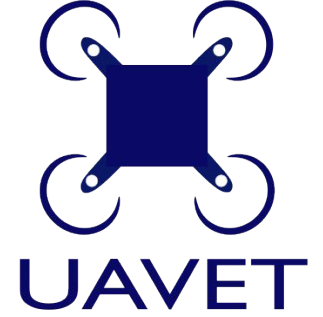




Co-funded by
the European Union



İHA Bakım ve Onarımına Yönelik Elektromekanik
Teknikerlerinin Mesleki Becerilerinin Geliştirilmesi

MODÜL 2

Sorun Giderme



MODÜL 2:

SORUN GİDERME

UAVET EĞİTİM PROGRAMI

Süre: 6 saat

Hedef gruplar: Elektromekanik teknisyenleri

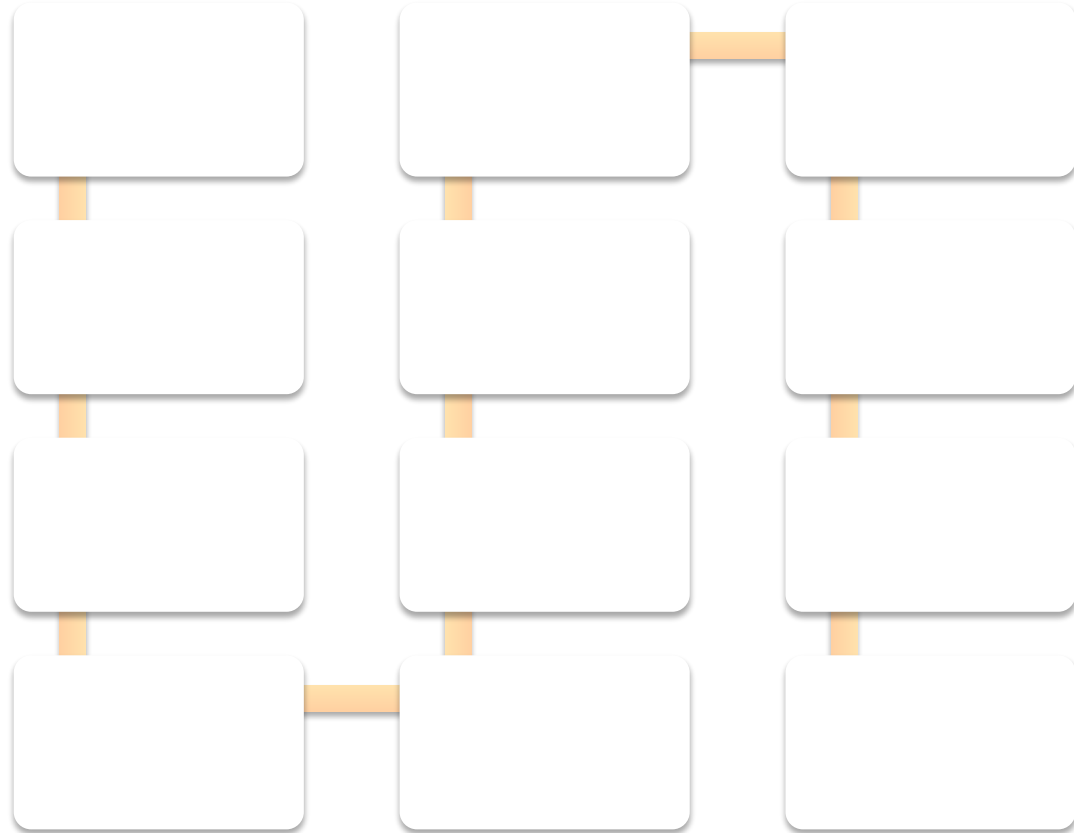
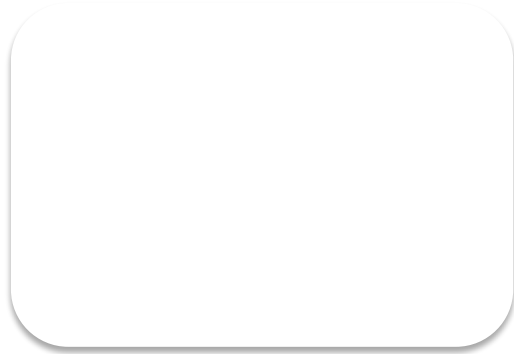
Öğretim Yöntemleri: Hibrit öğrenme

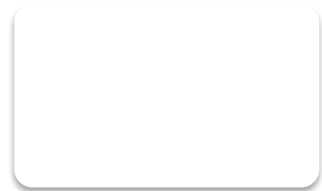
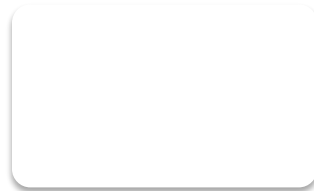
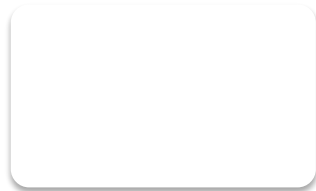
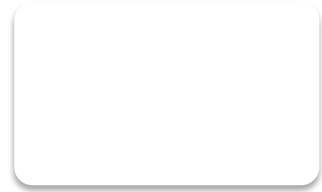
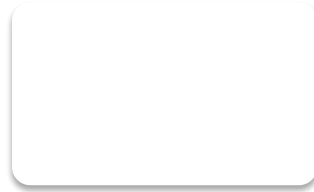
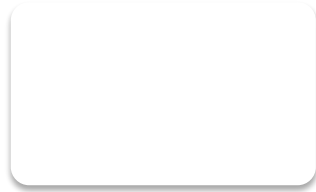
GİRİŞ

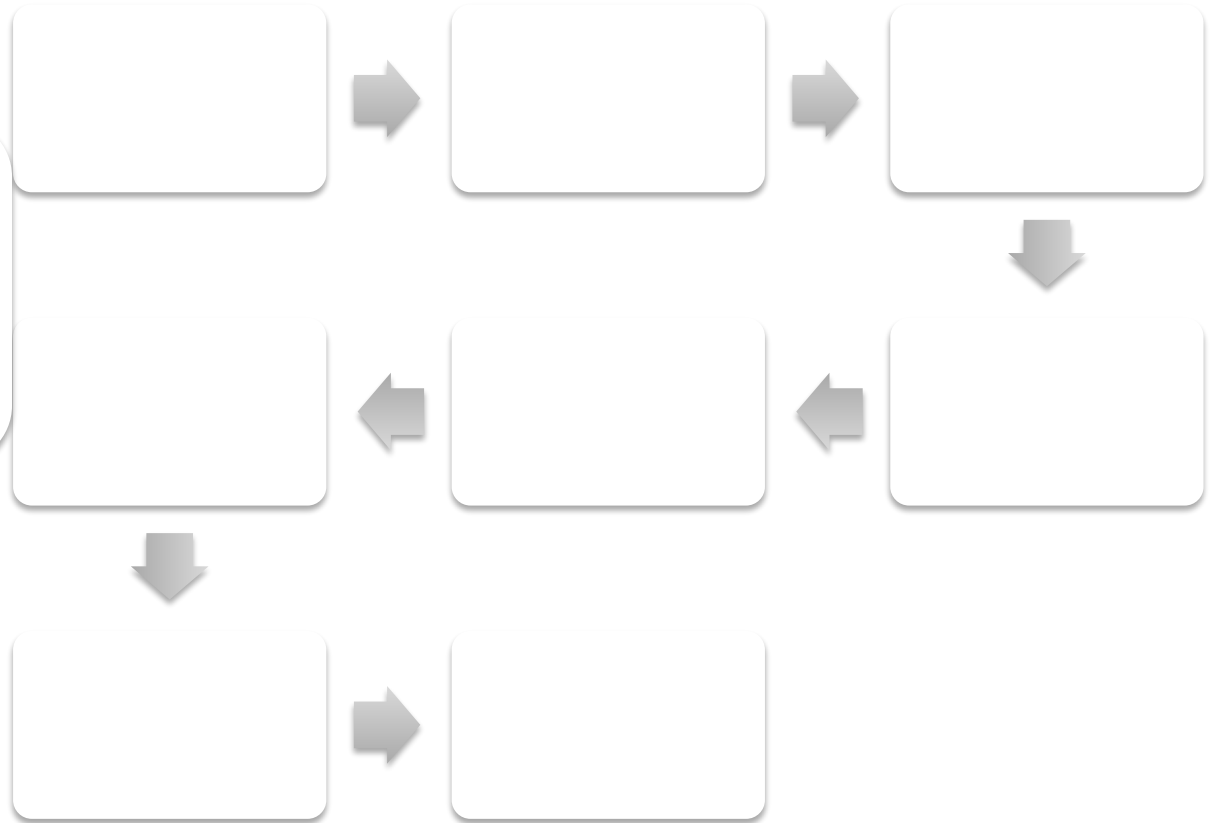
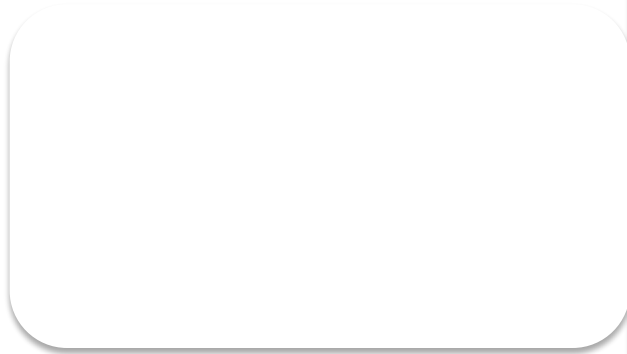
İHA Projesi kapsamında geliştirilen bu eğitim programı, katılımcıların İHA teknolojisi alanında derinlemesine bilgi sahibi olmalarını sağlamayı ve drone teknisyenlerinin daha yetkin hale gelmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. "Sorun Giderme" eğitim modülümüz olan "Sorun Giderme", teknisyenlere arızaları analiz etme ve ele alma konusunda pratik beceriler sağlar. İHA sorun giderme, optimum performans ve güvenliği sağlamak için bir dizi kritik adımı içerir. Bakım kaydının açılması ve kapsamlı bir fiziksel inceleme yapılmasıyla başlar. Kablolar ve prizler gibi bağlantı ekipmanları incelenir, ardından sorunları teşhis etmek için uçuş öncesi testler yapılır. Mekanik arızalar ve sensör hataları ele alınır, yazılım veya ürün yazılımı güncellenir ve uçuş parametreleri kalibre edilir. Önleyici faaliyetler uygulanır, bakım sonrası test uçuşu gerçekleştirilir ve eksiksiz bir bakım geçmişini içeren tüm sorun giderme ayrıntıları titizlikle kaydedilir.

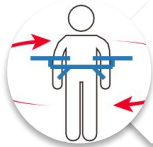
DERS	SÜRE	KATEGORİ-GÖREV
Ders 1	1 saat	Kategori 2 – Görev: 1-2-3
Ders 2	2 saat	Kategori 2 – Görev: 4-5-6
Ders 3	2 saat	Kategori 2 – Görev: 7-8-9
Ders 4	1 saat	Kategori 2 – Görev: 10-11

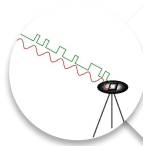
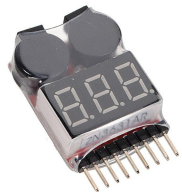
KONULAR	ÖĞRENME AMAÇLARI	ÖĞRENME MATERYALLERİ	ÖĞRENME SÜRECİ	SOMUT KAZANIMLAR	DEĞERLENDİRME
- Bakım kaydının açılması ve İHA'nın fiziksel muayenesinin sağlanması. - Kablo ve soket gibi bağlantı ekipmanlarının incelenmesi. - Uçuş öncesi bakım testleri ile sorunun teşhisi.	- Uygun dokümantasyon prosedürlerini öğrenme - Görsel denetim tekniklerinde uzmanlaşma - Hasar analiz yöntemlerini öğrenme - Uçuş öncesi detay kontrolleri yapma ve özümseme - Bileşen bazlı yaygın arızaları, belirtilerini ve tanımlamalarını yapma	- Bakım ve onarım için kayıt tutma videosu (Modül 2 Video 1) - İHA görsel muayene teknikleri videosu (Modül 2 Video 2) - İHA hasar analiz yöntemleri videosu (Modül 2 Video 3) - Uçuş öncesi kontroller videosu (Modül 2 Video 4) - Bileşen bazlı yaygın arıza belirtileri videosu (Modül 2 Video 5)	- Modül 2 Video 1'i izle ve kayıt tutma kılavuzu adımlarını incele (Kaynak 1) - Modül 2 Video 2'yi izle ve görsel muayene teknikleri adımlarını incele (Kaynak 2) - Modül 2 Video 3'ü izle ve hasar tespit metodlarını listele (Kaynak 3) - Modül 2 Video 4'ü izle ve uçuş öncesi kontroller listesini hazırla (Kaynak 4) - Modül 2 Video 5'i izle ve İHA bileşenleri için yaygın arızalar ve belirtilerini tanımla (Kaynak 5)	- Kayıt tutma kılavuzu - Görsel muayene teknikleri pratik rehberi - Hasar analiz yöntemleri kılavuzu - Uçuş öncesi detay kontroller listesi - Bileşen bazlı yaygın İHA arıza tanımlama rehberi	- Katılımcının oluşturduğu kayıt tutma kılavuz adımlarını değerlendir. - Katılımcının uyguladığı görsel muayene tekniklerini analiz et. - Katılımcının uyguladığı hasar analiz adımlarını gözden geçir. - Katılımcının kullandığı uçuş öncesi kontrol listesini denetle. - Katılımcının herhangi bir İHA bileşeni için yaygın arıza tanımlamalarını değerlendir

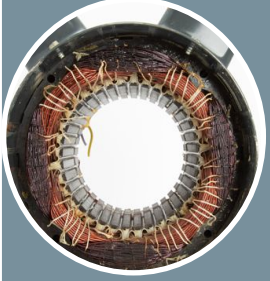












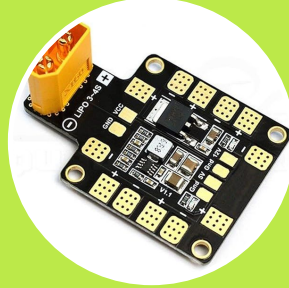
Motor Yanma
Belirtileri: Azalan
kaldırma,
olağandışı gürültü
veya tam motor
arızası



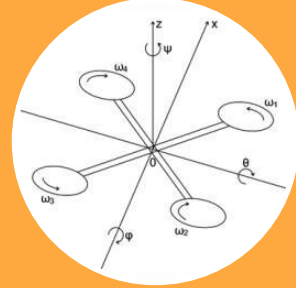
Pervane Hasarı
Belirtileri:
Titreşimler, düşük
verimlilik, görünür
çatlaklar veya
talaşlar



Batarya
Bozulması
Belirtileri: Daha
kısa uçuş süreleri,
ani güç kaybı,
şişme



Arızalı Güç
Dağıtım Panosu
Belirtileri:
Bileşenlere giden
tutarsız güç,
beklenmeyen
kapanmalar



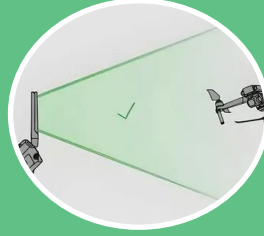
Jiroskop Arıza
Belirtileri:
Kararsızlık,
sürüklenme veya
havada asılı
kalmayı
sürdürememe

İHA bileşenleri için yaygın arıza ve belirtileri



**GPS Arızası
Belirtileri:**

Pozisyon
koruyamama
sorunları, hatalı
eve dönüş (RTH)
işlevi



**Anten Hasarı
Belirtileri:** Azalan
menzil, sinyal
kesintileri



**Radio Paraziti
Belirtileri:** Düzensiz
davranış, kontrol
kaybı



Gövde çatlağı:
Olağandışı
titreşimler,
tehlikeye atılmış
stabilite

İHA bileşenleri için yaygın arıza ve belirtileri



**İniş Takımı
Arızası Belirtileri:**
Dengesiz inişler,
gözle görülür
hasar



**Gimbal Motor
Yetmezliği
Belirtileri:** Titrek
görüntüler,
stabilize edememe



**Kamera Sensörü
Sorunları
Belirtiler:** Düşük
görüntü kalitesi,
görüntülerde
yapaylıklar



**ESC Yanma
Belirtileri:** Motor
dönmüyor,
düzensiz motor
davranış

İHA bileşenleri için yaygın arıza ve belirtileri



MODÜL 2 DERS 2

KONULAR	ÖĞRENME AMAÇLARI	ÖĞRENME MATERYALLERİ	ÖĞRENME SÜRECİ	SOMUT KAZANIMLAR	DEĞERLENDİRME
- Uçuş ve kaza kayıtlarının analizi - Mekanik arızaların onarılması - Sensör hatalarını giderme	- Telemetri verilerini anlama - Uçuş kayıtlarının analizini yapma - Anomali bazlı sorun gidermeyi öğrenme - Sensör tiplerini ve işlevlerini anlama - Sensör arızalarını tanımlama ve sorun giderme	- Telemetri verileri ve analizi videosu (Modül 2 Video 6) - Uçuş kayıtları analizi videosu (Modül 2 Video 7) - Anomali bazlı sorun giderme videosu (Modül 2 Video 8) - İHA sensör tipleri ve işlevleri videosu (Modül 2 Video 9) - Sensör arızalarını tanımlama ve sorun giderme videosu (Modül 2 Video 10)	- Modül 2 Video 6'yı izle ve telemetri veri türlerini yorumla (Kaynak 6) - Modül 2 Video 7'yi izle ve uçuş kayıtlarını analiz et (Kaynak 7) - Modül 2 Video 8'i izle ve İHA anomaliler ile olası oluşum nedenlerini belirle (Kaynak 8) - Modül 2 Video 9'u izle ve temel sensörleri, engellerden kaçınma ve özelleşmiş sensörleri sınıflandır (Kaynak 9) - Modül 2 Video 10'u izle ve sensör arıza belirtilerini incele (Kaynak 10)	- Telemetri verilerini yorumlama kılavuzu - Uçuş kayıtları analiz yazılımları - Anomali bazlı sorun giderme prosedürleri - İHA sensörleri rehberi - Sensör arızalarını tanımlama ve sorun giderme şablonu	- Katılımcı tarafından oluşturulan telemetri verilerini yorumlama adımlarını değerlendir. - Katılımcının uçuş kayıtları analiz yazılımlarına hakimiyetini değerlendir. - Katılımcı tarafından uygulanan anomali bazlı sorun giderme prosedürlerini değerlendir. - Katılımcının İHA sensörleri bilgisini değerlendir. - Katılımcının sensör arızalarını tanımlama ve sorun giderme adımları denetle.

Uçuş kontrol cihazından gelen eğim, yuvarlanma ve sapma okumalarına dikkat edin; Olağandışı dalgalanmalar, drone ile ilgili kalibrasyon sorunlarını veya yapısal sorunları gösterebilir.

Akü telemetrisinden voltajı, çekilen akımı ve kapasiteyi takip edin; Ani düşüşler veya tutarsız okumalar batarya sağlığıyla ilgili sorunlara işaret edebilir.

Dikey hız ile birlikte barometrik ve GPS yükseklik ölçümlerini karşılaştırın; Tutarsızlıklar, sensör arızalarına veya yeniden kalibrasyon ihtiyacına işaret edebilir.

Konum doğruluğu ve bağlı uydu sayısı dahil olmak üzere GPS verilerini gözden geçirin; düşük doğruluk veya düşük uydu sayısı, GPS modülüyle ilgili sorunlara veya çevresel parazite işaret edebilir.

Her motorun RPM'sini ve güç tüketimini ölçün; Motorlar arasındaki tutarsızlıklar, motorla veya ESC (Elektronik Hız Kontrol Cihazı) ile ilgili sorunlara işaret edebilir.

KAYNAK 6

Hem radyo kontrolünün hem de video iletim sinyallerinin gücünü değerlendirin; Dalgalanmalar veya düşmeler, antenle ilgili sorunları veya ortamdaki paraziti gösterebilir.

Aktif uçuş modlarını ve geçişlerini gözlemleyin; Beklenmeyen mod değişiklikleri, yazılım sorunlarını veya sensörlerle ilgili sorunları gösterebilir.

Uçuş sırasında gimbal açılarını ve kamera ayarlarını takip edin; Düzensiz hareketler veya beklenmedik değişiklikler, gimbal veya kamera sistemiyle ilgili sorunlara işaret edebilir.

IMU ve manyetometre gibi çeşitli yerleşik sensörlerden gelen verileri inceleyin; Düzensiz okumalar, sensör arızalarını veya yeniden kalibrasyon ihtiyacını önerebilir.

Mesafe okumalarını ve engellerden kaçınma sistemlerinin aktivasyonunu değerlendirin; Yanlış pozitifler veya gözden kaçan engeller, sensörün yanlış hizalandığını veya arızalandığını gösterebilir.



Mission Planner

QGroundControl

UAV Log Viewer

FlightDeck

DatCon (for DJI
drones)

•Anomali: Ani voltaj düşüşleri veya düzensiz deşarj modelleri

•Anormallik: Motorlar arasında tutarsız RPM veya güç tüketimi

•Anomali: Konum atlamaları, düşük doğruluk veya uydu sayısı dalgalanmaları

•Anomali: Ani yükseklik sıçramaları veya barometrik ve GPS yüksekliği arasındaki tutarsızlıklar

•Anomaly: Erratic pitch, roll, or yaw readings

İHA anomalileri ve olası nedenleri

- Anomali: Sinyal gücü dalgalanmaları veya sık sık kesintiler

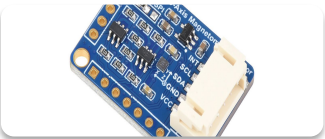
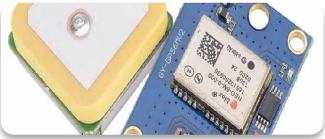
- Anomali: Planlanan rotadan beklenmeyen sapmalar

- Anomali: Olağandışı ani artışlar veya güç çekişinde genel artış

- Anomali: Herhangi bir sensörden gelen tutarsız veya donmuş okumalar

- Anomali: Düzensiz hareketler veya pozisyon hataları

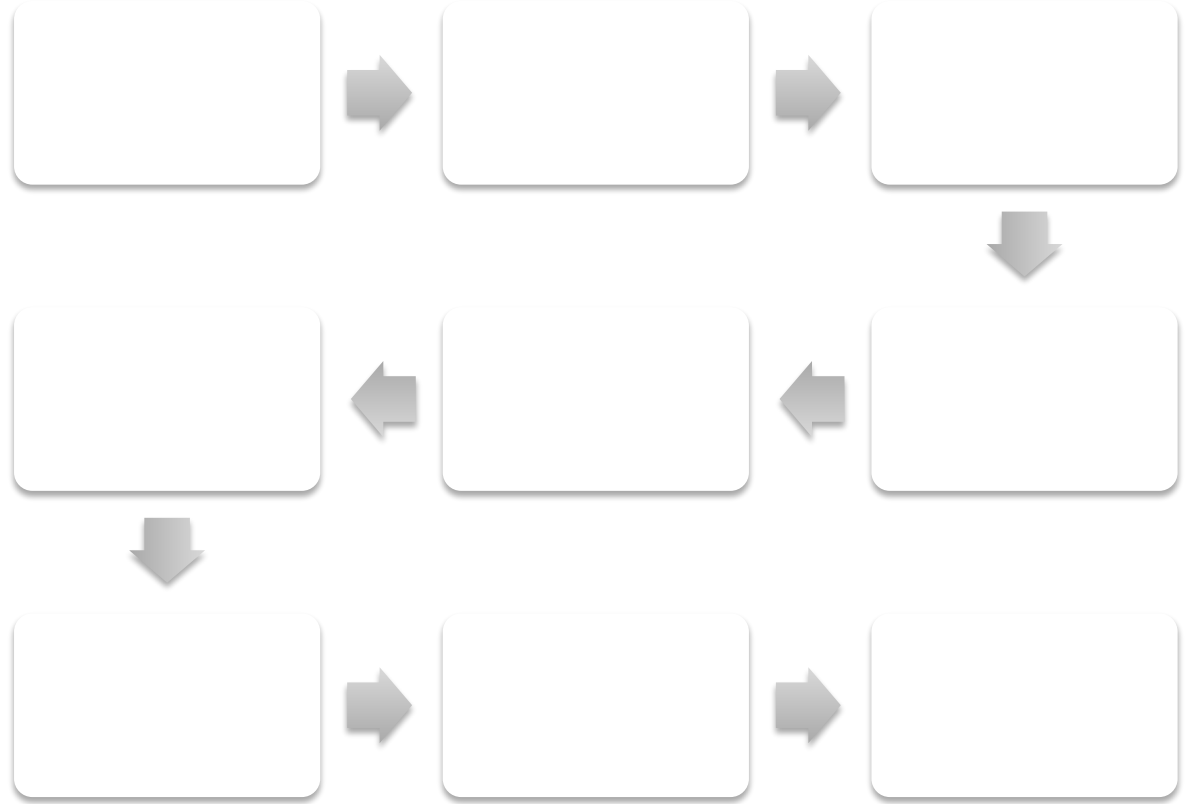
Sensör tipleri ve işlevleri



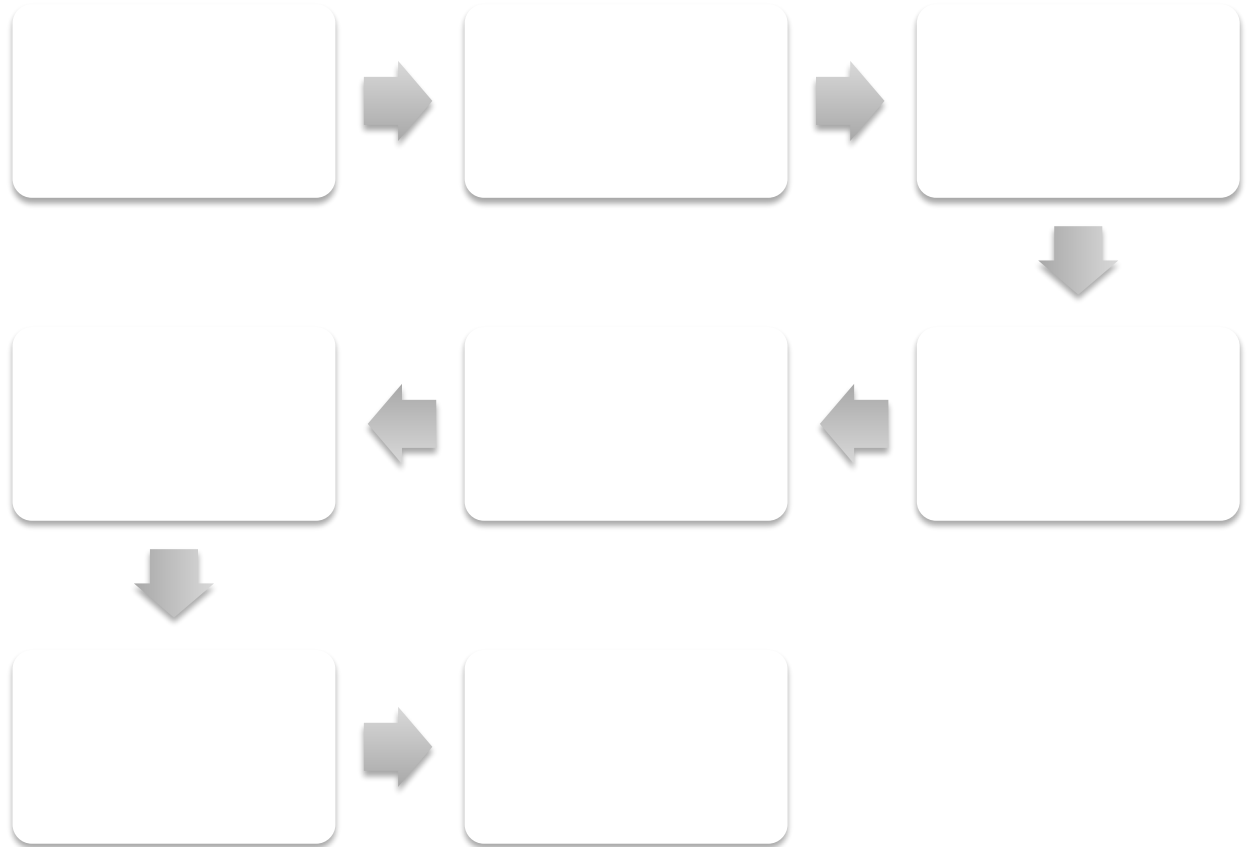


Sensör tipleri ve işlevleri

**Sensör arızası
belirtileri**

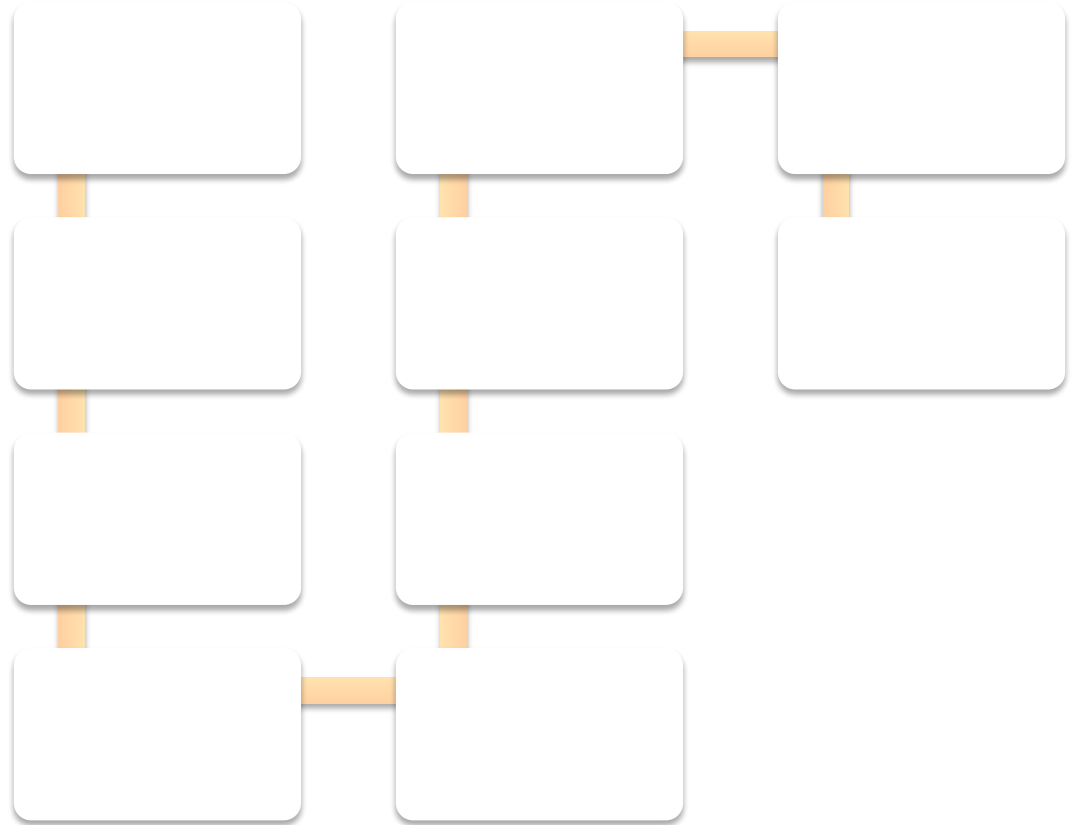


**Sensör arızası
belirtileri**

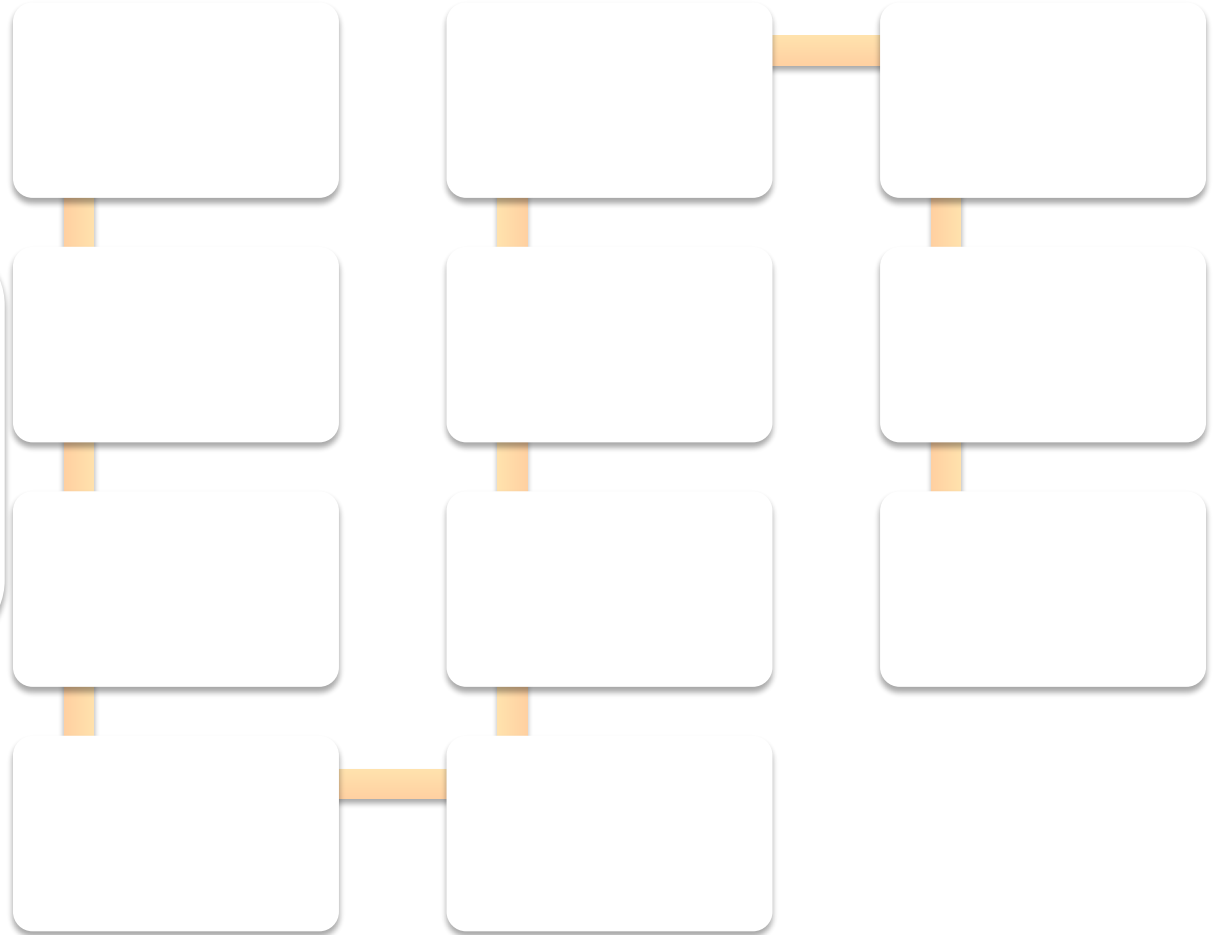


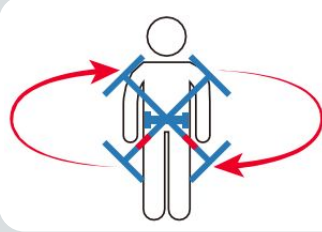
KONULAR	ÖĞRENME AMAÇLARI	ÖĞRENME MATERYALLERİ	ÖĞRENME SÜRECİ	SOMUT KAZANIMLAR	DEĞERLENDİRME
• Ürün yazılımı güncellemeleri ile hata ayıklama. • Uçuş parametrelerinde temel kalibrasyon ve ayarlamaların yapılması. • Önleyici bakım eylemlerinin uygulanması ve önerilmesi	• Ürün yazılımı güncelleme amaçlarını ve adımlarını öğrenme • Temel kalibrasyonları gerçekleştirme • Çevresel faktörlerin uçuş performansına etkilerini anlama • Önleyici bakım prensiplerini anlamak • Önleyici bakım programı oluşturmayı öğrenin • Üretici bakım el kitapları içeriklerine hakim olma	• Ürün yazılımı güncelleme videosu (Modül 2 Video 11) • Kalibrasyon prosedürleri videosu (Modül 2 Video 12) • Çevresel faktörlerin İHA performansını etkileri videosu (Modül 2 Video 13) • İHA bakım ilkeleri videosu (Modül 2 Video 14) • Bakım programı oluşturma videosu (Modül 2 Video 15) • Bakım el kitapları videosu (Modül 2 Video 16)	1. Modül 2 Video 11'i izle ve ürün yazılımı güncelleme adımlarını açıkla (Kaynak 11) 2. Modül 2 Video 12'yi izle ve İHA bileşenleri için kalibrasyon adımlarını açıkla (Kaynak 12) 3. Modül 2 Video 13'ü izle ve çevresel faktörlerin İHA'ya etkilerini azaltma uygulamalarını incele (Kaynak 13) 4. Modül 2 Video 14'ü izle ve bakım eylemlerini belirle (Kaynak 14) 5. Modül 2 Video 15'i izle ve zaman ile döngüye göre bakım programı geliştir (Kaynak 15) 6. Modül 2 Video 16'yı izle ve örnek bir drone bakım el kitabı incele (Kaynak 16)	• Ürün yazılımı güncelleme kılavuzu • Kalibrasyon prosedürleri • Çevresel faktörlerin drone performansını etkileri pratik rehberi • Bakım eylemleri şablonu • Bakım programı rehberi • Drone bakım el kitapları	• Katılımcı tarafından oluşturulan ürün yazılımı güncelleme adımlarını değerlendir. • Katılımcının uyguladığı kalibrasyon prosedürlerini değerlendir. • Katılımcının herhangi bir çevresel faktörün drone performansına etkisi bilgisini değerlendir. • Katılımcı tarafından hazırlanan bakım eylemleri adımlarını denetle. • Katılımcının geliştirdiği bakım programını incele. • Katılımcının drone bakım el kitapları içeriklerine hakimiyetini değerlendir.

Ürün yazılımı güncelleme



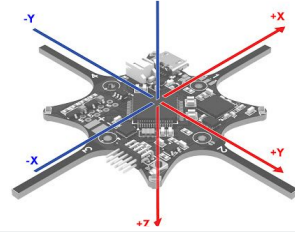
Ürün yazılımı güncelleme





Pusula kalibrasyonu:

Manyetik parazitten uzak açık bir alanda gerçekleştirilir. Genellikle drone'yu yatay ve dikey olarak döndürmeyi içerir



IMU (Atalet Ölçüm Birimi)

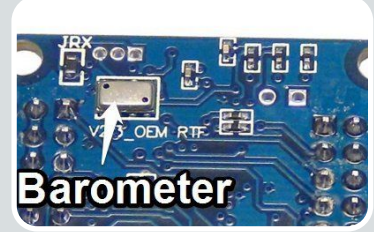
kalibrasyonu: Tipik olarak düz, düz bir yüzeyde yapılır. Drone'nun belirli bir süre hareketsiz kalmasını gerektirebilir



Gimbal

kalibrasyonu:

Genellikle önceden belirlenmiş bir dizi hareketi içerir. Kameranin sorunsuz çalışmasını ve uygun stabilizasyonu sağlar



Barometre

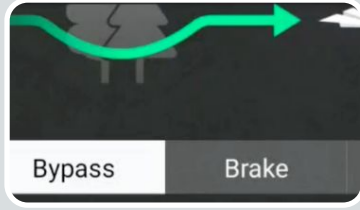
kalibrasyonu:

Genellikle otomatiktir ancak mevcut yüksekliğin manuel olarak girilmesini gerektirebilir

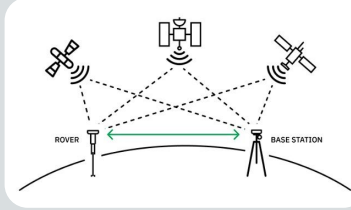
Kalibrasyon adımları



ESC (Elektronik Hız Kontrol Cihazı) kalibrasyonu: Gaz kelebeği girişlerine uygun motor tepkisi sağlar. Genellikle dronun ürün yazılımı veya özel bir araç aracılığıyla gerçekleştirilir.



Engellerden kaçınma sensörü kalibrasyonu: Nesnelerin bilinen mesafelerde sunulmasını içerebilir. Engellerin doğru bir şekilde algılanmasını ve kaçınılmasını sağlar.



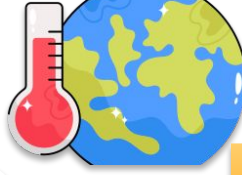
RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik) GPS kalibrasyonu: Yüksek hassasiyetli GPS ile donatılmış dronlar için. Bir baz istasyonu kurulması ve uydu kilidi için zaman tanınması gerekebilir.



Kamera/lens kalibrasyonu: Lens distorsiyonu ve renk doğruluğu için ayarlar. Kalibrasyon modellerinin görüntülerinin yakalanmasını içerebilir

Kalibrasyon adımları

Çevresel faktörlerin İHA performansına etkileri



Sıcaklık değişiklikleri,
özellikle barometreler ve
IMU'lar olmak üzere sensör
doğruluğunu etkiler



Manyetik girişim, metal
yapıların veya elektrikli
ekipmanların yakınındaki
pusula doğruluğunu etkiler
(pusulanın yeniden kalibre
edilmesini gerektirir)

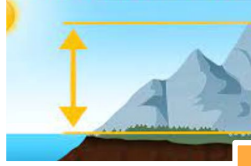


Elektromanyetik alanlar
(elektrik hatlarının veya
radyo kulelerinin yakınında)
GPS ile etkileşime girebilir



Yüksek hızlı rüzgarlar
(titreşim ve şok oluşturur),
gimbal ve kameralar gibi
hassas bileşenleri yanlış
hizalayabilir.

Çevresel faktörlerin İHA performansına etkileri



Yükseklik değişimleri ve atmosferik basınç değişiklikleri, hava basıncı okumalarını ve barometre doğruluğunu etkiler (Barometrenin yeniden kalibre edilmesini gerektirebilir)



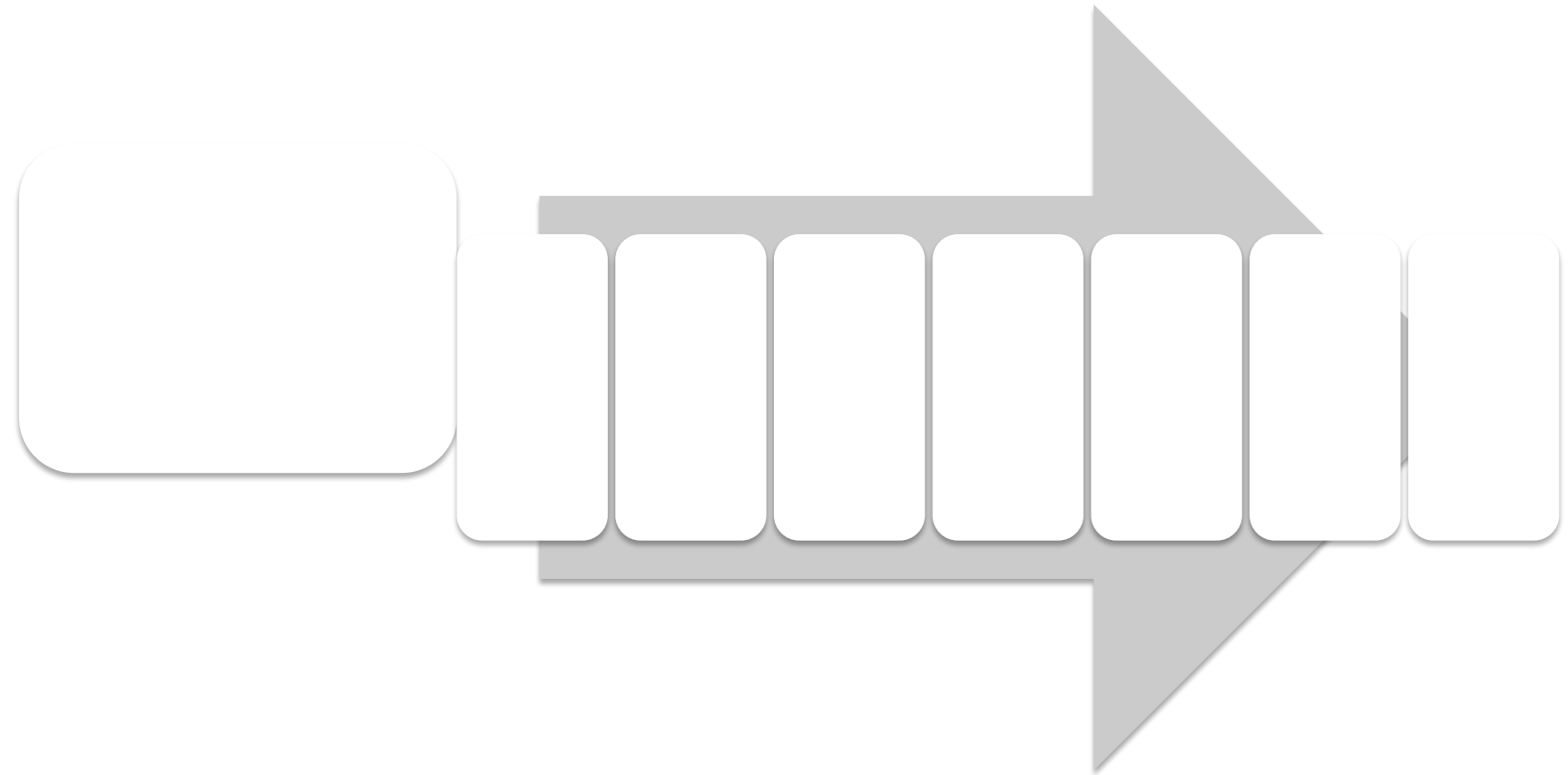
Nem, özellikle aşırı koşullarda belirli sensörlerin performansını etkileyebilir

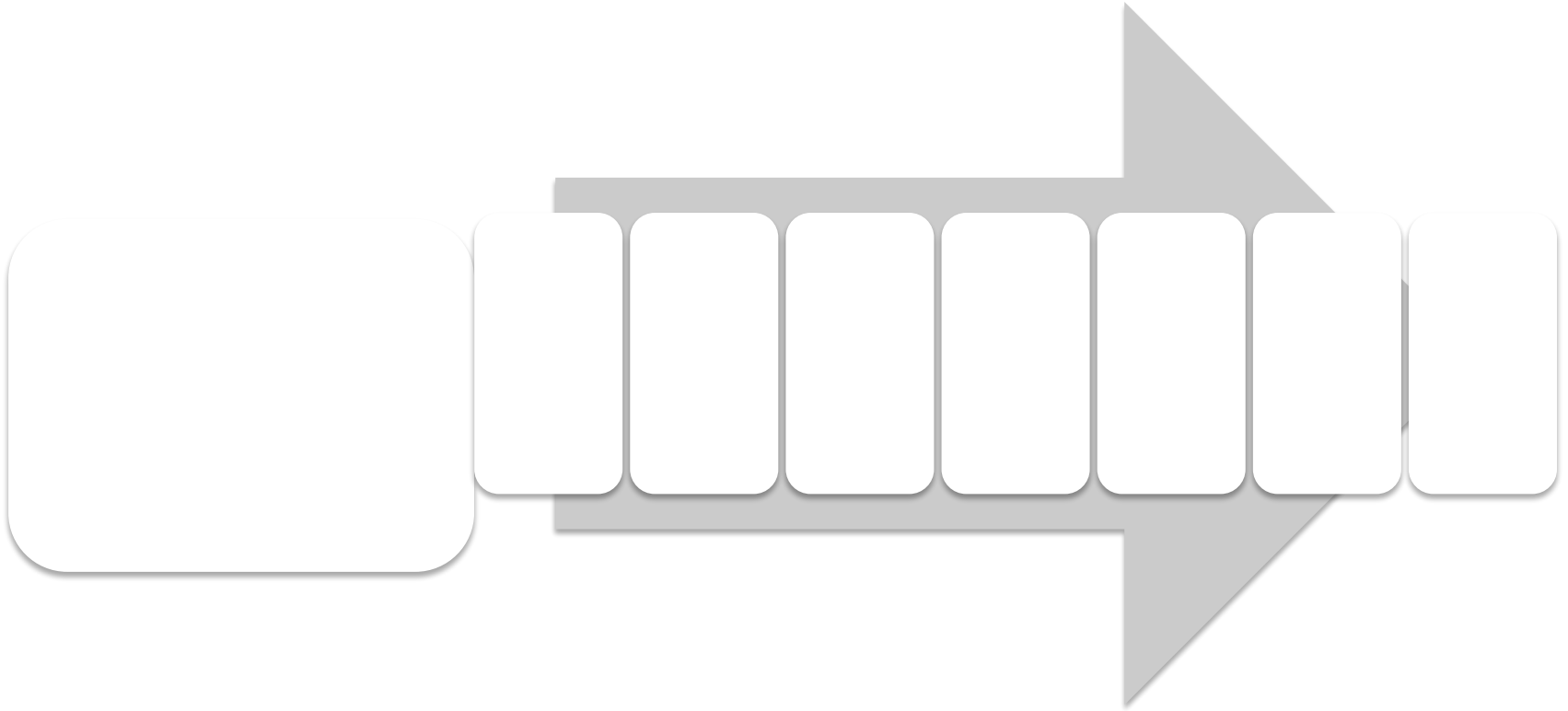


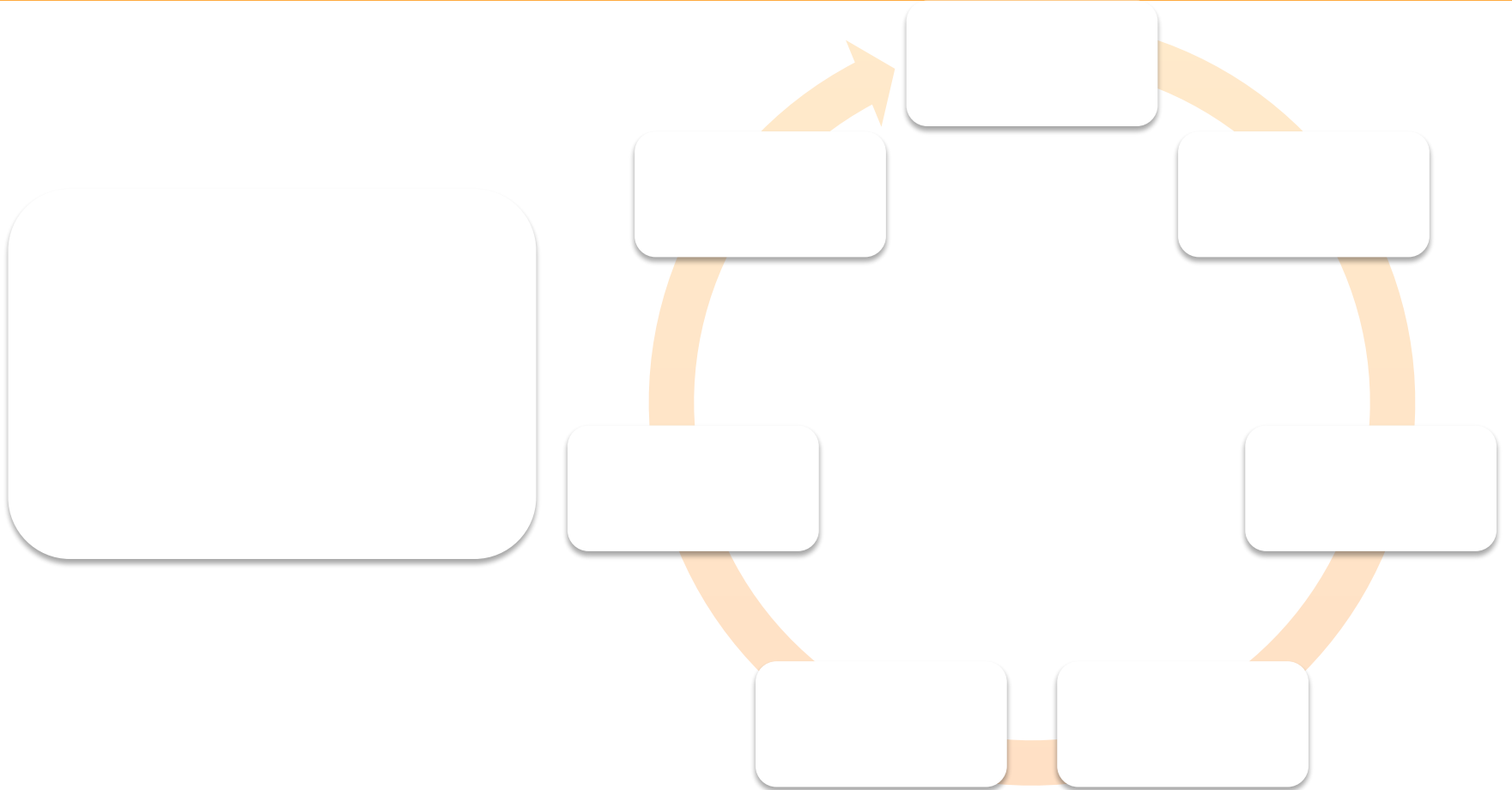
Güneş ışığına ve UV ışınlarına maruz kalma, zaman içinde kamera sensörlerini ve gimbal performansını etkileyebilir

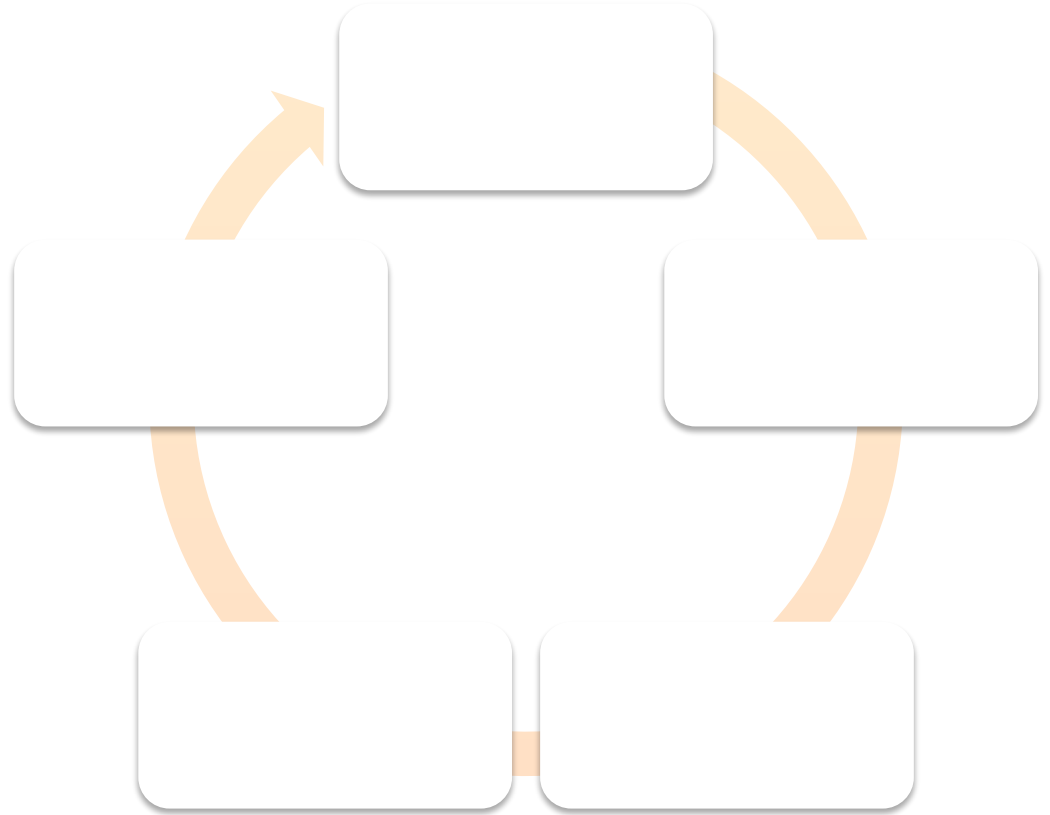
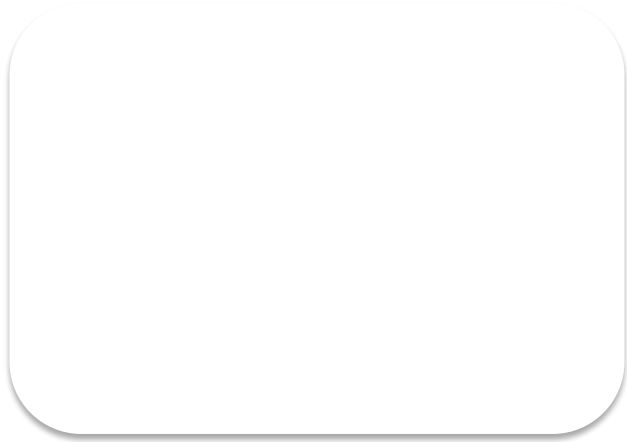


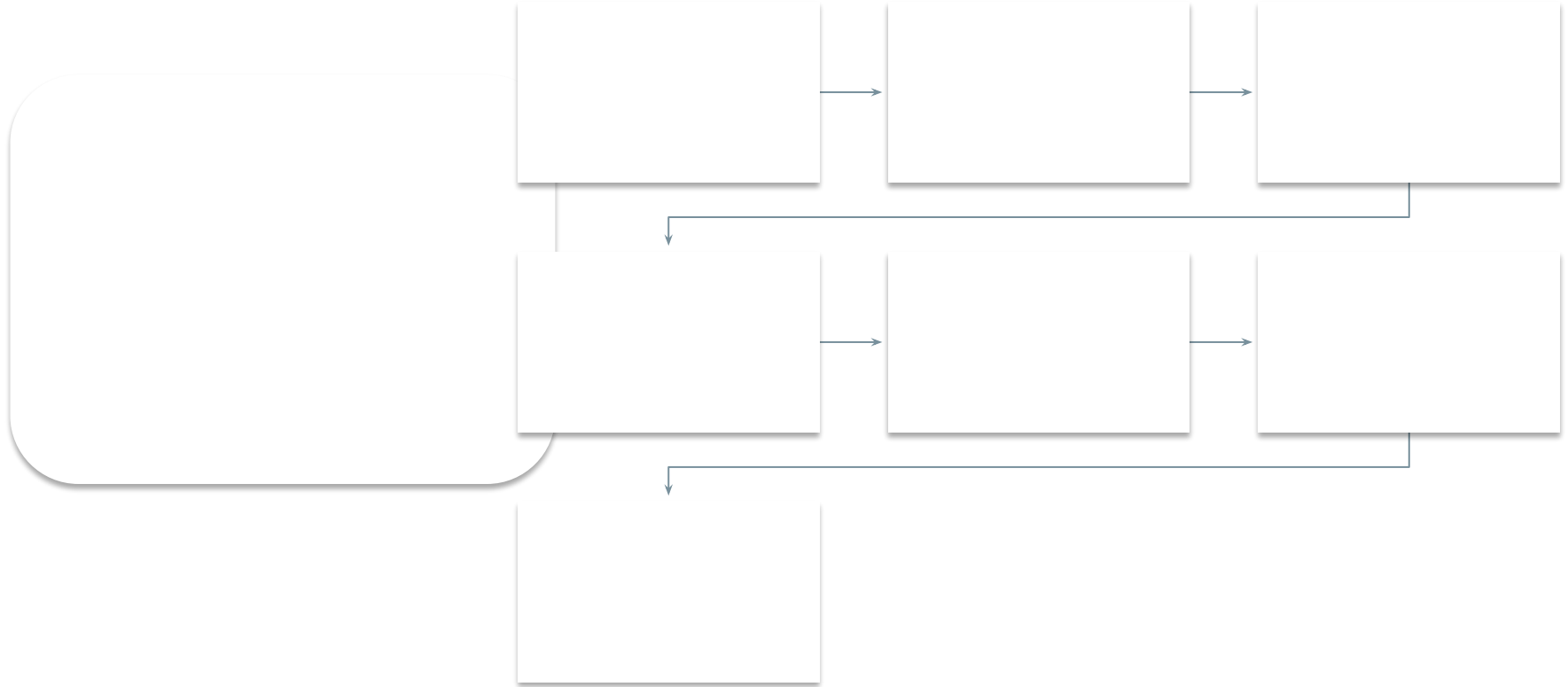
Sensörler üzerinde toz ve partiküller birikerek performanslarını etkileyebilir



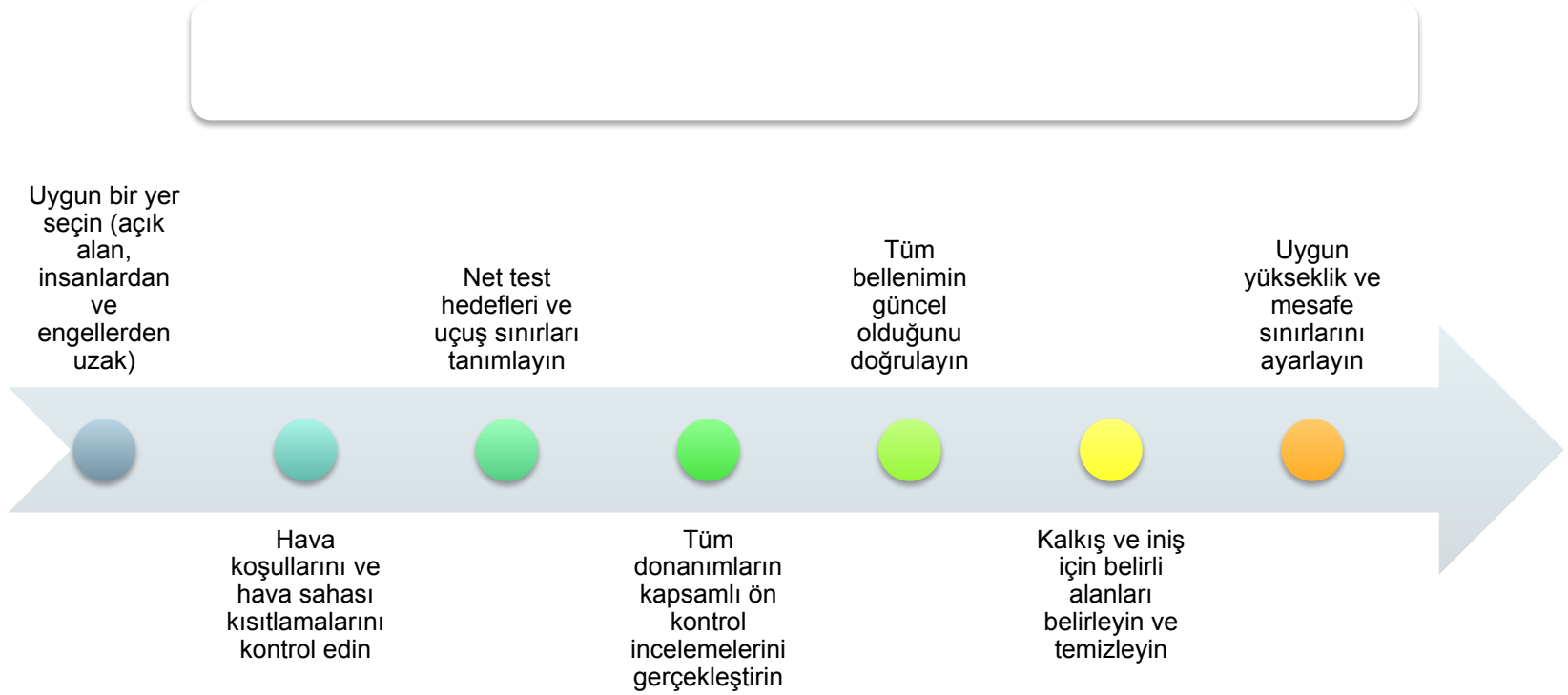




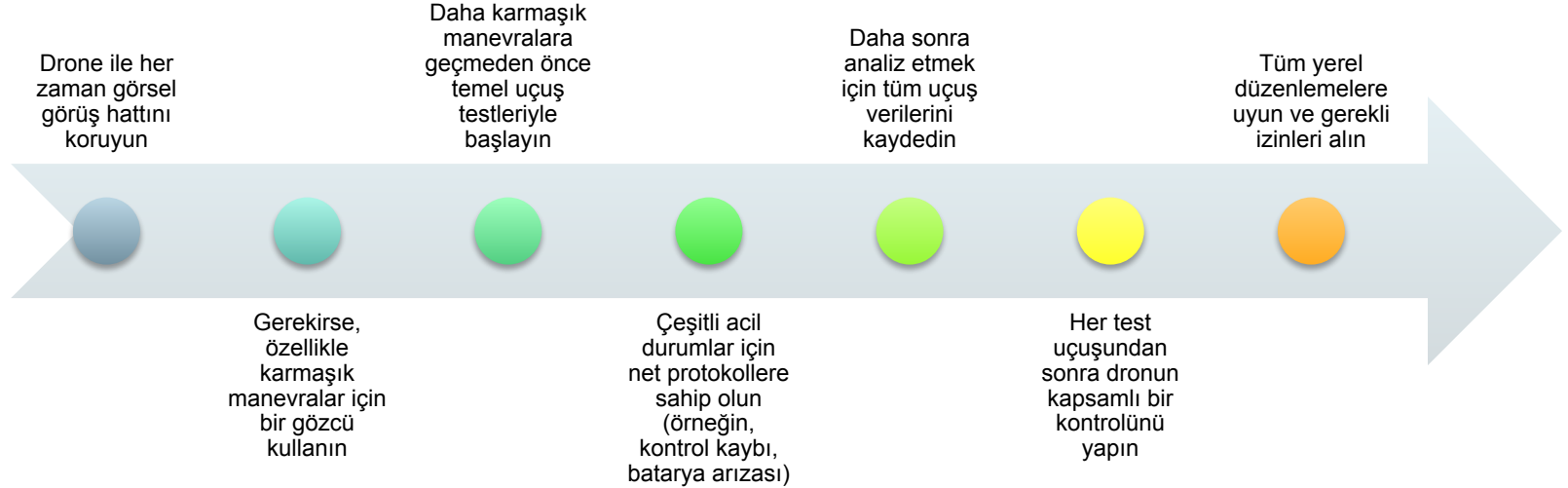




KONULAR	ÖĞRENME AMAÇLARI	ÖĞRENME MATERYALLERİ	ÖĞRENME SÜRECİ	SOMUT KAZANIMLAR	DEĞERLENDİRME
- Bakım sonrası test uçuşu - Sorun giderme ayrıntılarını bir forma kaydetme	- Test uçuşları için emiyetli uçuş yönergelerini öğrenme - Uçuşta temel performans metriklerini belirleme - Uçuş sonrası konrolleri öğrenme - Sorun giderme süreçlerini ve sonuçlarını belgeleme konusunda yetkinlik geliştirmek - Standartlaştırılmış sorun giderme formları oluşturma	- Uçuş emniyeti yönergeleri videosu (Modül 2 Video 17) - Uçuş performansı ölçütleri videosu (Modül 2 Video 18) - Uçuş sonrası konroller videosu (Modül 2 Video 19) - Sorun gidermede belgelendirme videosu (Modül 2 Video 20) - Bileşen bazlı sorun giderme (Modül 2 Video 21)	- Modül 2 Video 17'yi izle ve uçuş emniyeti adımlarını listele (Kaynak 17) - Modül 2 Video 18'i izle ve uçuş performans metriklerini analiz et (Kaynak 18) - Modül 2 Video 19'u izle ve uçuş sonrası konrolleri listele (Kaynak 19) - Modül 2 Video 20'yi izle ve sorun giderme belgesinde olması gerekenleri belirle (Kaynak 20) - Modül 2 Video 21'i izle ve adım adım bileşen bazlı sorun giderme prosedürlerini tanımla (Kaynak 21)	- Uçuş emniyeti yönergesi adımları - Uçuş performansı ölçütleri el kitabı - Uçuş sonrası konroller listesi - Sorun giderme şablon içerikleri - Bileşen bazlı sorun giderme şablonları	- Katılımcı tarafından oluşturulan uçuş emniyeti adımlarını değerlendir. - Katılımcının oluşturduğu uçuş performansı ölçütlerini incele. - Katılımcının hazırladığı uçuş sonrası konroller listesi adımlarını analiz et. - Katılımcının oluşturduğu sorun giderme formu şablonunu değerlendir. - Herhangi bir bileşen için katılımcının oluşturduğu sorun giderme formunu denetle.



Uçuş emniyeti yönergeleri



Uçuş stabilitesi, havada asılı kalma hassasiyetini, kontrollere yanıt verme ve irtifa ve konumu koruma yeteneğini kapsar.

Batarya performansı, güç tüketimi oranı, yük altında voltaj kararlılığı ve gerçek uçuş süresi ile tahmini uçuş süresinin karşılaştırılması gibi faktörleri içerir.

Motor verimliliği, hız aralığı boyunca sorunsuz çalışmayı, uçuş sırasında ve sonrasında sıcaklığın izlenmesini ve olağandışı seslerin veya titreşimlerin olmamasını sağlamayı içerir.

Kontrol sisteminin performansı, giriş ve drone yanıtı arasındaki gecikmeyi, kontrol sinyalinin menzilini ve bağlantının güvenilirliğini içerir.

GPS doğruluğu, konum tutma hassasiyetini, eve dönüş doğruluğunu ve rapor edilen koordinatların tutarlılığını içerir.

Algılama mesafesi ve doğruluğuna, engellere tepki süresine ve çeşitli aydınlatma koşullarında performansa dayalı engellerden kaçınma.

Kamera ve gimbal performansı, görüntü/video kalitesini, sabitleme etkinliğini ve kamera hareketlerinin doğruluğunu içerir.

Sensör okumaları, irtifa ve hız okumalarının tutarlılığını, pusula yönünün doğruluğunu ve barometre hassasiyetini içerir.

Önceden programlanmış rotaları takip etmede doğruluğa, otomatik iniş ve kalkışların hassasiyetine ve akıllı uçuş modlarının performansına dayalı otonom uçuş.

Tahrik sistemi, itme çıkışı, pervane dengesi ve titreşim seviyeleri ve yük altında motor sıcaklığını içerir.

Faydalı yük taşıma, farklı faydalı yüklerle stabiliteyi, uçuş süresi ve manevra kabiliyeti üzerindeki etkiyi ve varsa faydalı yük serbest bırakma mekanizmasının işlevselliğini içerir.

Çevresel uyumluluk, farklı hava koşullarında performansı, rüzgar kaymasına karşı direnci ve değişen sıcaklıklarda davranışı içerir.

Arıza emniyetli sistemler, eve dönüş işlevinin etkinliğini, düşük batarya uyarılarının uygun şekilde etkinleştirilmesini ve sinyal kaybına uygun yanıtı garanti eder.

Veri aktarım kalitesi, video indirme bağlantısının aralığını ve kalitesini, telemetri verilerinin doğruluğunu ve güncelleme hızını ve birinci şahıs görünümü (FPV) akışındaki gecikmeyi içerir.

Uçuş Sonrası İlk Kontroller

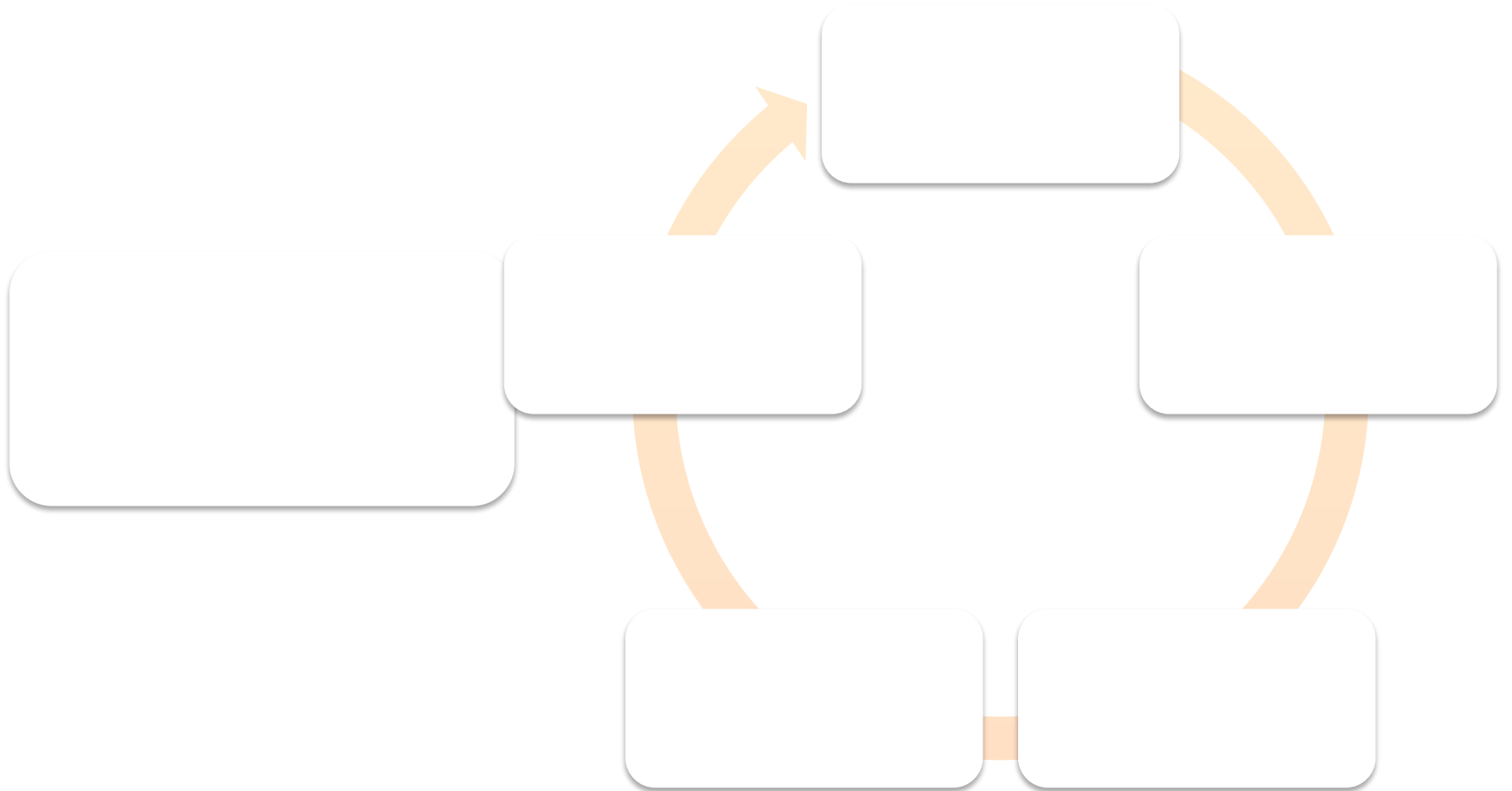
Fiziki Muayene

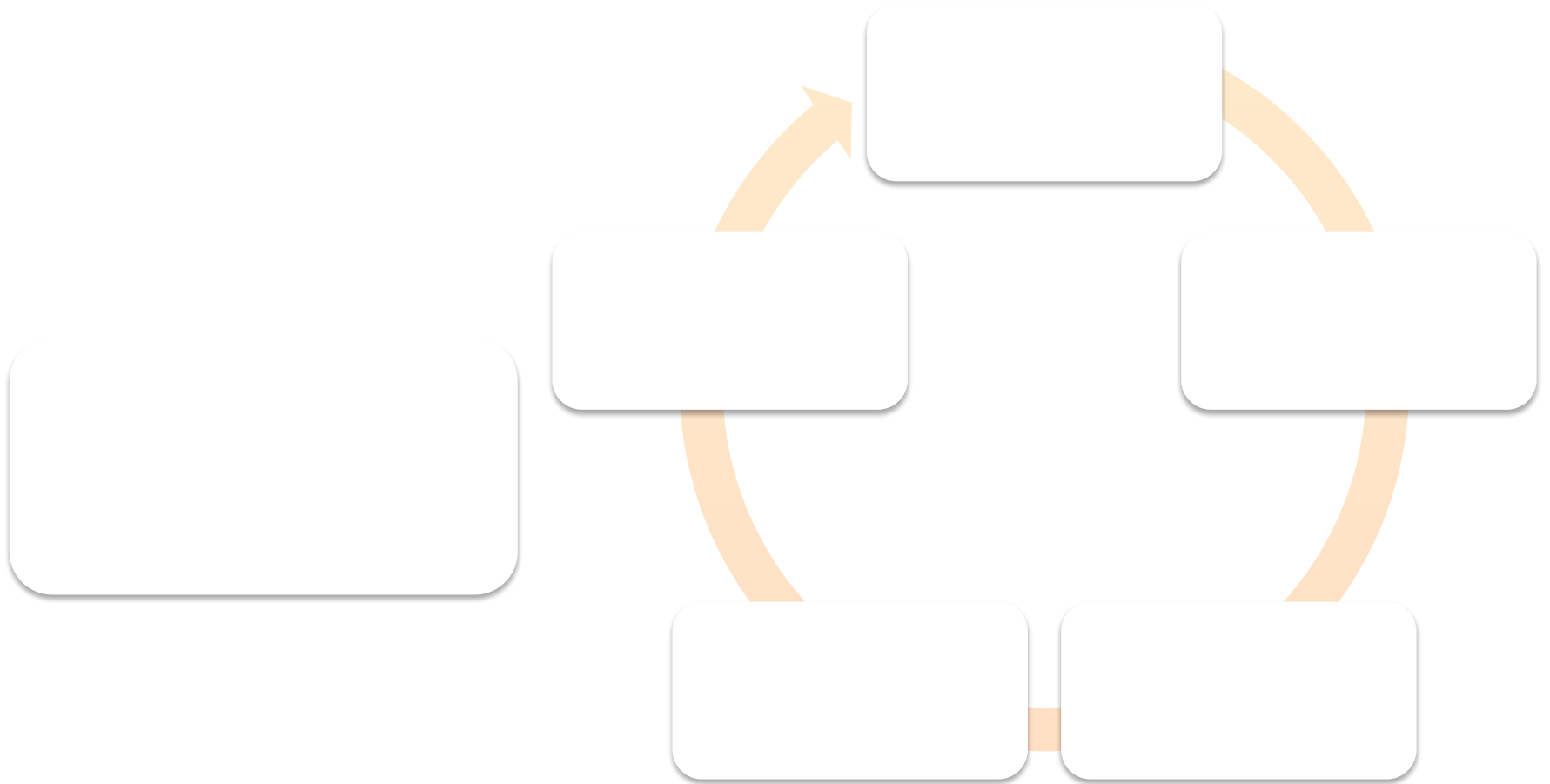
Bileşen Bazlı Kontroller

Yazılım/Veri İncelemesi

Dokümantasyon

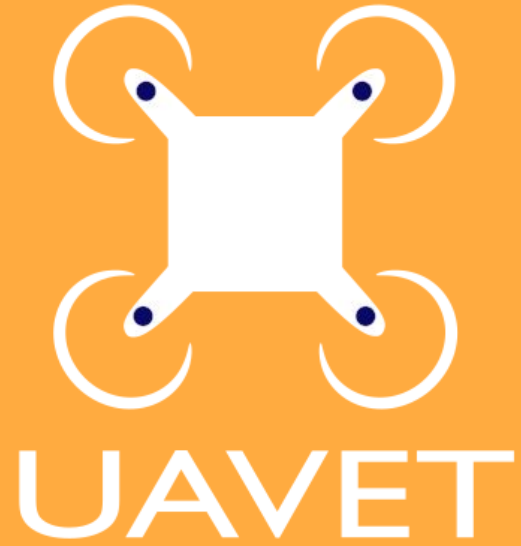
Muhafaza Hazırlığı







Bileşen bazlı adım adım sorun giderme



<https://www.uavet.org>