



Ulaşılamayan Enerji İletim Hatlarının Drone Tabanlı Muayenesi ve Arıza Analizi

UÇUŞ KAYNAK MERKEZİ

Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi - TÜRKİYE



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

İçindekiler

İçindekiler	1
1. KISA AÇIKLAMA	2
2. HEDEF	2
3. KONU ALANI	2
4. TÜR	2
5. DRONE KULLANIMI	2
6. SÜRE	3
7.ÖĞRENME HEDEFLERİ	3
8. GELİŞTİRİLEN TEMEL YETKİNLİKLER	3
1. İletişim ve Dil Becerileri	3
2. Matematiksel, Bilimsel, Teknik ve Mesleki Beceriler	3
3. Dijital Yetkinlikler	3
4. Kişisel, Sosyal ve Mesleki Yetkinlikler	3
5. Güvenlik, Kalite ve Sürdürülebilirlik	4
6. Vatandaşlık ve Kültürel Yetkinlik	4
7. Yaratıcılık, Problem Çözme ve Girişimcilik	4
8. İş Temelli Öğrenme ve İşyeri Entegrasyonu	4
9. Ön Bilgi / Önkoşullar	4
10. Ders/Proje Anahatı	5
Aşama 1 – Giriş (Etkileşim ve Bağlamlandırma)	5
Aşama 2 – Keşif (Araştırma ve Karşılaştırma)	6
Aşama 3 – Uygulama (Uygulamalı Pratik)	7
Aşama 4 – R Yansıtma ve Pekiştirme (Sunum ve Bağlantı)	8
11. Değerlendirme Kriterleri	9
12. Öğretim Materyalleri	10
13. Dış Kaynaklar	11
14. Referans	11



1. KISA AÇIKLAMA

Öğrenciler, engebeli arazilerde veya fiziksel erişimin tehlikeli olduğu alanlarda iletim hatları çevresindeki çevresel riskleri (ENH) analiz edecek ve aşırı ısınma, nem ve korozyon risklerini belirlemek için BME680 sensörünü ve termal verileri kullanacaklardır.

2. HEDEF

- ☐ 15
- ☐ 16
- ☒ 17
- ☐ 18
- ☐ 18 üzerinde

3. KONU ALANI

- ☐ Tarım
- ☐ Afet Müdahalesi
- ☐ İnşaat
- ☒ Su Yönetimi
- ☐ Çevre Koruma
- ☐ Diğer

4. Tür

- ☐ Ders planı
- ☒ Proje
- ☐ Aktivite

5. DRONE KULLANIMI

- ☒ Özel Drone
- ☐ Ticari drone (DJI)

6. DURATION

- ☐ 1 x 45 dakikalık ders - Portekiz
- ☐ 1 x 60 dakikalık ders
- ☐ 1 x 90 dakikalık blok ders
- ☐ 2 x 45 dakikalık ders



- ☒ 2 x 60 dakikalık ders
- ☐ Çift seans (2 x 60 dakika) isteğe bağlı proje tabanlı ödev.

7. ÖĞRENME HEDEFLERİ

Öğrenciler, BME680 sensörünü kullanarak ortam sıcaklığı aracılığıyla enerji hatlarındaki ark veya sızıntıdan kaynaklanan ısınma artışını dolaylı olarak izleyeceklerdir.

Öğrenciler, sensör verilerini kullanarak yüksek nem seviyelerinin izolatörlerde deşarj (flaş atlama) riskini hesaplayacaklardır.

Öğrenciler, drone kamerası aracılığıyla erişilemeyen alanlardaki hatların fiziksel durumunu gözlemleyecek ve aynı anda atmosfer basıncı verilerini kullanarak yükseklik-gerilim ilişkisini analiz edeceklerdir..

8. GELİŞTİRİLEN TEMEL YETKİNLİKLER

1. İletişim ve Diller

- ☒ Okuma yazma becerisi (yazılı/sözlü metinleri anlama ve üretme)
- ☒ Profesyonel ortamlarda iletişim
- ☐ Çok dilli yeterlilik

2. Matematiksel, Bilimsel, Teknik ve Mesleki Beceriler

- ☒ Matematiksel yeterlilik
- ☐ Bilimsel, teknolojik ve mühendislik yeterliliği (STEM) İş görevlerine uygulanan sayısal beceri
- ☐ Teknik bilgilerin yorumlanması (kılavuzlar, diyagramlar, standartlar)
- ☐ Mesleki/teknik beceriler
- ☐ Pratik görevlerin yerine getirilmesi

3. Dijital Yetkinlikler

- ☒ Dijital yetkinlik (genel dijital okuryazarlık)
- ☐ İşyerinde dijital araçların kullanımı

4. Kişisel, Sosyal ve Profesyonel Yetkinlikler

- ☒ Kişisel, sosyal ve öğrenmeyi öğrenme yeterliliği
- ☐ Takım çalışması ve iş birliği
- ☐ Özerklik ve sorumluluk
- ☐ İş etiği ve profesyonel davranış
- ☐ Uyarlanabilirlik ve esneklik
- ☒ Amirler ve meslektaşlarla işbirliği

5. Güvenlik, Kalite ve Sürdürülebilirlik

- ☐ İş sağlığı ve güvenliği standartlarının (İSG/GG) uygulanması
- ☐ Kalite prosedürleri ve işyeri normları
- ☒ Çevre ve sürdürülebilirlik bilinci

6. Vatandaşlık ve Kültürel Yeterlilik



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

- ☒ Vatandaşlık yeterliliği
- ☐ Kültürel farkındalık ve ifade yeterliliği

7. Yaratıcılık, Problem Çözme ve Girişimcilik

- ☒ Problem çözme ve eleştirel düşünme
- ☐ Girişimcilik yetkinliği
- ☐ Girişimcilik ve yaratıcılık
- ☐ Gerçek iş ortamlarında karar verme

8. İşyeri Tabanlı Öğrenme ve İşyeri Entegrasyonu

- ☐ İşyeri rutinlerine entegrasyon
- ☐ Profesyonel talimat ve prosedürlere uyma
- ☒ Alet, ekipman ve teknoloji kullanımı

Bu kontrol listesi, AB'nin Yaşam Boyu Öğrenme için Temel Yeterliliklerini, Avrupa Mesleki Eğitim ve Öğretiminde (VET) beklenen temel yeterliliklerle birleştirir).

9. Ön Bilgi / Önkoşullar

Öğrencilerin Arduino/MicroPython ve temel iş sağlığı ve güvenliği düzenlemeleri hakkında temel bir anlayış edinmeleri beklenmektedir.

Teknoloji kullanımıyla ilgili olarak, öğrencilerin uçuş öncesi kontroller, güvenli kalkış ve iniş prosedürleri, pil yönetimi ve görsel görüş hattının korunması dahil olmak üzere temel drone uçuş güvenliği prensiplerine aşina olmaları gerekmektedir. Uçuş kontrolü için mobil cihaz veya tablet kullanma ve yakalanan görüntüleri inceleme gibi temel dijital beceriler, derse etkili katılımı destekleyecektir..

10. 10. Ders/Proje Taslağı

Aşama 1 – Giriş (Etkileşim ve Bağlam Oluşturma))

Aşama 1: Enerji İletim Riskleri ve Çevresel Faktörler

Bölüm 1: İletim Hatlarındaki Çevresel Riskler

Bu bölüm, aşırı sıcaklık, nem ve atmosfer basıncı gibi faktörlerin enerji altyapısı üzerindeki görünmez etkilerine odaklanmaktadır.:

Fiziksel Deformasyon Faktörleri: Aşırı ısı ve atmosfer basıncındaki değişikliklerden kaynaklanan iletim hatlarındaki genleşme, sarkma ve fiziksel deformasyon süreçlerinin analizi.

Nem Oranının Enerji Kayıplarına Etkisi: Yüksek nemin izolatörler üzerindeki etkisinin ve bunun sonucunda elektrik hatlarında oluşan enerji kayıplarının (örneğin ark oluşumu) teknik analizi.

Atmosfer Basıncı Etkileri: Basıncı farklılıklarının hat gerilimi ve çevresel dayanıklılık üzerindeki etkisinin İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) perspektifinden değerlendirilmesi.

Bölüm 2: Çevresel İzleme için BME680'in Çalışma Mantığı

BME680 sensörünün iletim hatlarına yönelik bu çevresel tehditleri nasıl "görünür" hale getirdiğine dair teknik bir tartışma "



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

Çok Parametrelili Ölçüm Mantığı: Sensörün, ortamdan gelen nem, sıcaklık ve basınç verilerini metal oksit tabakası aracılığıyla elektrik sinyallerine nasıl dönüştürdüğünün açıklaması.

Altyapı Güvenliği için Eşik Değerleri:

TWA (Zaman Ağırlıklı Ortalama): Uzun süreli çevresel maruz kalma sınırları.

Kritik Eşikler: Enerji kaybının veya hat deformasyonunun başladığı kritik sıcaklık ve nem seviyeleri.

Çevresel Verilerde Çapraz Duyarlılık: Çevresel faktörlerin birbirini nasıl etkilediği ve çapraz duyarlılığın genel veri doğruluğu üzerindeki etkileri hakkında tartışma.

Bölüm 3: Sensör Kalibrasyonuna Giriş

Güvenilir veri elde edilmesini sağlamak için sahaya yerleştirmeden önce sensörlerin doğrulanması.

Sıfır Kalibrasyonu: Temiz ve kontrollü bir ortamda temel değerlerin (referans sıcaklık ve basınç) ayarlanması.

Aralık Kalibrasyonu: Bilinen çevresel referans değerleri kullanılarak ölçüm doğruluğunun test edilmesi.

Çevresel Sensör Zehirlenmesi: Aşırı kirlilik veya kimyasal maruziyet nedeniyle sensörün hassasiyetini kaybetme risklerinin açıklanması.

Yönlendirici Sorular / Sınıf Tartışması

İletim hatlarında aşırı ısı ve nemin neden olduğu "fiziksel deformasyon" neden enerji sürekliliği için kritik bir risk oluşturmaktadır?

Kontrollü bir ortamda gerçekleştirilen sensör kalibrasyon süreci, iletim hatlarındaki enerji kayıplarını tespit ederken veri güvenilirliğini nasıl sağlar?

Nem ve ısı gibi değişken parametrelerin doğru şekilde kaydedilmesini sağlamak için dronun 30 saniye boyunca sabit bir koordinatta havada kalması neden zorunludur?

2. Aşama – Keşif (Araştırma ve Karşılaştırma))

Aşama 2: BME680 Sensör ve Yüksek Gerilim Ortamı Etkileşimi

Açıklama: Bu aşamada öğrenciler, iletim hattı koridorunun teknik sağlığını (hava yoğunluğu vb.) hesaplamada sensörün basınç ve sıcaklık verilerinin rolünü araştırırlar. Altyapı güvenliğine yönelik "Üç Büyük Tehdit"e odaklanırlar: Enerji Kaybı (Ark Riski), Sensör Kayması ve Fiziksel Erişim Kısıtlamaları.

Bölüm 1: Kalibrasyon Süreci ve Teknik Doğrulama

Bu bölüm, yüksek voltaj koridoruna yaklaşımdan önce sensörlerin "sıfırlanması" ve hassasiyet ayarını kapsamaktadır.:

Sıfır Hava Kalibrasyonu: Sıcaklık ve basınç için temiz bir referans oluşturmak amacıyla sensörün giriş seviyesindeki temel değerlere ayarlanması.

Aralık Ayarı: Dijital okumaların yüksek voltajlı ortamın gerçek fiziksel koşullarıyla eşleşmesini sağlamak için sensörün tepkisinin bilinen atmosferik değerler kullanılarak test edilmesi.

Sensör Kayması Analizi: Elektrik hatlarının yakınındaki elektromanyetik alanların veya ani sıcaklık değişimlerinin sensör "kaymasına" nasıl neden olabileceğini ve uçuş öncesi doğrulamanın neden hayati önem taşıdığını tartışmak.

Bölüm 2: Dikey Profil Oluşturma ve Veri Gözlemi

Öğrenciler, hatlara kademeli yaklaşım sırasında çevresel verilerin teknik sağlık sinyallerine nasıl dönüştüğünü analiz ederler.



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

Dikey Yaklaşım Simülasyonu:

Giriş Seviyesi: Referans hava yoğunluğu ve temel basınç verilerinin izlenmesi.

Orta Seviye: Drone iletim koridoruna yaklaştıkça sıcaklıktaki ilk artışın ve hava yoğunluğundaki değişikliklerin gözlemlenmesi.

Yüksek Gerilim Bölgesi (Maksimum Risk): Enerji kaybı ve fiziksel deformasyon riskinin en yüksek olduğu hatlara en yakın noktada verilerin ölçülmesi.

Hava Yoğunluğu Hesaplaması: Basınç ve sıcaklık verilerini kullanarak hava yoğunluğunun hesaplanması ve bunun koridorun yalıtım kapasitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi.

Tepki Süresi (T90): Doğru veri kaydı sağlamak için sensörün her yükseklik seviyesinde stabilize olması için geçen sürenin ölçülmesi.

Bölüm 3: Teknik Koridorlarda Yanlış Kalibrasyonun Riskleri

Yanlış Yoğunluk Okumalarının Tehlikesi: Bir sensörün yanlış sıfırlanması veya hassasiyetini kaybetmesi nedeniyle ark oluşumuna yatkın koşulları tespit edememesi durumunda ortaya çıkan riskin analizi.

Yanlış Alarmlar ve Altyapı Güvenliği: Kötü kalibrasyonun, personelin fiziksel deformasyon veya enerji kaybının gerçek sinyallerini görmezden gelmesine neden olan "Alarm Yorgunluğu"na nasıl yol açabileceğinin tartışılması.

Yönlendirici Sorular / Sınıf Tartışması:

Giriş Seviyesindeki çevresel veriler normal görünse bile, Yüksek Gerilim Seviyesinde neden kritik bir enerji kaybı riski olabilir?

BME680'in atmosfer basıncını ölçme yeteneği, iletim hattı koridorlarında "hava yoğunluğu" analizinin güvenilirliğini nasıl artırır?

Hangi yükseklik (Giriş, Orta veya Yüksek Gerilim Seviyesi) drone stabilitesi ve doğru veri kaydı için en büyük zorluğu oluşturur?

Kısa Okuma / Bilgi Grafiği:

"Korona Etkisi" ve Hava Yoğunluğu: Azalan hava yoğunluğunun yüksek gerilim hatlarında ark oluşma riskini nasıl artırdığını ve BME680 verilerinin bu tehlikeyi tahmin etmeye nasıl yardımcı olduğunu gösteren görsel bir kılavuz.

Grup Çalışması Etkinliği:

Küçük gruplar, dikey uçuş kayıtlarını analiz ederek hava yoğunluğunun kritik eşiklerin altına düştüğü belirli yükseklikleri belirleyecek ve hattın o bölümü için gerekli teknik bakım protokollerini belirleyecektir.

3. Aşama – Uygulama (Uygulamalı Pratik))**3. Aşama: Engebeli Arazide İnceleme Uçuşu (Saha Uygulaması ve Operasyonel Protokoller)****Açıklama:**

Bu aşama, monte edilmiş BME680 sensörü kullanılarak engebeli arazide simüle edilmiş iletim hatları boyunca drone uçuşlarının gerçekleştirilmesi için operasyonel protokolleri kapsamaktadır. Öğrenciler, çeşitli risk bölgelerini sınıflandırmak için izolatörlerin yakınındaki sıcaklık anomalileri ve nem seviyeleri hakkında veri toplayarak hattın teknik sağlığını analiz edeceklerdir.

1. Bölüm: Uçuş Öncesi Hazırlık ve Güvenlik Protokolleri

Engibeli Arazide Görev Planlaması: Sıcaklık anomalilerinin ve nem birikiminin en çok beklendiği zorlu arazide iletim hatları boyunca belirli izolatör noktalarının haritalandırılması.

Çevresel Değerlendirme: Özellikle vadilerde veya derin arazilerde rüzgar hızı, sıcaklık ve GPS sinyal gücünün uçuş güvenliği ve sensör doğruluğu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi.

Sensör ve KKD Hazırlığı: Kalibre edilmiş sensörün güvenli bir şekilde monte edildiğinin doğrulanması ve saha ortamları için uygun kişisel koruyucu ekipmanın (KKD) hazır olduğundan emin olunması.

Bölüm 2: Operasyonel Yürütme ve Veri Toplama

30 Saniyelik Sabit Konumlandırma Kuralı (Veri Kaydı): İzolatörlerin yakınındaki mikro iklim verilerini (nem ve ısı) stabilize etmek ve sensörün tam tepki süresine ($\$T_{\{90\}}\$$) ulaşmasını sağlamak için her koordinatta 30 saniye boyunca sabit bir konumda kalmak.

İletim Hatları Boyunca Rakım Yönetimi: Engibeli araziye göre değişen yüksekliklerde iletim hatlarının dikey profili boyunca nem seviyelerinin nasıl dalgalandığını gözlemlemek.

Senkronize Veri Kaydı: Veri setinin mekansal bütünlüğünü korumak için zaman damgalı GPS koordinatlarını sıcaklık ve nem değerleriyle eş zamanlı olarak kaydetmek.

Bölüm 3: Risk Sınıflandırması ve Yönetimi

Teknik Anormalliklerin Sınıflandırılması:

Düşük/Orta Risk: İzolatörlerin yakınındaki nem veya sıcaklık değerlerinin normal aralıklarda olduğu veya standart izleme gerektirdiği alanların belirlenmesi.

Yüksek Risk: Ark oluşumunu veya fiziksel deformasyonu gösteren kritik sıcaklık anormalliklerine sahip "Kırmızı Bölgelerin" tespit edilmesi, acil idari işlem veya bakım gerektirir..

Navigasyon ve Acil Durum Protokolleri: Enerji iletim hatları ve engibeli arazideki fiziksel engeller çevresinde uçuş güvenliğinin sağlanması ve GPS sinyal kaybı durumunda "Eve Dönüş" (RTH) protokollerinin uygulanması.



4. Aşama – Yansıma ve Pekiştirme (Sunum ve Bağlantı)

4. Aşama: Arıza Tahmini ve Raporlama (Bakım-Onarım Önceliklendirmesi)

Açıklama: Bu aşama, altyapının güvenilirliğini ve güvenliğini sağlamak için "Yüksek Riskli" noktaları belirlemek ve "Bakım-Onarım Önceliklendirme Raporu" hazırlamak amacıyla ham saha verilerinin dijital ortamda işlenmesini içerir.

Bölüm 1: Veri Aktarımı ve Format Dönüştürme

Veri Boşaltma: Zaman damgalı dosyaların (.csv veya .txt formatında) dronun dahili belleğinden veya özel veri kaydedicisinden bir bilgisayara aktarılması.

Veri Temizleme: Kalkış, iniş ve geçiş dönemlerindeki gürültüyü gidermek için veri kümesinin filtrelenmesi, her belirlenmiş koordinattaki 30 saniyelik "havada kalma" pencerelerine özel olarak odaklanması.



Mekansal Senkronizasyon: Mekansal bütünlüğü korumak için her sensör okumasının (sıcaklık anomalisi, nem veya iç mekan hava kalitesi puanı) karşılık gelen GPS koordinatıyla doğru şekilde eşleştirilmesinin sağlanması..

Bölüm 2: Veri Analizi ve Arıza Tahmini

Kritik Eşiklerin Tanımlanması: İletim hatları için endüstriyel güvenlik standartlarının elektronik tabloya entegre edilerek "Güvenli", "Uyarı" ve "Tehlike" seviyelerinin belirlenmesi.

Yüksek Riskli Noktaların Belirlenmesi: Ölçülen sıcaklık anomalileri ve nem seviyelerine dayanarak fiziksel deformasyona veya ark oluşumuna yatkın noktaların matematiksel olarak belirlenmesi.

İstatistiksel Analiz (Ortalama vs. Tepe Değer): Geçici dalgalanmaları filtrelemek için ortalama değerlerin hesaplanması ve potansiyel arıza noktalarının tam olarak belirlenmesi için "Tepe Değerlerin" tespit edilmesi.

Bölüm 3: Görselleştirme ve Bakım Dokümantasyonu

Risk Haritaları Oluşturma: Risk faktörü yoğunluğunun görsel bir temsilini sağlamak için tesis veya hat düzeni üzerine yerleştirilmiş ısı haritaları veya dağıtım şemaları oluşturma.

"Bakım-Onarım Önceliklendirme Raporu"nu Hazırlama: Acil veya planlı bakım eylemlerine rehberlik etmek için altyapı noktalarını risk seviyelerine göre sıralayan resmi bir belge hazırlama.

Karar Destek Çıktıları: Acil onarımlar, artırılmış izleme veya personel erişiminin kısıtlanması gibi idari eylemleri tetiklemek için "Kırmızı Bölgeleri" belirleyen raporları sonlandırma

süre (s)	Rakım (m)	Basınç (hPa)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Durum / Algılama
0	0 (Giriş)	915.8	24.5	60.2	Referans Hava Kalibrasyonu
100	15 (Tırmanmak)	915.6	24.2	61.5	İstikrarlı Uçuş
300	45(Yalıtkan Seviyesi)	916.4	38.2	82.4	KRİTİK: Sıcaklık Farkı ve Nem Artışı
580	25 (alçalmak)	915.5	25.1	65.8	İletim Hattı Salınım Bölgesi Analizi
750	50 (direk tepesi)	916.5	36.5	78.2	UYARI: Yüksek Ark Riski
1000	0 (iniş)	915.9	24.8	62.1	Görev Tamamlandı – Eve Dönüş Modu

Düşünme Etkinliği: Rehber Sorular

Çevresel Risk Değerlendirmesi: Aşırı sıcaklık ve atmosfer basıncı gibi faktörlerin enerji iletim hatlarında fiziksel deformasyona nasıl neden olduğunu belirlemek için drone teknolojisini kullanmanın teknik süreci hakkında neler öğrendiniz?

Operasyonel Karar Verme: Yüksek gerilim koridorlarında hava yoğunluğunu ve sıcaklığını izlemek için BME680 sensör yüküne sahip bir drone'u uçurmak, uçuş güvenliği ve risk azaltma yaklaşımınızı nasıl etkiledi?



30 Saniye Kuralı: İzolatörlerin yakınında toplanan nem ve sıcaklık verilerinin doğruluğunu sağlamak için 30 saniyelik "havada kalma" kuralı neden önemlidir ve bu, arıza tahminlerinin güvenilirliğini nasıl etkiler?

Arıza Tahmini Doğruluğu: Enerji kaybına veya altyapı arızasına yol açabilecek teknik anormallikleri başarıyla tespit etmede titiz planlama ve sensör kalibrasyonunun hayati rolü nedir?

Veri Odaklı Bakım: Veri analiziniz ve hazırladığınız "Bakım-Onarım Önceliklendirme Raporu"na dayanarak, veri odaklı protokoller enerji koridorundaki yüksek riskli noktalar için karar verme ve güvenlik yönetimini nasıl iyileştirir??

11. Değerlendirme Kriterleri (Enerji İletim Hattı ve Altyapı Sağlığı Odaklı))

Enerji İletim Riskleri ve Sensör Teknolojisi Sınavları: Öğrencilerin aşırı ısı, nem ve atmosfer basıncının neden olduğu iletim hatlarındaki fiziksel deformasyon ve enerji kaybı hakkındaki teknik bilgilerini ölçmek için kısa sınavlar uygulanmaktadır. Kapalı uçlu sorular, BME680 sensörünün basınç ve sıcaklık verilerini kullanarak teknik sağlığı nasıl hesapladığını değerlendirirken, açık uçlu sorular engebeli arazide drone tabanlı incelemelerin kritik önemini araştırmaktadır.

İletim Hattı Anormalliklerinin ve Yüksek Riskli Noktaların Belirlenmesi: Öğrenciler, izolatörlerin yakınındaki sıcaklık anormalliklerini, nem seviyelerini ve veri kayıtlarındaki sapmaları belirleme yetenekleri açısından değerlendirilir. Değerlendirme, simüle edilmiş iletim hattı görüntülerinin analizini ve Excel veri kümelerinde "Yüksek Riskli" noktaların (arıza potansiyeli olan alanlar) doğru bir şekilde işaretlenmesini içerir.

Altyapı Denetimi ve Bakım Tahmini için Öz Değerlendirme: Öğrenciler, engebeli arazide drone kullanma yetkinliklerini, sensör verilerini yorumlama becerilerini ve enerji koridorları içindeki çevresel faktörleri analiz etme konusundaki güvenlerini değerlendirmek için öz değerlendirme kontrol listelerini tamamlarlar. Yansıtma süreci, teknik zorluklara ve altyapı güvenliği için drone teknolojisinin sorumlu kullanımına odaklanır.

Operasyonel Protokoller ve Akran Değerlendirmesi: Grup etkinlikleri sırasında öğrenciler, akran değerlendirme protokolleri aracılığıyla engebeli arazideki uçuş planlarının güvenliğini, arıza tahmin verilerinin doğruluğunu ve ekip içindeki teknik koordinasyonu değerlendirirler.

"Bakım ve Onarım Önceliklendirme" Portföyleri: Her grup, iletim hattı ölçüm notları, dikey profil veri tabloları (Excel/Google Sheets), işaretlenmiş risk haritaları ve "Bakım-Onarım Önceliklendirme Raporları" içeren bir portföy sunar.

Veri Toplama ve Saha Görüntüleme Dokümantasyonu: Değerlendirme, dronun izolatörlerin yakınında 30 saniyelik havada kalma kuralına uyup uymadığını, seçilen ölçüm noktalarının yüksek riskli alanlarla hizalanmasını ve elde edilen görsel verilerin bakım kararlarını destekleme kapasitesini kapsar.

12. Teaching Materials

1-



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

Kaynak	Bağlantı
1. DJI Mini 4 Pro ve DJI RC 2 uzaktan kumanda kullanım kılavuzu_V4	https://docs.google.com/document/d/1fFIacOnK13LNpETiJVGHhQkoenCvt5ct/edit?usp=drive_link&oid=110204741178376447896&rtpof=true&sd=true
2.2.1. NodeMCU ile Başlangıç	https://docs.google.com/document/d/1kQgIg533Jtssm3LG2PeQFb5h1b1OKwSLQl-dx8GvcHM/edit?usp=drive_link
2.2.2. Çevresel Algılama Modülleri	https://docs.google.com/document/d/1TaEKu4fmXjR0nPVU_rB5BKxXWu_I-oj9cHaotPzbTBc/edit?usp=drive_link
2.2.3 Veri Toplama, Kayıt ve Saha Operasyonları	https://docs.google.com/document/d/19S4BqSk_Rdi75qzwWkpkeVnbt9otIEB-O9kfYv9Ww/edit?usp=drive_link

2- Kullanılan FLIGHT Kiti (özel drone bileşenleri):

BME680 – Sıcaklık, Nem, Basınç, VOC'ler

Lazer PM2.5 Sensörü – Partikül Madde

MQ7 Gaz Sensörü – CO Tespiti

GUVA-S12SD – UV Yoğunluğu

13. Dış kaynaklar

Resource	Link



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

14. Referans



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.