Akıllı Hava Kalitesi Ölçüm Cihazı Tasarımı

Tümay Işıldak

Bilgisayar Mühendisliği
Bursa Teknik Üniversitesi

Bitirme Projesi Sunumu, 3 Temmuz 2025

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Giriş

- Hızla artan şehirleşme, sanayi faaliyetleri ve trafik yoğunluğu, hava kalitesinin ciddi şekilde bozulmasına neden olmaktadır. Bu proje hava kalitesini ölçmek ve kullanıcıyı zararlı durumlarda uyarmak için tasarlanmış bir sistemdir.
- Cihazın bulut entegrasyonu sayesinde kullanıcılar hava kalitesini anlık olarak izleyebilir.

Problem Tanımı

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla, çevresel verileri ölçen ve analiz eden, düşük maliyetli, gerçek zamanlı çalışan bir hava kalitesi izleme cihazına ihtiyaç duyulmaktadır.
- Bu ihtiyaç, IoT tabanlı akıllı sistemler, sensör entegrasyonu ve bulut tabanlı veri yönetimi gibi güncel teknolojilerle karşılanabilir.

Alt Problemler

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- Farklı türde sensörlerden (DHT11, CCS811, PMS5003) doğru ve güvenilir veri toplanması
- Sensör verilerinin filtrelenmesi, kalibrasyonu ve geçerli hale getirilmesi
- Isı ve nem verileri ile heat index hesaplaması
- Anlık ölçüm sonuçlarının Wi-Fi üzerinden ThingSpeak platformuna gönderilmesi
- Belirlenen eşik değerler aşıldığında kullanıcıya Telegram üzerinden uyarı bildirilmesi

Yöntem: Donanım

- ESP WROOM-32 Mikrodenetleyici
- DHT11 (Sıcaklık ve nem)
- PMS5003 (PM2.5)
- CCS811 (CO_2 ve TVOC)

Yöntem: Yazılım ve Algoritmalar

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- CCS811 baseline yönetimi (EEPROM)
- Veri filtreleme
- Telegram API
- Thingspeak API üzerinden veri gönderimi

Veri Toplama Süreci

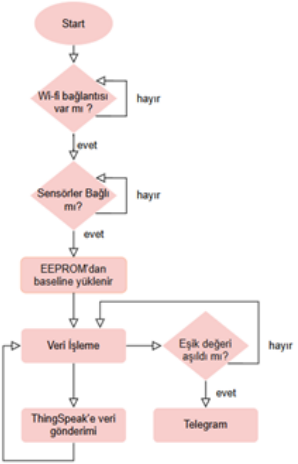
- DHT11 ve PMS5003 her 3 saniyede bir ölçüm
- CO_2 ve TVOC için saniyede bir ölçüm
- 15 saniyede bir veri gönderimi

Kullanılan Araçlar ve Kütüphaneler

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- Arduino IDE
- Adafruit_CCS811, PMS, DHT kütüphaneleri
- HTTPClient ve EEPROM kütüphaneleri
- Telegram Bot API
- ThingSpeak API

Sistem Tasarımı ve Mimarisi



Uygulama Süreci

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- **Adım 1:** ESP32, yapılandırılmış SSID ve şifre ile Wi-Fi ağına bağlanır.
- **Adım 2:** DHT11, CCS811 ve PMS5003 sensörlerinden sıcaklık, nem, CO_2, TVOC ve PM2.5 verileri okunur.

Uygulama Süreci

- **Adım 3:** Isı ve nemden heat index hesaplanır; CO_2, TVOC, PM2.5 ve heat index üzerinden hava kalitesi puanı elde edilir.
- **Adım 4:** Ölçülen değerler ve heat indexte karşılık gelen hissedilen sıcaklık yazılır.

Uygulama Süreci

- **Adım 5:** Eşik değerler kontrol edilir.

Relative Humidity %	Air temperature °C										
	21	24	27	29	32	35	38	41	43	46	49
0	18	21	23	26	28	31	33	35	37	39	42
10	18	21	24	27	29	32	35	38	41	44	47
20	19	22	25	28	31	34	37	41	44	49	54
30	19	23	26	29	32	36	40	45	51	57	64
40	20	23	26	30	34	38	43	51	58	66	
50	21	24	27	31	36	42	49	57	66		
60	21	24	28	32	38	46	56	65			
70	21	25	29	34	41	51	62				
80	22	26	30	36	45	58					
90	22	26	31	39	50						
100	22	27	33	42							

Serious risk to health - heatstroke imminent

Prolonged exposure and activity could lead to heatstroke

Prolonged exposure and activity may lead to fatigue

Uygulama Süreci

IAQ Index			
PM2.5	VOC	CO2	
µg/m^3	µg/m^3	ppm	Hazard Level
<12	100	700	Good
35	200	800	Moderate
56	300	1100	Poor
150	400	1500	Unhealthy
250	500	2000	Very Unhealthy
300	600	3000	Hazardous
500	700	5000	Extreme

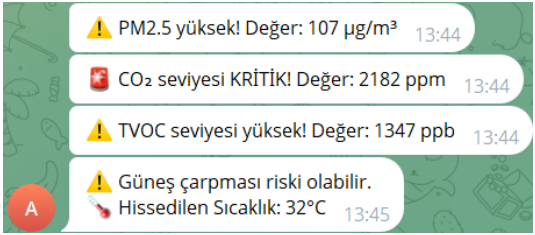
PM2.5, CO_2 ve VOC Seviyeleri

Index Category	Index Value	TVOC (ppb)
Good	0 - 50	0 - 220
Moderate	51 - 100	221 - 660
High	101 - 150	661 - 1430
Very High	151 - 200	1431 - 2200
Very High	201 - 300	2201 - 3300
Very High	301 - 500	3301 - 5500

TVOC Sınıflandırma Tablosu

Uygulama Süreci

- **Adım 6:** Eşik değerler aşıldıysa telegram bota uyarı gönderir.



Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- CCS811'in kalibrasyonunun yapılması
- DHT11'in ölçüm sapmaları
- Veri gönderim sıklığını Thingspeak'in 15 saniyede bir ile sınırlaması

Sonuçlar ve Değerlendirme

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- Sistemin başarısı aşağıdaki metrikler üzerinden değerlendirilmiştir:
  - **Veri Güncelleme Süresi:** 15 saniyede bir ölçüm ve gönderim sağlanmıştır.
  - **Tespit Doğruluğu:** DHT11 ve CCS811 verileri arasında korelasyon sağlanmıştır.
  - **Uyarı Sistemi Tepkisi:** Kritik eşik aşıldığında Telegram mesajı ortalama 2 saniye içinde ulaşmaktadır.

Sonuçlar ve Değerlendirme

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- Mevcut ticari sistemlere kıyasla aşağıdaki avantajlar sunulmuştur:
  - **Maliyet:** Ticari cihazlara göre yüzde 60 daha ucuz.
  - **Anlık Bildirim:** Telegram uyarı sistemi ve wifi bağlantısı çoğu ticari cihazda yoktur.

Sonuçlar ve Değerlendirme

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- Cihaza 4 saat boyunca güç verilmiş ve bu sürede 600 mAh tüketilmiştir.
- Bu da ortalama 150 mA akım tüketimine karşılık gelmektedir.
- 5V üzerinden bu değer yaklaşık 0.75 W güç anlamına gelir.

Sınırlamalar ve Gelecek Çalışmalar

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

- ThingSpeak 15 saniyede bir olmak üzere veri iletimini sınırlandırmaktadır bu yüzden ileride MQTT protokolü ile veri gönderimi eklenebilir.
- Mobil uygulama ile kullanıcı arayüzü oluşturulabilir.

Kaynaklar

- AMS, CCS811 Programming Guide, Document No. AN000369, Rev 1.0, 2016.
- AMS, CCS811 Datasheet, Document No. DS000459, Rev 1.3, 2017.
- Aosong Electronics, DHT11 Technical Data Sheet, Version 1.1, 2018.
- Plantower, PMS5003 Air Quality Sensor Specification, Version 1.3, 2016.
- Enviraj, Heatwaves Unveiled: Why Humidity Matters in a Changing Climate, Enviraj OER, 2023. Erişim adresi: https://oer.enviraj.com/general/heatwaves-unveiled-why-humidity-matters-in-a-changing-climate/
- Kaiterra, What is a Safe Level of TVOC?, 2023. Erişim adresi: https://www.kaiterra.com
- Airthings, IAQ Index Tablosu – Ürün Bilgilendirme Dokümanı, 2023. Erişim adresi: https://www.airthings.com

- Mobil uygulama ile kullanıcı arayüzü oluşturulabilir.

Sorularınız?

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Dinlediğiniz için teşekkür ederim.