# ESP32 ile Akıllı Tarım ve Güvenlik Sistemi

## Proje Adı ve Tanıtımı

**Akıllı Tarım ve Güvenlik İzleme Kablosuz İletişim Araçları Projesi**, modern tarım ve güvenlik alanlarında gerçek zamanlı veri toplama ve izleme amacıyla geliştirilmiştir. Projede, güçlü işlem gücüne sahip ESP32 mikrodenetleyici kullanılmakta olup, sıcaklık, nem, gaz seviyesi, toprak nemi, su seviyesi, mesafe, ses, hareket ve ortam ışığı gibi çok sayıda sensörden veri alınmaktadır.

Toplanan veriler, uzun mesafe ve düşük güç tüketimi avantajı sunan *LoRa* kablosuz iletişim teknolojisiyle güvenilir biçimde aktarılmaktadır. Böylece tarım alanlarında çevresel veriler uzaktan izlenebilmekte, güvenlik ihlalleri ve anormallikler anında tespit edilerek kullanıcıya bildirimler gönderilmektedir.

Sistem, OLED ve LCD ekranlarla desteklenerek kullanıcıya anlık veri görüntüleme imkânı sağlamakta, ayrıca RFID kart okutma ile sistem erişimi kontrol altında tutulmaktadır. Projenin temel hedefi, tarımsal verimliliği artırmak ve güvenlik risklerine karşı erken uyarı mekanizması oluşturarak, mümkün olan en etkin izlemeyi sağlamaktır.

## Kullanılan Bileşenler

Projede, akıllı tarım ve güvenlik izleme fonksiyonlarının sağlanabilmesi için birçok sensör ve donanım bileşeni entegre edilmiştir. Merkezi kontrol birimi olarak **ESP32 mikrodenetleyici** kullanılmıştır. ESP32, yüksek performanslı çift çekirdekli işlemcisi ve yerleşik Wi-Fi, Bluetooth özellikleri sayesinde veri toplama ve kablosuz iletişim altyapısı kurulmasında önemli bir rol üstlenir.

Uzun mesafeli ve düşük enerji tüketimli haberleşme amacıyla **LoRa modülü** (433 MHz) kullanılmıştır. LoRa, sensör verilerinin uzak mesafelere güvenilir şekilde iletilmesini sağlar. LoRa modülünün bağlantısı SPI arayüzü üzerinden gerçekleştirilmiş, SPI pinleri (SCK, MISO, MOSI, SS, RST, DIO0) proje kodunda tanımlanmıştır.

Çevresel ve fiziksel parametrelerin ölçülmesinde çeşitli sensörler tercih edilmiştir:

* **Adafruit SHT31**: I2C arayüzü kullanan bu sensör, sıcaklık ve nem ölçümlerini hassas biçimde yapar. ESP32'ye SDA (GPIO 21), SCL (GPIO 22) pinleri aracılığıyla bağlanmıştır.
* **HC-SR04**: Ultrasonik mesafe sensörü olarak kullanılmış, nesnelerle mesafe ölçümü yapar. TRIG pinine GPIO 25, ECHO pinine GPIO 26 atanmıştır.
* **MQ-2 gaz sensörü**: Yanıcı gazların ve dumana karşı duyarlıdır. Analog çıkışı GPIO 33, dijital çıkışı GPIO 32 üzerinden okunmaktadır.
* **Kapasitif toprak nem sensörü**: Topraktaki nem oranını ölçmek için analog sinyal üretir ve GPIO 14 pininden veri alınır.
* **Su seviyesi sensörü**: Analog çıkışlı olup, suyun belirli seviyede olup olmadığını ölçer. GPIO 12 ile bağlantılıdır.
* **PIR hareket sensörü**: Hareketi algılayarak güvenlik izleme işlevi sağlar. Dijital veri GPIO 13’ten okunur.
* **LDR ışık sensörü**: Ortam aydınlığı ölçümü için kullanılır ve analog çıkışı GPIO 4’e bağlanmıştır.
* **Ses sensörü**: Çevredeki ses seviyesini tespit eder, dijital çıkışı GPIO 27 pininde değerlendirilir.

Görsel geri bildirim ve kullanıcı arayüzü için iki farklı ekran tipi kullanılmıştır:

* **OLED ekran**: U8g2 kütüphanesi ile kontrol edilen 128x64 çözünürlüklü ekran, anlık verilerin grafiksel gösterimini sağlar.
* **LCD ekran**: LiquidCrystal kütüphanesi ile 16x2 karakter destekli ekran, uyarı mesajları ve temel bilgiler için tercih edilmiştir.

Ayrıca, **MFRC522 RFID modülü** kart okuma sistemi için kullanılmıştır. RFID kart okutulmadan sistem aktif olmaz, bu sayede erişim kontrolü sağlanmaktadır. RFID modülü SPI arayüzüyle ESP32’ye bağlanmaktadır (SS pini GPIO 4, RST pini GPIO 26).

Uyarı ve menü kontrolü için **buzzer** (GPIO 14) ve **butonlar** (GPIO 13 ve 27) sisteme entegre edilmiştir. Bu bileşenler sayesinde sistem olaylara sesli uyarı verebilmekte ve ekran sayfaları arası geçiş yapılabilmektedir.

## Yapım Aşamaları ve Fonksiyonellik

Projenin yapım aşamaları, donanım bileşenlerinin doğru şekilde bağlanmasıyla başlamaktadır. Öncelikle sensörler ve modüller, ESP32 mikrodenetleyicinin uygun pinlerine tanımlanmış ve I2C ile SPI iletişim protokolleri aracılığıyla sistemle haberleşmeleri sağlanmıştır. SHT31 sıcaklık ve nem sensörü, I2C iletişim hattı (GPIO 21 ve GPIO 22) üzerinden bağlanırken, LoRa modülü ve RFID kart okuyucu SPI protokolüyle (SCK, MISO, MOSI, SS, RST, DIO0 pinleri) entegre edilmiştir. Ultrasonik mesafe sensörü (HC-SR04) için trigger ve echo pinleri uygun GPIO çıkış ve girişlerine atanmıştır.

Yazılım tarafında, sensör verilerinin okunması ve işlenmesi modüler olarak gerçekleştirilmiştir. SHT31’den sıcaklık ve nem değerleri alınırken, sıcaklığa bağlı olarak ses hızını hesaplayan fonksiyon sayesinde HC-SR04 ultrasonik sensöründe daha hassas mesafe ölçümü yapılmaktadır. Bu hesaplama, sıcaklık değişimlerine bağlı ses hızını \begin{math} v = \frac{331.4 + 0.6 \times T}{10000} \end{math} formülüyle gerçekleştirerek ölçüm doğruluğunu artırır. Böylece ultrasonik sensör ile alınan yankı süresi, gerçeğe yakın mesafe değeri olarak hesaba katılır.

Toprak nemi ve su seviyesi sensörlerinden gelen analog veriler, önceden belirlenen minimum ve maksimum değer aralığında normalize edilerek yüzde cinsinden kullanıcıya sunulmaktadır. Örneğin, toprak nem değeri analog olarak okunup, kuru ve ıslak toprak referans değerlerine göre 0-100 aralığına map edilerek anlamlı yüzdelik değer haline getirilir. Benzer şekilde su seviyesi sensörü verisi de analog girişten okunarak yine belirlenen sınırlar arasında oranlanmaktadır.

MQ-2 gaz sensörü ile yanıcı gaz varlığı analog ve dijital olarak algılanmakta; dijital giriş belirli eşik değerini aştığında yangın tehlikesi uyarısı tetiklenmektedir. Ses ve hareket sensörleriyle (PIR) gelen veriler güvenlik ihlali değerlendirmesinde kullanılmaktadır. Ses seviyesi belirli bir sınırı aşarken, hareket ve mesafe ölçümleri de algılanarak güvenlik alarmı oluşturulmaktadır.

Sensörlerden alınan tüm veriler JSON formatına dönüştürülür ve LoRa modülü aracılığıyla kablosuz olarak gönderilir. LoRa alıcı tarafındaki ESP32, bu verileri alıp ayrıştırarak OLED ve LCD ekranlarda güncel olarak gösterir. OLED ekran, iki farklı sayfa şeklinde tasarlanmış olup, butonlar yardımıyla sıcaklık, nem, toprak nemi, su seviyesi gibi parametrelerin yanı sıra gaz seviyesi, ultrasonik mesafe, ses ve ışık oranı gibi ölçümler arasında geçiş yapılabilmektedir.

Projede güvenlik katmanı olarak RFID kart okutma sistemi kullanılmaktadır. Sistem, kart okutulmadan aktif olmaz. Kart okutulduktan sonra LoRa haberleşmesi başlatılır ve sensör verileri gerçek zamanlı olarak işlenip ekranda görüntülenmeye başlanır. Ayrıca sistem uyarı durumlarını sesli buzzer ile bildirir; örneğin yangın, düşük toprak nemi, depo su seviyesinin kritik azalması gibi durumlarda alarm devreye girer.

Uyarı durumu tespit edildiğinde LCD ekranda ilgili uyarı mesajı detaylı biçimde gösterilir. Kullanıcı butonlar aracılığıyla ana uyarı ekranı ile uyarının sebeplerini içeren alt bilgi ekranları arasında geçiş yapabilir. Kod yapısı, bu işlevlerin kontrolünü ve veri yönetimini modüler fonksiyonlar ile sağlamaktadır. Böylece donanım ve yazılım olanakları bir araya getirilerek, akıllı tarım ve güvenlik izleme fonksiyonları etkin biçimde gerçekleştirilmektedir.

Tarih: 14/05/2025

2212101038

Süleyman Güzey