018): 1-13.
- Ramphela MKJ., Owolawi PA., Mapayi T., Aiyetoro G. Internet of things (IoT) integrated data center infrastructure monitoring system. *International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)*, 06-07 August 2020, Sayfa no:1-6, Durban, South Africa.
- Sathish P., Reddy AS., Teja GS., Kiran GU., Kireeti A. Design of water quality monitoring system using SVM algorithm. *4th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*, 06-08 July 2023, 1196-1201, Coimbatore, India.
- Swamy SN., Kota SR. An empirical study on system level aspects of internet of things (IoT). *IEEE Access* 2020; 8: 188082-188134.
- Utomo MAP., Aziz WA., Harjito B. Server room temperature & humidity monitoring based on Internet of Thing (IoT). *Journal of Physics: Conference Series - IOPscience* 2019; 1306(1): 12-30.