

---

**Sakarya Üniversitesi IoT Projesi Teknik Raporu**

---



**SAKARYA**  
ÜNİVERSİTESİ

**Proje Adı:**

**CampusLife: Akıllı Çevre ve Enerji İzleme Sistemi**

**Ders Adı:**

**Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları**

**Grup Üyeleri:**

**Koray Temizkan B231210010**

**Okan Koca B231210016**

**Yusuf Ziya Gök B231210046**

**Dersi Verenler:**

**Doç. Dr. Murat İskefiyeli**

**Teslim Tarihi:**

**22.12.2025**

# CampusLife Projesi: Teknik Sistem Dokümantasyonu

## Giriş

CampusLife projesi, bir kampüs ortamında Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinden yararlanarak hem güvenliğini artırmayı hem de enerji verimliliği sağlamayı hedefleyen entegre bir sistemdir. Proje, ortamdaki çevresel verileri (hava kalitesi, sıcaklık, nem, yanıcı gaz) ve hareketliliği sürekli olarak izleyerek potansiyel tehlikeleri proaktif bir şekilde tespit eder ve ilgili alarmları tetikler. Aynı zamanda, uzaktan yönetilebilen bir enerji tasarrufu modu sunarak kaynakların akıllıca kullanılmasını sağlar. Bu doküman, sistemin donanım bileşenlerini, yazılım mimarisini ve operasyonel mantığını detaylandırarak, gelecekteki geliştiriciler ve bakım personeli için temel bir referans kaynağı olmayı amaçlamaktadır.

## 1. Sistem Mimarisi ve Bileşenler

Sistemin bütünsel mimarisi, çevresel verileri toplayan sensörler, bu verileri işleyen bir mikrodenetleyici ve sonuçları bulut tabanlı bir veritabanına ileten iletişim modüllerinden oluşur. Donanım katmanı, fiziksel dünyadan veri toplarken, yazılım katmanı bu verileri anlamlandırır, karar mekanizmalarını çalıştırır ve harici servislerle etkileşime girer. Donanım ve yazılım arasındaki bu sinerjik etkileşim, projenin güvenlik ve verimlilik hedeflerine ulaşmasının temelini oluşturur.

### 1.1. Donanım Bileşenleri

Sistemin temel işlevlerini yerine getiren fiziksel bileşenler ve sistemdeki rolleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Bileşen	Kod İçindeki Tanımı	Sistemdeki Rolü
Hava Kalitesi Sensörü	mq135AnalogPin	Ortamdaki genel hava kalitesini analog bir değer olarak ölçer. Yüksek değerler potansiyel bir tehlikeyi işaret eder.
Yanıcı Gaz/Duman Sensörü	mq2DigitalPin	Ortamda yanıcı gaz veya duman varlığını tespit ederek dijital bir (VAR/YOK) sinyal üretir.
Sıcaklık ve Nem Sensörü	aht (AHT10)	Ortamin sıcaklık ve bağıl nem değerlerini hassas bir şekilde ölçer. Aşırı değerler alarm durumunu tetikler.
Pasif Kızılötesi (PIR) Sensör	pirPin	Görüş alanındaki hareketi algılayarak, özellikle gece saatlerinde güvenlik ihlallerini tespit etmek için kullanılır.

RGB LED	redPin, greenPin, bluePin	Sistemin mevcut durumunu (Normal, Uyarı, Tehlike, Enerji Tasarrufu) renk kodlarıyla görsel olarak bildirir.
Buzzer	buzzerPin	Tehlike veya güvenlik ihlali durumlarında sesli bir alarm üreterek kullanıcıları uyarır.

Not: Buzzer'ın kontrolü, donanım çağrılarını optimize etmek için bir durum değişkeni (buzzerIsOn) yöneten özel buzzerOn() ve buzzerOff() fonksiyonları aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu, gereksiz tone() ve noTone() komutlarının gönderilmesini önler.

## 1.2. Yazılım Kütüphaneleri ve Harici Servisler

Sistemin çalışması, belirli yazılım kütüphaneleri ve harici bulut servisleriyle olan entegrasyonuna dayanmaktadır.

- **ESP8266WiFi.h ve NTPClient.h:** Bu kütüphaneler, cihazın temel ağ yeteneklerini sağlar. Sistem, ESP8266WiFi.h aracılığıyla TurkTelekom\_TF138 kablosuz ağına bağlanır. Ağ bağlantısı kurulduktan sonra, NTPClient.h kütüphanesi kullanılarak pool.ntp.org sunucularından güncel saat ve tarih bilgisi alınır. Bu zaman bilgisi, sistemin günün belirli saatlerinde farklı davranmasını sağlayan gece modu güvenlik kontrolleri (isNightTime değişkeni) için kritik bir rol oynar.
- **Firebase\_ESP\_Client.h:** Bu kütüphane, sistemin Google Firebase Gerçek Zamanlı Veritabanı ile olan entegrasyonunun bel kemiğidir. Entegrasyon, çift yönlü bir iletişim kanalı kurar. Sistem bir yandan topladığı tüm sensör verilerini (/CampusLife/ ana yolu altına) anlık olarak Firebase'e gönderirken, diğer yandan /CampusLife/EnergySaving yolunu dinleyerek uzaktan gönderilen komutları (örneğin enerji tasarrufu modunu etkinleştirme) alabilir.
- **Adafruit\_AHTX0.h ve Wire.h:** AHT10 sıcaklık ve nem sensörü, I2C iletişim protokolünü kullanır. Wire.h, bu protokolün temelini oluştururken Adafruit\_AHTX0.h kütüphanesi, sensörle olan iletişimi soyutlayarak sıcaklık ve nem verilerinin basit fonksiyon çağrılarıyla okunmasını son derece kolaylaştırır. Bu sayede karmaşık donanım haberleşme detayları yerine verinin kendisine odaklanılabilir.

Bu donanım ve yazılım bileşenleri bir araya gelerek, bir sonraki bölümde incelenecek olan sistemin karmaşık operasyonel mantığını ve karar verme süreçlerini mümkün kılar.

## 2. Operasyonel Mantık ve İş Akışı

Sistemin zekası, ana operasyonel döngüsü içinde yer alan karar verme mekanizmalarında yatmaktadır. Kod mimarisi, bir IoT cihazı için standart olan setup() ve loop() fonksiyonları üzerine kuruludur. setup() fonksiyonu yalnızca cihaz başlatıldığında bir kez çalışarak gerekli yapılandırmaları yaparken, loop() fonksiyonu cihaz çalıştığı sürece sürekli tekrarlanarak anlık veri toplama, değerlendirme ve eyleme geçme süreçlerini yönetir.

## 2.1. Başlatma Prosedürü (setup Fonksiyonu)

Cihaz ilk kez enerji aldığı anda, setup() fonksiyonu aracılığıyla aşağıdaki adımları sırasıyla gerçekleştirir:

1. **Donanım Başlatma:** Seri iletişim portu açılır, sensör ve aktüatör pinlerinin modları (giriş/çıkış) ayarlanır ve AHT10 sensörü için I2C iletişimi Wire.begin(D2, D1) komutuyla belirlenen pinler üzerinden başlatılır. Bu aşamada, olası bir yanlış alarmı önlemek için buzzerOff() komutuyla buzzer'ın başlangıçta susturulması sağlanır.
2. **Ağ Bağlantısı:** Sistem, WiFi.begin komutuyla tanımlı Wi-Fi ağına bağlanmaya çalışır. while (WiFi.status() != WL\_CONNECTED) döngüsü, bağlantı başarılı bir şekilde kurulana kadar programın ilerlemesini durdurur ve bekler.
3. **Harici Servis Entegrasyonu:** Wi-Fi bağlantısı kurulduktan sonra, timeClient.begin() komutu ile NTP zaman sunucusu ve Firebase.begin() komutu ile Firebase veritabanı bağlantısı başlatılır. Firebase.reconnectWiFi(true) komutu, sistemin ağ kesintilerine karşı **dayanıklılığını (resilience)** artırır ve harici bir gözetime ihtiyaç duymadan otonom olarak operasyonel kalmasını sağlar.
4. **Sensör Kontrolü:** aht.begin() komutu ile AHT10 sensörünün varlığı ve çalışır durumda olduğu doğrulanır. Bu, 'fail-fast' (hızlı hata ver) prensibine dayalı kritik bir hata kontrol mekanizmasıdır. Sistem, temel bir sensör olmadan çalışmaya devam ederek potansiyel olarak yanıltıcı veya eksik veri üretmek yerine, başlatma aşamasında bilinçli olarak durdurulur.

## 2.2. Ana Çalışma Döngüsü (loop Fonksiyonu)

Başlatma prosedürü tamamlandıktan sonra sistem, loop() fonksiyonu içinde aşağıdaki adımları sürekli olarak tekrarlar:

1. **Veri Toplama:** AHT10, MQ-135, MQ-2 ve PIR sensörlerinden anlık çevresel veriler ve hareket durumu okunur. Aynı anda NTP sunucusundan güncel saat bilgisi çekilir.
2. **Durum Değerlendirme:** Okunan sensör değerleri ve saat bilgisi kullanılarak isNightTime ve danger gibi kritik durum değişkenleri hesaplanır. danger değişkeni, birden fazla sensör girdisini (hava kalitesi > 500, gaz varlığı, sıcaklık > 30°C, nem > %80) tek bir eyleme geçirilebilir duruma sentezleyen **birleşik bir boolean bayrağıdır**. Bu soyutlama, alarm tetikleme gibi alt sistemlerin mantığını basitleştirir.
3. **Komut Alma:** Firebase veritabanındaki /CampusLife/EnergySaving yoluna bir GET isteği gönderilerek uzaktan bir komut olup olmadığı kontrol edilir. Gelen veri, manualEnergySaving bayrağını güncelleyerek sistemin modunu belirler.
4. **Karar Verme ve Eylem:** Sistem, manualEnergySaving bayrağının değerine göre ya "Normal Çalışma Modu" ya da "Enerji Tasarrufu Modu" mantık bloklarından birini çalıştırır. Bu modların detayları bir sonraki bölümde açıklanmaktadır.
5. **Veri Gönderimi ve Arşivleme:** Güncel sensör verileri (Sıcaklık, Nem, Hava Kalitesi vb.), Firebase.set... komutları kullanılarak Firebase'e anlık olarak yazılır. Ayrıca, her

10 saniyede bir, Firebase.pushString komutu ile /CampusLife/History yoluna tüm sensör verilerini içeren zaman damgalı bir özet kaydı eklenir.

### 2.3. Firebase Veri Yapısı ve Entegrasyonu

Firebase Gerçek Zamanlı Veritabanı, sistemin veri depolama ve uzaktan kontrol merkezi olarak görev yapar. Veri akışı aşağıdaki tabloda belirtilen yollar üzerinden yönetilir:

Firestore Yolu	Amaç ve Veri Akışı
/CampusLife/EnergySaving	[OKUMA] Sistemin enerji tasarrufu moduna geçip geçmeyeceğini belirleyen komut. 1 ise aktif, 0 ise pasif.
/CampusLife/Temperature	[YAZMA] AHT10 sensöründen okunan güncel sıcaklık değerini (Celsius) yazar.
/CampusLife/RelativeHumidity	[YAZMA] AHT10 sensöründen okunan güncel bağıl nem değerini (%) yazar.
/CampusLife/AirQualityValue	[YAZMA] MQ-135 sensöründen okunan ham hava kalitesi değerini (analog) yazar.
/CampusLife/FlammableGasAndSmokeValue	[YAZMA] MQ-2 sensöründen okunan yanıcı gaz/duman durumunu (1 veya 0) yazar.
/CampusLife/MotionValue	[YAZMA] PIR sensöründen okunan hareket durumunu (1 veya 0) yazar. Güncelleme, bir static değişken (lastMotionSent) kullanılarak yalnızca durum değiştiğinde yapılır. Bu, gereksiz Firestore yazma işlemlerini önleyen ve ağ trafiğini azaltarak operasyonel maliyetleri düşüren bir ağ optimizasyon tekniğidir.
/CampusLife/History	[EKLEME/PUSH] Her 10 saniyede bir tüm sensör verilerini ve mod durumunu içeren zaman damgalı bir log kaydı ekler.

Sistemin operasyonel zekası, büyük ölçüde bu mantıksal akışa ve koşullu eylemlere dayanmaktadır. Bir sonraki bölüm, bu akışın çıktısı olan farklı çalışma modlarını ayrıntılı olarak inceleyecektir.

-----

### 3. Çalışma Modları ve Alarm Koşulları

Sistemin en önemli yeteneği, topladığı verilere dayanarak farklı senaryolara dinamik olarak yanıt verebilmesidir. Çalışma modları arasındaki geçişler, hem verimliliği sağlamak hem de tehlike tespiti ve güvenlik gibi öncelikli sorumlulukları yerine getirmek üzere tasarlanmıştır.

#### 3.1. Normal Çalışma Modu (`manualEnergySaving == false`)

Bu mod, sistemin varsayılan çalışma durumudur ve tüm izleme ve alarm fonksiyonları tamamen aktiftir.

- **Görsel Durum Bildirimi (RGB LED):** LED'in rengi, anlık sensör verilerine göre sistemin durumunu görsel olarak bildirir:
  - **Yeşil:** Hava kalitesi, gaz, sıcaklık ve nem değerleri normal ve güvenli seviyelerdeyken yanar.
  - **Mavi:** Hava kalitesi değeri **200 birime ulaştığında veya aştığında** yanarak, ortam kalitesinde potansiyel bir bozulma olduğuna dair bir uyarı verir.
  - **Kırmızı:** Hava kalitesi 500 birimi aştığında, yanıcı gaz tespit edildiğinde veya sıcaklık/nem tehlikeli seviyelere ulaştığında yanarak acil bir durumu belirtir.
- **Sesli Alarm Mantığı (Buzzer):** Nihai alarm durumu (`alarmNow`), iki ana koşulun mantıksal birleşimiyle belirlenir:
  1. **Tehlike Alarmı:** Çevresel sensör eşiklerinin aşılmasıyla belirlenen `danger` bayrağının `true` olması.
  2. **Güvenlik Alarmı:** `motionValue` değişkeninin `HIGH` olmasıyla tetiklenen `securityAlarm` bayrağının `true` olması. Sistem, `alarmNow = danger || securityAlarm` mantığıyla, bu iki bağımsız durumdan herhangi birinin gerçekleşmesi halinde sesli alarmı devreye sokar.
- **Gece Güvenliği:** Gece saatlerinde (22:00 - 08:00 arası) güvenlik önlemleri artırılır. `isNightTime` koşulu `true` iken bir hareket algılanırsa, RGB LED ek bir güvenlik önlemi olarak kırmızıya döner. Bu eylem, diğer potansiyel LED durumlarını (yeşil veya mavi gibi) geçersiz kılarak hareket tespitine öncelik verir.

#### 3.2. Enerji Tasarrufu Modu (`manualEnergySaving == true`)

Bu mod, Firebase veritabanı üzerinden gönderilen bir komutla manuel olarak etkinleştirilir ve sistem kaynaklarını minimumda kullanarak çalışır.

- Tüm sensör okumaları ve verilerin Firebase'e gönderilmesi işlemleri bu modda da kesintisiz olarak devam eder.
- RGB LED, diğer tüm renk mantığını geçersiz kılar ve modun aktif olduğunu belirtmek için her saniyede bir **yanıp sönen yeşil ışık** yayar.

- Buzzer, buzzerOff() komutu ile **her döngüde aktif olarak susturulur**. Bu, mod aktifken önceki bir durumdan kaynaklanan bir alarmin devam etmesini engelleyen kararlı bir tasarımıdır.

### 3.3. Kritik Güvenlik Önceliği: Tehlike Anında Mod İptali

Sistem mimarisi, güvenliği en üst öncelik olarak konumlandıran bir **fail-safe mekanizması** üzerine kuruludur. Sistem, durumlar arasında net bir hiyerarşi ile çalışır; danger durumu, kullanıcı tarafından talep edilen manualEnergySaving durumuna göre mutlak önceliğe sahiptir. Bu, gerçek bir çevresel tehdit anında güvenlik protokollerinin manuel olarak devre dışı bırakılamamasını garanti eder. Enerji Tasarrufu Modu aktifken bir tehlike durumu (danger == true) tespit edilirse, sistem otomatik olarak aşağıdaki adımları izler:

1. **Otomatik İptal:** manualEnergySaving değişkeni anında false olarak ayarlanır ve sistem derhal Normal Çalışma Modu'na geri döner.
2. **Firestore Güncellemesi:** Bu mod değişikliğini uzaktan kontrol arayüzüne yansıtmak ve sistemleri senkronize etmek için /CampusLife/EnergySaving yoluna 0 değeri gönderilir.
3. **Alarm Aktivasyonu:** Sistem artık Normal Çalışma Modu'nda olduğu için, mevcut tehlike durumuna yanıt olarak RGB LED anında kırmızıya döner ve Buzzer çalmaya başlar.

Sistem, farklı modlar ve koşullar arasında bu şekilde akıllıca geçiş yaparak hem enerji verimliliği hem de kampüs güvenliği hedeflerini etkin bir şekilde dengelemektedir.

### 4. Projenin Katma Değeri ve İnovatif Yönü

CampusLife sistemi, geleneksel bina yönetim sistemlerinden (BMS) farklı olarak, maliyet etkinliği ve karar verici otonomisi ile öne çıkmaktadır.

- **Hibrit Karar Mekanizması:** Sistem, kullanıcıdan gelen "Enerji Tasarrufu" komutunu körü körüne uygulamaz. Sensör verilerinden gelen "Tehlike" sinyali, kullanıcı komutunu yazılımsal olarak geçersiz kılarak (override) güvenliği mutlak öncelik yapar.
- **Maliyet Etkinliği:** Endüstriyel muadilleri binlerce dolara mal olan hava kalitesi ve gaz takip sistemleri, projemizde açık kaynaklı donanımlar ve bulut bilişim sayesinde çok daha düşük maliyetle normalize edilmiştir.
- **Veri Odaklı Yönetim:** Sistemin her 10 saniyede bir veri arşivlemesi, kampüs yönetiminin "reaktif" (olay olduktan sonra müdahale) bir yapıdan "proaktif" (veriye dayalı önleyici bakım) bir yapıya geçmesini sağlar.

## 5. Paydaşlar Üzerindeki Etkileri

Projenin hayata geçirilmesiyle birlikte farklı paydaş grupları üzerinde yaratacağı pozitif etkiler şu şekildedir:

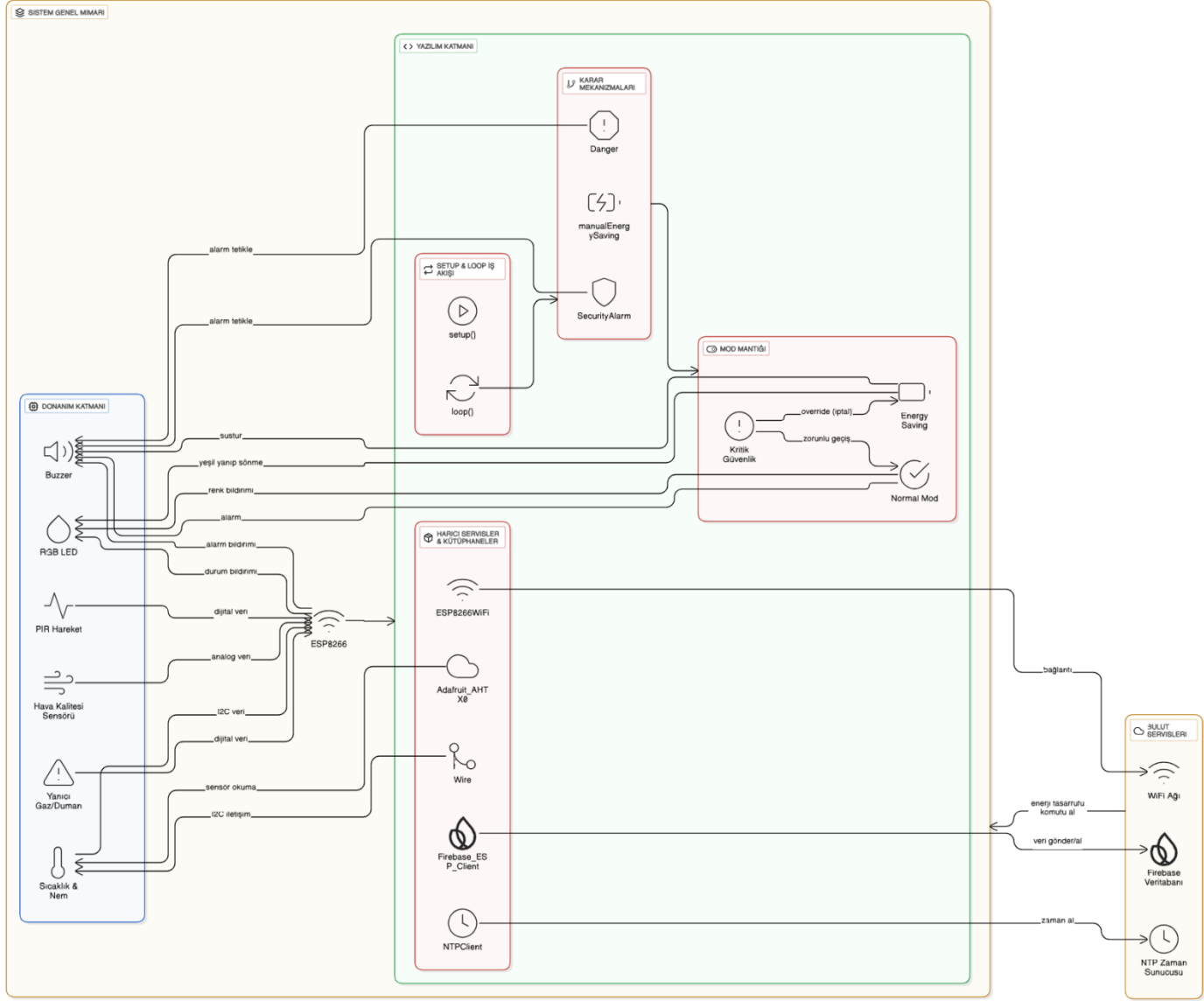
Paydaş	Etki Türü	Açıklama
Öğrenciler ve Personel	Sağlık ve Güvenlik	Hava kalitesinin (CO2 ve yanıcı gaz) sürekli izlenmesiyle daha sağlıklı ve güvenli çalışma alanları sağlanır.
Kampüs Yönetimi	Operasyonel Verimlilik	Tüm binaların durumunun merkezi bir bulut panelden izlenmesi, teknik personel ihtiyacını ve müdahale süresini azaltır.
Üniversite Bütçesi	Enerji Tasarrufu	Akıllı enerji tasarrufu modu sayesinde, kullanılmayan alanlardaki gereksiz enerji tüketimi minimize edilir.
Teknik Bakım Ekipleri	Bakım Kolaylığı	"History" logları sayesinde arıza tespiti ve geçmiş analizler hızlanır; periyodik bakım yerine duruma dayalı bakım (condition-based maintenance) mümkün olur.

## 6. Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

### Gelecek Çalışmalar:

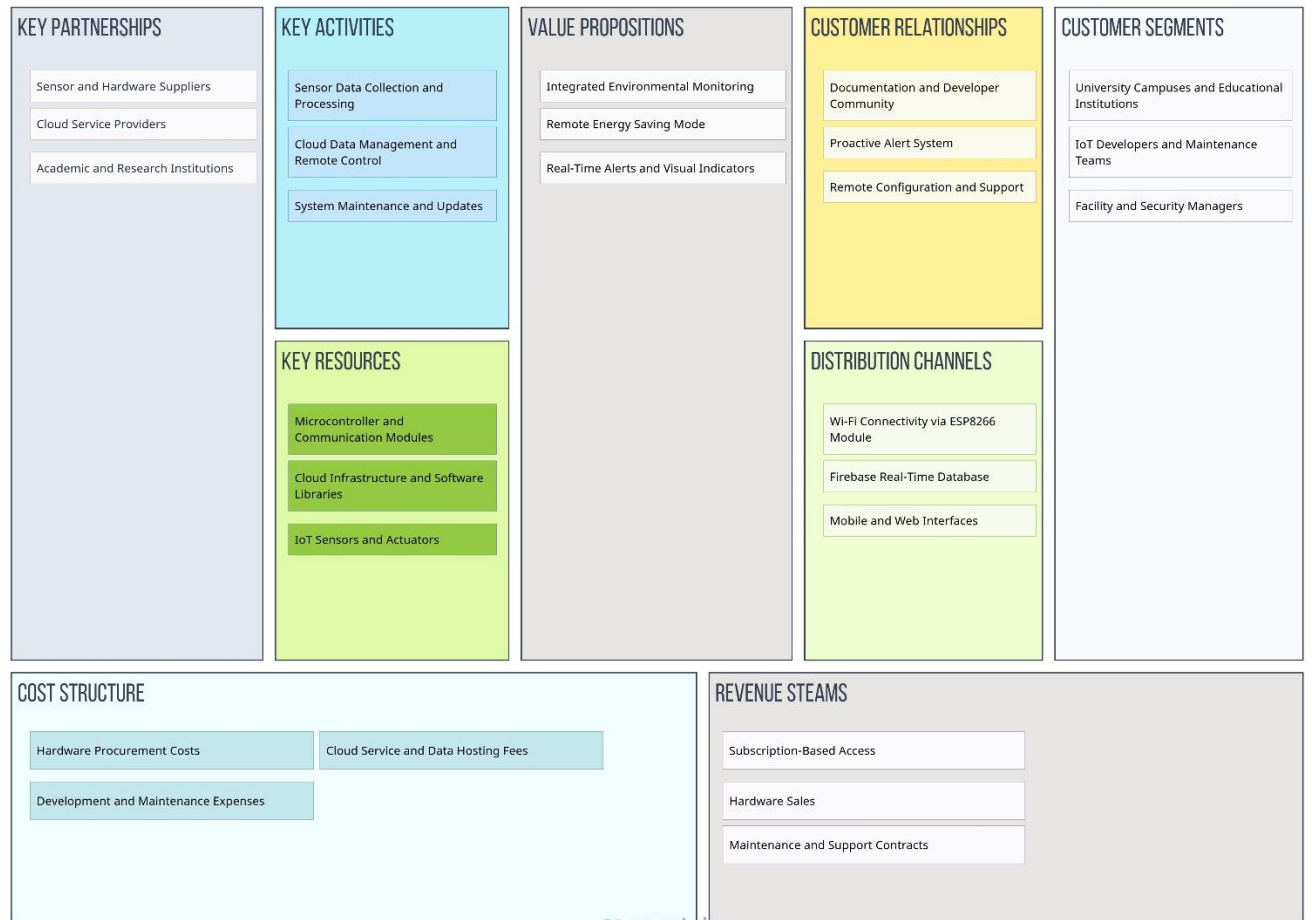
- Tahminleme Modelleri:** Toplanan Büyük Veri seti kullanılarak, makine öğrenmesi algoritmaları ile yangın veya hava kalitesi bozulması gerçekleşmeden dakikalar önce tahminleme yapılması hedeflenmektedir.
- Genişletilebilirlik:** Sistemin LoRaWAN protokolü ile entegre edilerek, Wi-Fi kapsama alanı dışındaki uzak kampüs bölgelerine de yayılması planlanabilir.







# BUSINESS MODEL CANVAS



## Kaynakça

- Adafruit Industries. (2025). Adafruit AHTX0 Library for Arduino. GitHub Repository.

- Firebase. (2025). Firebase Realtime Database for IoT Integration with ESP8266. Google Cloud Documentation.
- NTPClient. (2025). Network Time Protocol Client Library for Arduino. GitHub.
- İskefiyeli, M. (2025). Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları Ders Notları. Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü.
- **Massachusetts Institute of Technology (MIT).** (2025). *MIT App Inventor 2 Documentation*
- **How to draw UML Diagram :**