



Atıksu Arıtma Tesisi Hava Kalitesi ve Zehirli Gaz Haritalaması

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 Diller	3
2. Matematiksel, Bilimsel, Teknik ve Mesleki Beceriler	3
3. Dijital Yetkinlikler	3
4. Kişisel, Sosyal ve Profesyonel Yetkinlikler	3
5. Güvenlik, Kalite ve Sürdürülebilirlik	4
6. Vatandaşlık ve Kültürel Yeterlilik	4
7. Yaratıcılık, Problem Çözme ve Girişimcilik	4
8. İşyeri Tabanlı Öğrenme ve İşyeri Entegrasyonu	4
9. Ön Bilgi / Önkoşullar	4
10. Ders/Proje Taslağı	5
Aşama 1 – Giriş (Etkileşim Kurma ve Bağlam Oluşturma)	5
Aşama 2 – Keşif (Araştır ve Karşılaştır)	6
Aşama 3 – Uygulama (Uygulamalı Pratik)	7
Aşama 4 – Yansıma ve Pekiştirme (Şimdiki Zaman ve Bağlantı)	9
11. Değerlendirme Kriterleri	10
12. Öğretim Materyalleri	11
13. Dış Kaynaklar	11
14. Referanslar	11



1. KISA AÇIKLAMA

ISCED Seviye 3 öğrencileri, özel olarak tasarlanmış dronlara entegre edilmiş gaz sensörlerini kullanarak, arıtma tesislerinde insan sağlığı için risk oluşturan H₂S gazlarının konsantrasyonunu haritalandıracaklar..

2. HEDEF

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

3. KONU ALANI

- ☐ Tarım
- ☐ Afet Müdahalesi
- ☐ Yapılar
- ☒ Su Yönetimi
- ☐ Çevre Koruma

- ☐ Diğer

4. TİP

- ☐ Ders Planı
- ☒ Proje

- ☐ Aktivite

5. DRONE KULLANIMI

- ☒ Özel Drone

- ☐ Ticari drone (DJI)



6. SÜRE

- ☐ 1 x 45-dakikalık ders - Portekiz
- ☐ 1 x 60- dakikalık ders
- ☐ 1 x 90-dakikalık blok
- ☒ 2 x 45- dakikalık ders
- ☐ 2 x 60- dakikalık ders
- ☐ Çift oturum (2 × 60 dakika) isteğe bağlı proje tabanlı ödev.

7. ÖĞRENME HEDEFLERİ

Öğrenciler, FLIGHT Kit üzerindeki MQ7 (Karbon Monoksit) ve BME680 (VOC/Gaz) sensörlerini programlayacak ve veri okuma sıklığını ayarlayacaklardır. Öğrenciler, arıtma havzaları üzerinde güvenli bir irtifada sabit havada kalma görevleri gerçekleştirerek uzamsal gaz verilerini toplayacaklardır. Öğrenciler, toplanan verileri elektronik bir tabloya aktararak bir "Tesis Hava Kalitesi Isı Haritası" oluşturacaklardır.

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 yetkinliği (STEM)
- ☐ İş görevlerine uygulanan sayısal beceriler
- ☐ Teknik bilgilerin yorumlanması (kılavuzlar, diyagramlar, standartlar)
- ☐ Mesleki/teknik beceriler
- ☐ Pratik görevlerin yerine getirilmesi

3. Dijital Yetkinlikler.

- ☒ Dijital yeterlilik (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

- ☐ Sağlık ve güvenlik standartlarının uygulanması (İSG/GGST)
- ☐ Kalite prosedürleri ve iş yeri normları
- ☒ Çevre ve sürdürülebilirlik bilinci

6. Vatandaşlık ve Kültürel Yeterlilik

- ☒ Vatandaşlık yeterliliği
- ☐ Kültürel farkındalık ve ifade yeteneği

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 talimatlara ve prosedürlere uymak
- ☐ Aletlerin, ekipmanların ve teknolojinin kullanımı

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

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..



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

10. Ders/Proje Taslağı

Aşama 1 – Giriş (Etkileşim ve Bağlam Oluşturma)

Tanım:

Aşama 1: "Görünmez Tehlike" (Arıtma Tesislerinde Gaz Zehirlenmesi ve Sensör Mantığı)

Bölüm 1: "Görünmez Tehlike" Video Gösterimi ve Vaka Analizi

Bu bölüm, arıtma tesislerinde insan duyuları tarafından genellikle algılanamayan risklere odaklanmaktadır:

Sessiz Katiller Tanıtımı: Hidrojen Sülfür (H_2S), Metan (CH_4) ve Karbon Monoksit (CO_2) gibi gazların karakteristik özelliklerinin (kokusuz, renksiz) ve fizyolojik etkilerinin ayrıntılı incelenmesi).

Gazların Fiziksel Davranışı: Gazların yoğunluğa bağlı olarak nerede biriktiği üzerine tartışma; örneğin, havadan daha ağır gazların çökme tanklarının dibinde veya kanalizasyon hatlarının içinde nasıl ölümcül "gaz cepleri" oluşturduğu.

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Perspektifi: Kişisel koruyucu ekipman (KKD) kullanılmamasının veya yetersiz havalandırmanın sonuçlarını anlamak için videodaki senaryoların analizi.

Bölüm 2: Sensörlerin Çalışma Mantığı ve Teknik Altyapı

Sensörlerin bu görünmez tehditleri nasıl "görünür" hale getirdiğine dair teknik bir tartışma":

Elektrokimyasal Sensörlerin Prensipleri: Gaz moleküllerinin sensör üzerindeki bir elektrotla nasıl etkileşime girerek elektrik akımı ürettiğinin ve bu akımın daha sonra sayısal bir değere (ppm - milyonda bir kısım) dönüştürüldüğünün açıklaması.

Eşik Değerleri ve Alarm Seviyeleri:

TWA (Zaman Ağırlıklı Ortalama): 8 saatlik vardiya boyunca maruz kalma sınırı.

STEL (Kısa Süreli Maruz Kalma Sınırı): 15 dakikalık aralıklar için güvenli eşik değer. Kritik seviyeler aşıldığında sensörün nasıl erken uyarı sinyali ürettiğine dair talimatlar.

Çapraz Duyarlılık: Sensörün hedef gaz dışında diğer gazlara da tepki verme olasılığını ve bunun veri doğruluğu üzerindeki etkisini tartışmak.

Bölüm 3: Sensör Kalibrasyonuna Giriş

İkinci aşamaya hazırlık, sensörlerin neden periyodik olarak doğrulanması gerektiğinin vurgulanması:

Sıfır Kalibrasyonu: Hedef gazın bulunmadığı temiz havada sensörün tam olarak "0" göstermesini sağlamak.

Ölçüm Aralığı Kalibrasyonu: Bilinen bir konsantrasyona sahip test gazı kullanarak sensörün ölçüm doğruluğunu test etme işlemi.

Sensör Zehirlenmesi: Silikonlara veya yüksek konsantrasyonlu kimyasallara maruz kalma nedeniyle sensörlerin hassasiyetini kaybetme risklerinin açıklanması.

Yönlendirici Sorular / Sınıf Tartışması:

Arıtma tesislerinde gaz konsantrasyonlarının izlenmesi neden "görünmez bir tehlikeye" karşı kritik bir savunma olarak kabul edilir ?

Kontrollü bir ortamda sensör kalibrasyon süreci, saha uygulamaları sırasında toplanan verilerin güvenilirliğini nasıl sağlar ?

Doğru veri kaydı için dronun 30 saniye boyunca sabit bir koordinatta havada kalması neden önemlidir ?



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

2. Aşama – Keşif (Araştırma ve Karşılaştırma)

Tanım:

2. Aşama: Sensörler kalibre edilir, müfredat dokümantasyonunuz için yapılandırılır:

Bölüm 1: Kalibrasyon Süreci ve Teknik Doğrulama

Bu bölüm, saha uygulamasına geçmeden önce sensörlerin "sıfırlanması" ve hassasiyet ayarını kapsar: Bu aşamada öğrenciler, arıtma tesislerinde operasyonel güvenliğe yönelik "Üç Büyük Tehdit"i inceler: Gaz Birikimi (Zehirlenme), Sensör Kayması (Yanlış Ölçüm) ve Fiziksel Erişim Kısıtlamaları. Rehberli tartışma ve gözlem yoluyla öğrenciler, her faktörün tesis kazalarına nasıl katkıda bulunduğunu ve sıklıkla nasıl etkileşimde bulunduğunu analiz eder. Gaz birikimi kavramı, sadece gazın varlığının ötesinde incelenir ve havadan daha ağır gazların çökme tanklarının dibinde veya kapalı alanlarda nasıl sinsi bir şekilde birikebileceği vurgulanır. Öğrenciler, temiz ve kirli hava arasındaki veri farklılıklarını gözlemlemek ve yanlış kalibre edilmiş bir sensörün yarattığı riskleri karşılaştırmak için laboratuvar ortamında Sensör Kalibrasyon Testini uygular. "Görünmez Tehlike" olan gaz sızıntıları, kokusuz ve renksiz olabildikleri için yaşamı tehdit eden bir risk olarak incelenir. Ayrıca, insan girişinin tehlikeli olduğu yüksek riskli alanlara drone tabanlı erişim stratejileri de ele alınmaktadır.

Sıfır Hava Kalibrasyonu: Öğrenciler, hedef gazın bulunmadığı temiz hava koşullarında sensörü tam olarak "0" a nasıl ayarlayacaklarını öğrenirler. Bu adım, arka plan gürültüsünü ortadan kaldırmak ve temiz bir temel çizgi sağlamak için kritik öneme sahiptir.

Aralık Ayarı: Sensörün tepkisi, bilinen konsantrasyona sahip bir "Aralık Gazı" (örneğin, 25 ppm H₂S) kullanılarak test edilir. Öğrenciler, cihazın dijital okumasının gazın gerçek fiziksel konsantrasyonuyla eşleşmesi için cihazı nasıl kalibre edeceklerini öğrenirler.

Sensör Sapması Analizi: Çevresel faktörler nedeniyle sensör hassasiyetinin zaman içinde neden değiştiği ve periyodik kalibrasyonun çalışanlar için "yanlış bir güvenlik hissi"ni nasıl önlediği tartışılır.

Bölüm 2: Temiz ve Kirli Hava Arasındaki Veri Farklılıklarının Gözlemlenmesi

Öğrenciler, laboratuvar ortamında oluşturulan kontrollü senaryolar aracılığıyla verileri karşılaştırır:

Simülasyon Kurulumu: Düşük ve yüksek yoğunluklu gaz sızıntıları, gerçek zamanlı sensör tepkilerini gözlemlemek için kontrollü bir oda veya laboratuvar davlumbazı içinde simüle edilir.

Tepki Süresi (T90): Öğrenciler, sensörün gaz maruziyetinden sonra nihai stabilize değerini %90'ına ulaşması için geçen süre olan "T90" süresini ölçer. Bu, erken uyarı sistemleri için hayati bir ölçüttür.

Temiz Hava Referansı ve Kirlilik Grafikleri: Öğrenciler, hava kalitesi değişikliklerinin dijital sinyallere nasıl dönüştüğünü ve belirli alarm eşiklerinin (örneğin, Alt Alarm Limiti - LAL) nasıl tetiklendiğini görmek için ham sensör verilerini izler.

Bölüm 3: Yanlış Kalibrasyonun Riskleri

Yanlış veya ihmal edilmiş kalibrasyonla ilişkili operasyonel tehlikelerin incelenmesi:

Negatif Kayma Tehlikesi: Bir sensörün yanlış sıfırlanması veya hassasiyetini kaybetmesi nedeniyle mevcut gazı tespit edememesi durumunda zehirlenme riskinin analizi. Yanlış Alarmlar ve "Alarm Yorgunluğu": Kötü kalibrasyon nedeniyle temiz havada tetiklenen sensörlerin operasyonel verimliliği nasıl azalttığı ve personelin gerçek tehlike sinyallerini görmezden gelmesine nasıl neden olduğu tartışılıyor.



Yönlendirici Sorular / Sınıf Tartışması:

Tesisin başka yerlerindeki sensörler "temiz hava" seviyelerini gösterse bile, kapalı bir tankın dibinde ölümcül gaz birikimi neden hala mevcut olabilir?

Hatalı veya eksik bir kalibrasyon süreci, saha denetimleri sırasında nasıl "yanlış güvenlik" hissi yaratır?

Üç tehditten (gaz birikimi, sensör sapması veya erişim zorluğu) hangisi teknolojik bir çözüm olmadan tespit edilmesi en zordur?

Kısa Okuma veya Bilgi Grafiği:

"Görünmez Çökme" etkisi - havadan daha ağır gazların arıtma havuzlarının alt kısımlarında birikerek tespit edilemeyen, ölümcül cepler oluşturmaları.

Grup Çalışması Etkinliği:

Küçük gruplar, arıtma tesislerinin örnek fotoğraflarını ve sensör verilerini analiz eder; olası bir kaza riskinden en çok hangi "tehdidin" (gaz kaçağı, sensör hatası veya fiziksel engel) sorumlu olduğunu belirler ve insansız hava aracının inceleme için tam olarak hangi koordinatlarda havada kalması gerektiğini tespit eder.

**3. Aşama – Uygulama (Uygulamalı Pratik)****Uygulamalı Aktivite:**

Aşama 3: Saha Uygulaması, müfredatınıza ve teknik dokümantasyonunuza göre uyarlanmıştır:

Aşama 3: Saha Uygulaması (Drone Tabanlı Veri Toplama ve Operasyonel Protokoller)

Bölüm 1: Uçuş Öncesi Hazırlık ve Güvenlik Protokolleri

Bu aşama, dronun arıtma tesisi ortamına konuşlandırılmasından önce gerekli olan kritik adımları kapsamaktadır:

Koordinat Seçimi ve Görev Planlaması: Tesisin risk haritasında, gaz birikiminin en muhtemel olduğu tortu tankları, vana odaları ve atık su girişleri gibi yüksek riskli noktaların önceden tanımlanması.



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

Çevresel Değerlendirme: Uçuş güvenliğini doğrudan etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi, örneğin rüzgar hızı, sıcaklık ve GPS sinyal gücü.

Sensör Entegrasyonu: Kalibre edilmiş sensörün drone'a güvenli bir şekilde monte edildiğinden emin olunması ve tüm veri iletim ünitelerinin doğru şekilde çalıştığının doğrulanması.

Bölüm 2: Operasyonel Yürütme ve "Hareket Halinde Kalma" Mantığı

İHA'nın belirli noktalarda sabit kalmasının teknik gerekçesi:

30 Saniyelik Sabit Kalma Kuralı (Veri Kaydı): Sensörün tam tepki süresine (90) ulaşmasını sağlamak ve istikrarlı, doğru bir ortalama gaz konsantrasyonunun yakalanmasını garanti etmek için her koordinatta 30 saniye boyunca sabit bir konumda kalmak.

Yükseklik Yönetimi: İzlenen gazların yoğunluğuna bağlı olarak değişen yüksekliklerde (yer seviyesine yakın veya tank yüzeylerinin hemen üzerinde) ölçümler yapmak.

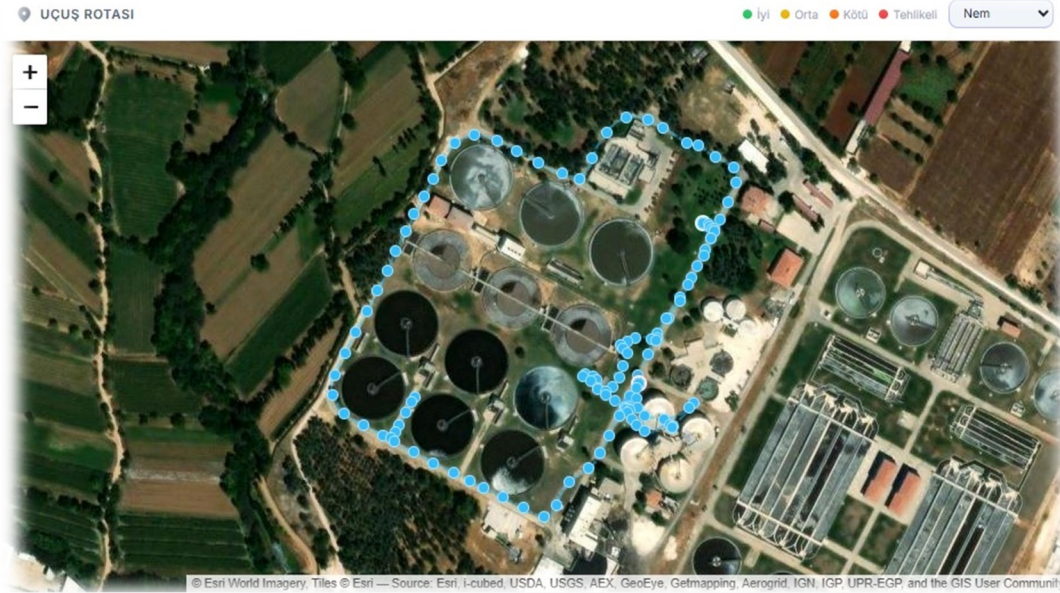
Senkronize Veri Kaydı: Uçuş sırasında zaman damgalı GPS koordinatları ve gaz konsantrasyonu (ppm) değerlerinin eş zamanlı olarak kaydedilmesiyle güvenilir bir veri seti oluşturulur..

Bölüm 3: Saha Risklerinin Yönetimi

Fiziksel uygulama sırasında karşılaşılan zorlukların ele alınması:

Fiziksel Engellerin Etrafında Navigasyon: Tesis içindeki boru hatları, yüksek gerilim hatları veya mobil vinç sistemlerinin yakınında manevra yaparken uçuş güvenliğinin sağlanması.

Sinyal Kaybı ve Acil Durum Protokolleri: Tesisin dar veya derin alanlarında GPS sinyal kaybı durumunda manuel geçersiz kılma veya "Eve Dönüş" (RTH) protokollerinin uygulanması.



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

Grup Sunumları

Aşama 4: Veri Aktarımı ve Analizi (Excel/Google Sheets ile Risk Haritalama)

Bölüm 1: Veri Aktarımı ve Biçim Dönüştürme

Bu aşama, ham verilerin saha donanımından işlenmek üzere dijital bir ortama aktarılmasını içerir:

Veri Aktarımı: 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 gaz konsantrasyonu değerinin (ppm) karşılık gelen GPS koordinatıyla (Enlem/Boylam) doğru şekilde eşleştirilmesini sağlamak.

Bölüm 2: Excel/Google Sheets'te Veri Analizi

Toplanan verileri değerlendirmek için mantıksal fonksiyonların ve teknik standartların uygulanması:

Kritik Eşiklerin Tanımlanması: Endüstriyel güvenlik standartlarını (örneğin H2S limitleri) elektronik tabloya entegre ederek "Güvenli", "Uyarı" ve "Tehlikeli" seviyelerini belirleme.

Koşullu Biçimlendirme: Hücreleri vurgulamak için otomatik kurallar kullanma: Kritik güvenlik eşiklerini aşan konsantrasyonlar için Kırmızı, izleme gerektiren orta seviyeler için Sarı/Turuncu ve güvenli bölgeler için Yeşil..

İstatistiksel Analiz (Ortalama vs. Tepe Değer): Geçici dalgalanmaları filtrelemek için her 30 saniyelik aralıkta ortalama konsantrasyonu hesaplamak ve aynı zamanda sızıntının kesin kaynağını bulmak için "Tepe Değeri"ni belirlemek.

Bölüm 3: Görselleştirme ve Raporlama

Tesis yönetimi için ham verileri eyleme dönüştürülebilir bilgilere dönüştürme:

Risk Haritaları Oluşturma: Tesis yerleşim planı üzerine yerleştirilen ısı haritaları veya dağıtım şemaları, gaz yoğunluğunu ve hareketini görsel olarak temsil etmek için kullanılır.

Anormallik Tespiti: Öğrencilere gerçek gaz sızıntıları ile sensör "düz çizgi" veya parazit artışları gibi teknik anormallikler arasında ayırım yapma konusunda eğitim verilmesi.

Karar Destek Çıktıları: Acil bakım, artırılmış havalandırma veya personel erişiminin kısıtlanması gibi acil idari eylemleri tetiklemek için "Kırmızı Bölgeleri" belirleyen raporların sonlandırılması.



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

Yansıma Etkinliği: Rehber Sorular

Drone teknolojisi kullanarak arıtma tesislerinde gaz konsantrasyonu verilerini toplama teknik süreci hakkında neler öğrendiniz?

Entegre, hassas bir sensör yüküne sahip bir drone'u uçurmak, operasyonel karar verme süreçlerinizi ve uçuş güvenliğine yaklaşımınızı nasıl etkiledi?

Sonuçların doğruluğu için 30 saniyelik "havada kalma" kuralı ve veri kayıt süreci neden bu kadar kritik?

Sahada çalışma sırasında "görünmez tehlikeleri" (gaz sızıntıları) başarıyla tespit etmede titiz planlama, sensör kalibrasyonu ve ekip çalışmasının hayati rolü nedir?

Excel'de analiz ettiğiniz verilere dayanarak, arıtma tesisindeki personel sağlığı riskleri ve güvenli yönetim kararları hakkında hangi sonuçlara varabilirsiniz?

11. Değerlendirme Kriterleri

Kapalı veya Açık Sorular İçeren Sınavlar: Kısa biçimlendirici ve özetleyici sınavlar, öğrencilerin arıtma tesislerindeki gaz tehlikeleri ve sensör teknolojileriyle ilgili temel kavramları anlamalarını değerlendirmek için kullanılır. Kapalı sorular (çoktan seçmeli / doğru-yanlış), sensör çalışma mantığı, kritik gaz eşik seviyeleri ve "Üç Büyük Tehdit" (gaz birikimi, sensör sapması ve erişim kısıtlamaları) hakkındaki bilgiyi değerlendirir. Açık sorular, öğrencilerden neden-sonuç ilişkilerini açıklamalarını gerektirir; örneğin, hatalı kalibrasyonun nasıl "yanlış bir güvenlik hissi" yarattığı veya drone tabanlı denetimlerin güvenlik için neden kritik olduğu gibi.

Gaz Tehlikelerinin ve Veri Anormalliklerinin Belirlenmesi: Öğrenciler, tesis içindeki potansiyel tehlike bölgelerini, veri kayıtlarındaki anormallikleri ve sensörlerin yanlış okumalar vermesine neden olan faktörleri doğru bir şekilde belirleme yetenekleri açısından değerlendirilir. Değerlendirme, saha görüntü analizi, laboratuvar gözlemleri ve Excel'de veri işaretleme sonuçlarına (kritik seviyelerin kırmızı renkle vurgulanması) dayanmaktadır).

Bireysel Yansıma için Öz Değerlendirme Araçları: Öğrenciler, kendi öğrenme ilerlemelerini, pratik becerilerini (örneğin, sensör kalibrasyonu yapma, Excel'de verileri kategorize etme) ve endüstriyel denetimler için drone teknolojisini sorumlu bir şekilde kullanma konusundaki güvenlerini değerlendirdikleri yapılandırılmış öz değerlendirme kontrol listelerini tamamlarlar. Yansıma, öğrenilen derslere, karşılaşılan teknik zorluklara ve daha fazla iyileştirme alanlarına odaklanır.

İşbirliğine Dayalı Değerlendirme için Akran Değerlendirme Protokolleri: Grup etkinlikleri sırasında öğrenciler, önceden tanımlanmış kriterler kullanarak akran değerlendirmelerine katılırlar. Bunlar arasında veri analizinin doğruluğu, drone uçuş planlamasında güvenlik önlemleri, ekip çalışması ve teknoloji kullanımı sırasında gösterilen teknik yeterlilik yer alır.

Seçilmiş Çıktıları veya Öğrenme Sürecini Belgeleyen Portfolyolar: Her öğrenci veya grup, laboratuvar notları, drone tarafından toplanan veri tabloları (Excel/Google Sheets çıktıları), işaretlenmiş risk haritaları ve yansıtıcı notlar gibi seçilmiş çıktıları içeren bir öğrenme portfolyosu hazırlar. Portfolyo, denetim süreci boyunca hem teorik anlayışı hem de pratik uygulamayı göstermektedir.

Drone Verilerinin ve Saha Görüntülerinin Belgelendirilmesi: Değerlendirme, drone ile çekilen görüntülerin standart ve analiz edilen verilerle uyumunu içerir. Öğrenciler, güvenli



uçuş uygulaması (30 saniyelik havada kalma rejimi), uygun koordinat seçimi ve yatakların güvenlik kararlarını desteklemek için görsel verileri değiştirme kolaylığı bakış açısı.

12. Öğretim Materyalleri

1-

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&ouid=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_Rdi75qzwWkpkeVnbtte9otIEB-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

14.Referans



Avrupa Birliği

tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.