

Aviyonik Sistemlerde Yapay Zeka Etkileri

GÖKSU ANIL KIZILDOĞAN

Etki Alanları

Uçuş Kontrolü ve Otonomi

Sensör Veri Füzyonu ve Durumsal Farkındalık

Kestirimci Bakım ve Sağlık İzleme

Hava Trafik Yönetimi ve Optimizasyonu

İnsan-Makine Arayüzleri ve Pilot Desteęi

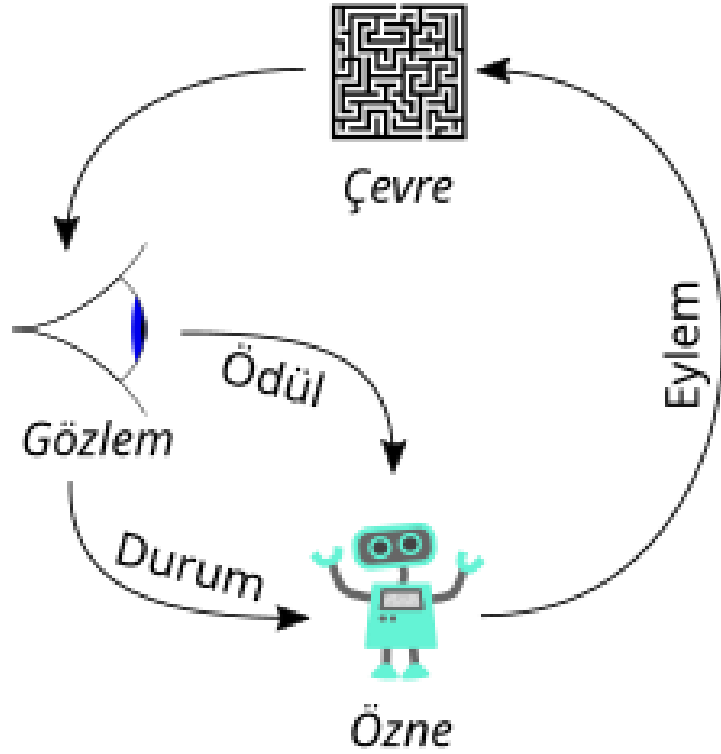
Simölasyon, Eğitim ve Sanallaştırma

Aviyonik Yazılım Testi ve Sertifikasyonu

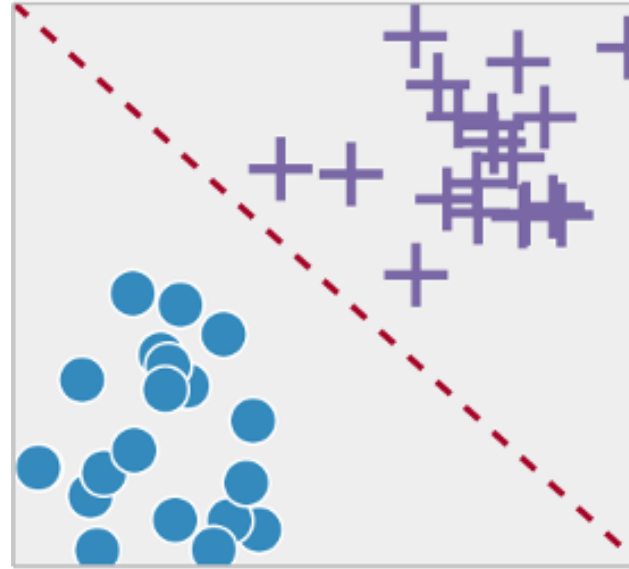
Siber Güvenlik ve Anomali Tespiti

Makine Öğrenmesi

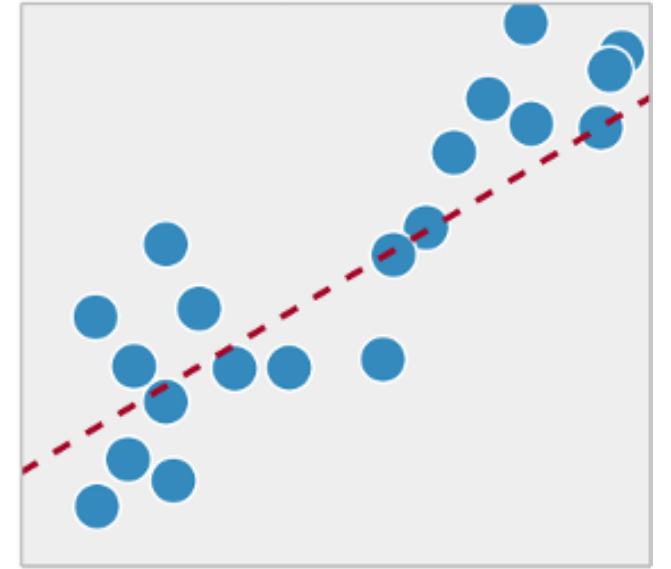
Pekiştirmeli Öğrenme



Sınıflandırma



Regresyon



Uçuş Kontrolü ve Otonomi

YZ destekli uçuş yönetimi ile rota, yakıt tüketimi optimizasyonu ve dinamik uçuş profilleri

Derin Pekiştirmeli Öğrenme ile hava taşıtı kullanımını, dengesini ve hata toleransını geliştiren adaptif kontrol algoritmaları

Bilgisayarlı Görü tabanlı otopilot sistemleri ile nesnelerden kaçınma, otomatik uçuş pist güvenliği yardımı

Sanal Gerçeklik ve Pekiştirmeli Öğrenme



Otonom Sürüş ve Engel Tespiti



Sensör Veri Füzyonu ve Durumsal Farkındalık

Çoklu sensör füzyon algoritmaları ile radar, lidar ve ADS-B veri entegrasyonu

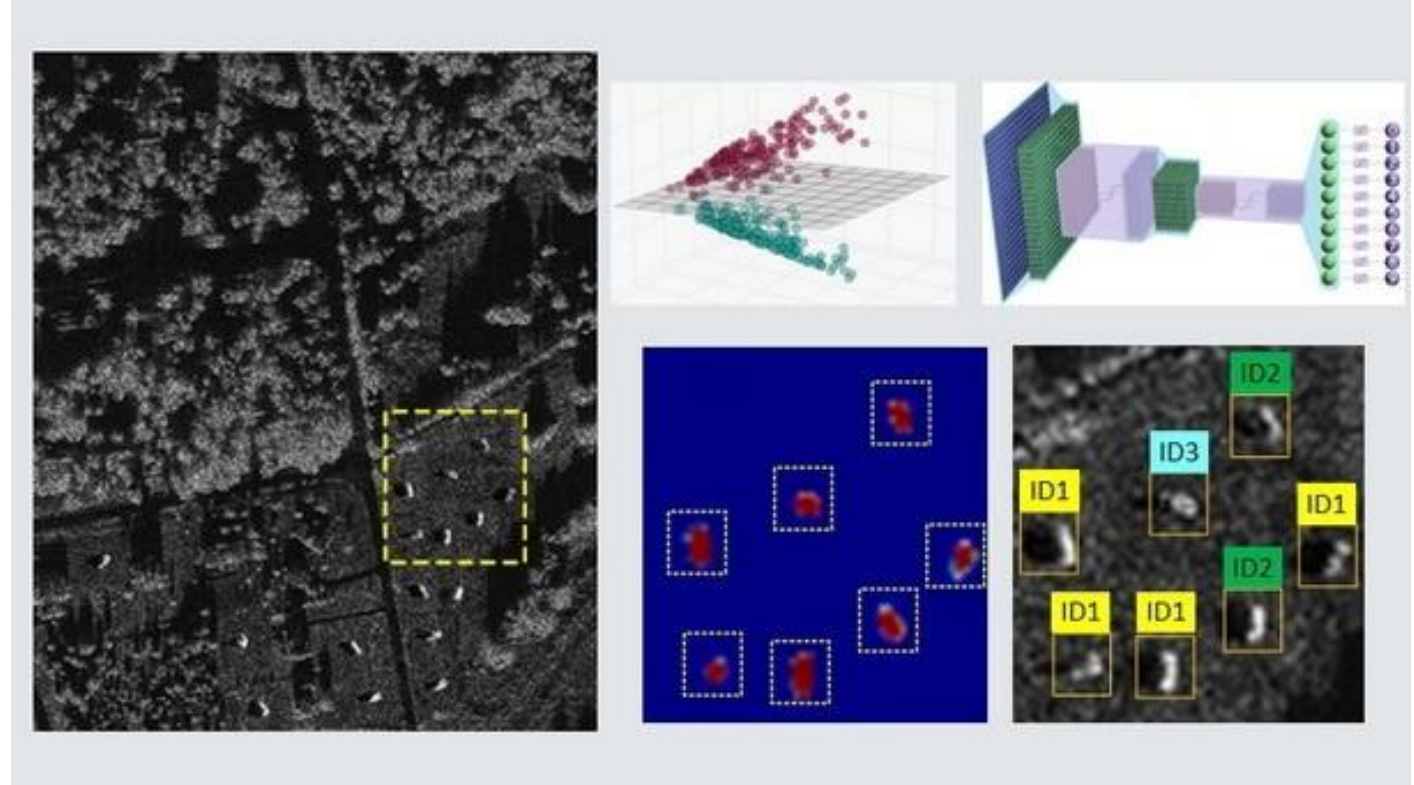
YZ destekli arazi ve hava durumu tahmini ile türbülans, buzlanma ve pistten çıkma uyarısı

Bilgisayarlı Görü temelli radar ve sentetik-görüş ekranları ile arazi kontrolü

Tahmin ile Erken Uyarı Sistemi



Bilgisayarlı Görü ile Ortam/Arazi Kontrolü



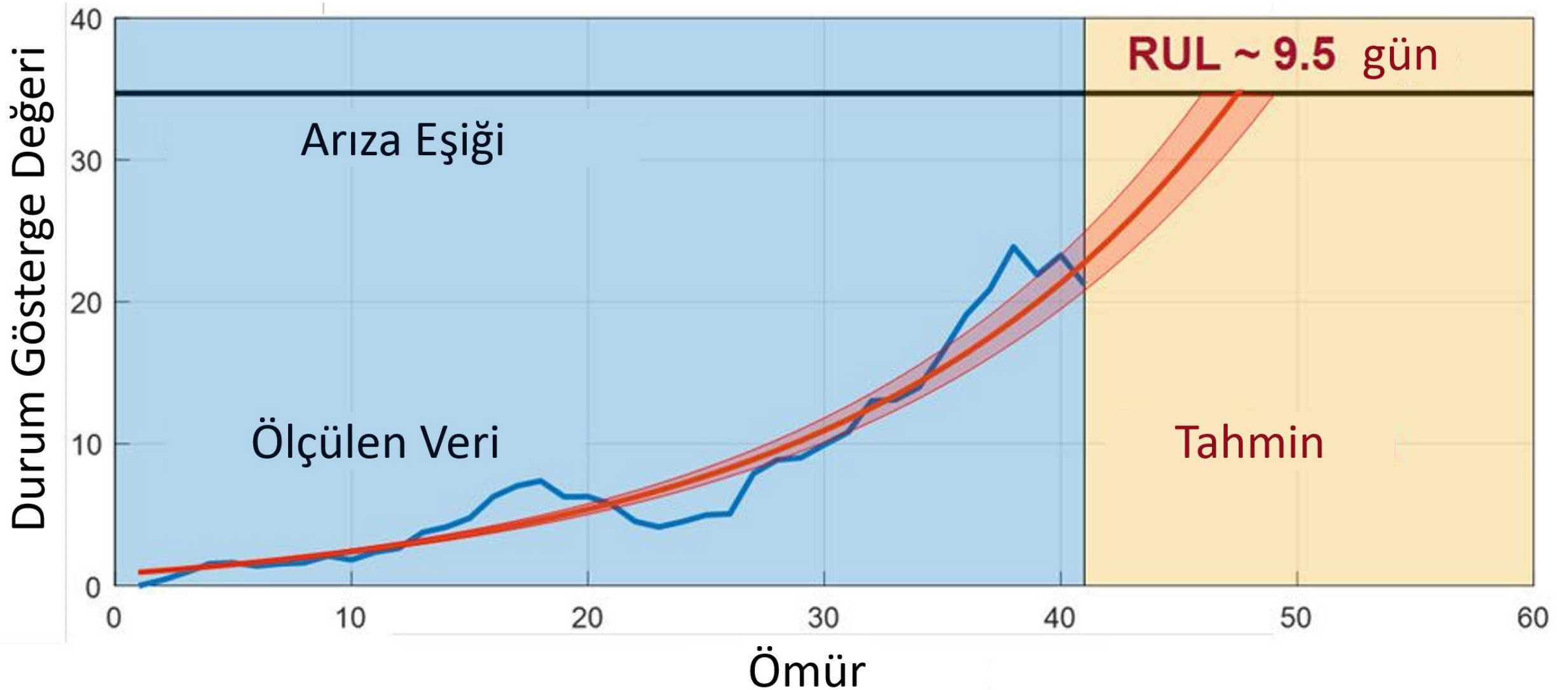
Kestirimci Bakım ve Sağlık İzleme

Makine öğrenimi prognostikleri ile hava taşıt bileşenlerinin kalan faydalı ömür (RUL) tahmini ve duruma dayalı bakımı

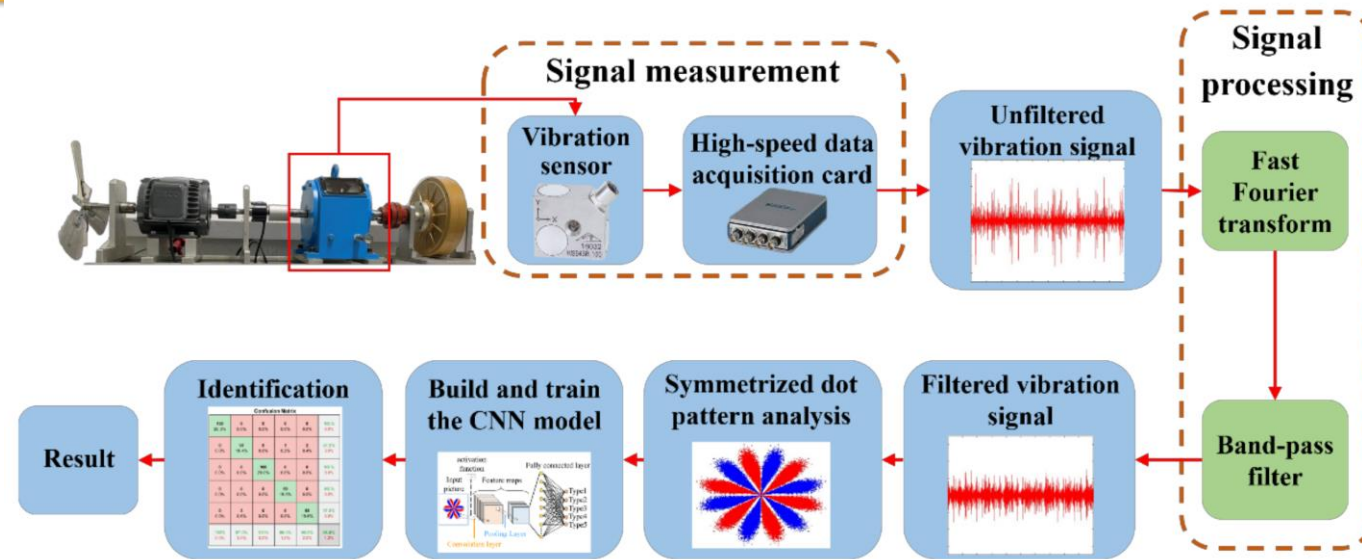
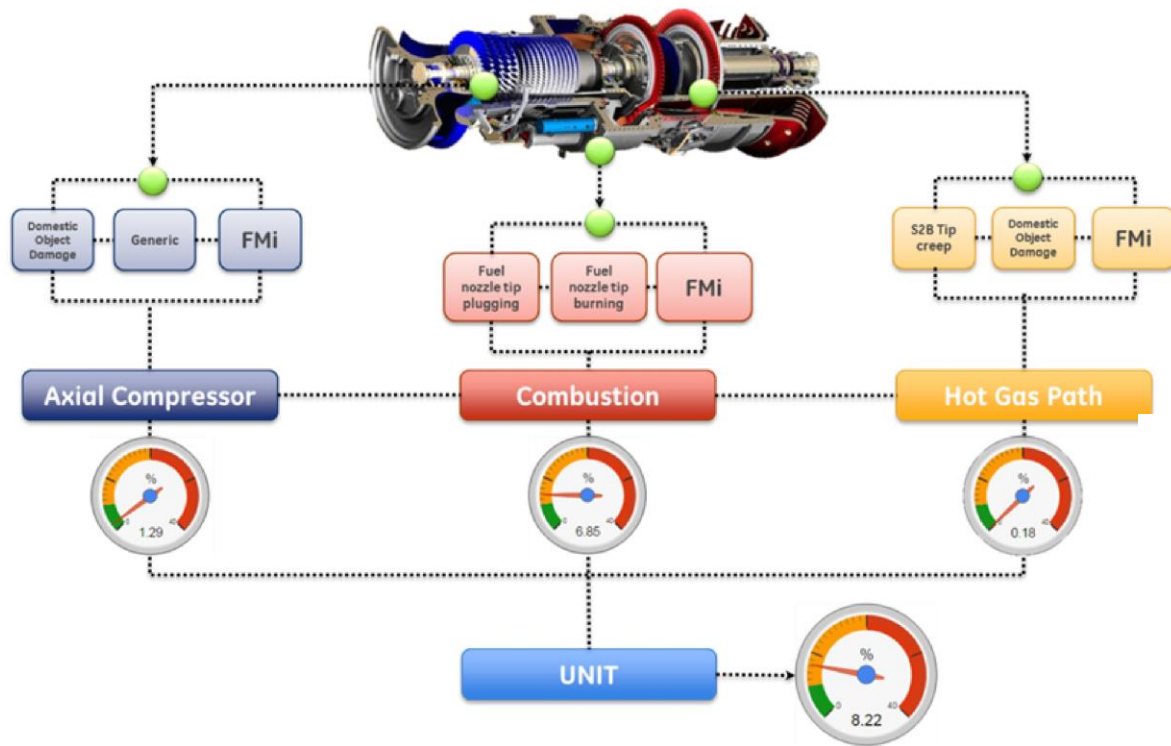
PINN modelleri ile türbin kanatları ve dişli kutularındaki aşınmanın erken belirtilerinin tespiti

Otomatik arıza teşhisi ile bakım ve parça siparişi otomasyonu

Kalan Faydalı Ömür (RUL) Tahmini



PINN ile Sensör Modeli ve Takibi



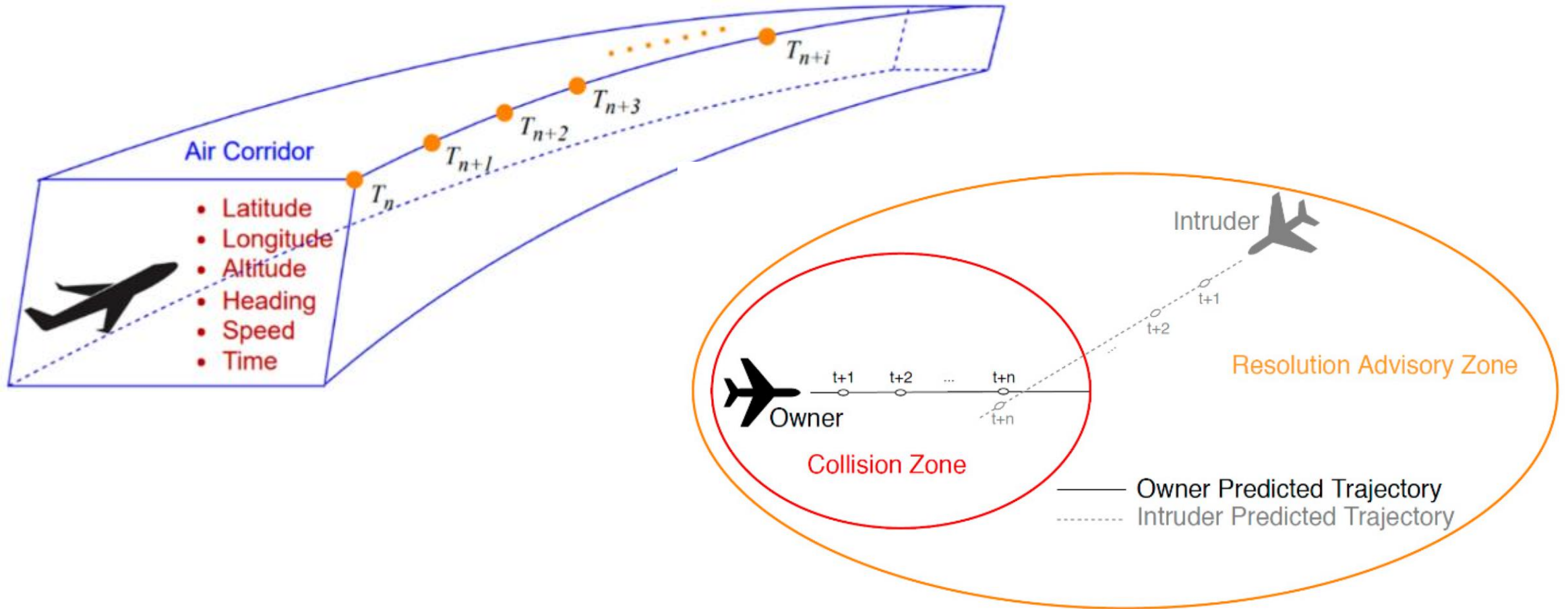
Hava Trafik Yönetimi ve Optimizasyonu

YZ ile yörünge/rota tahmini ve optimizasyonu ile çatışmaları önleme ve maliyet azaltma

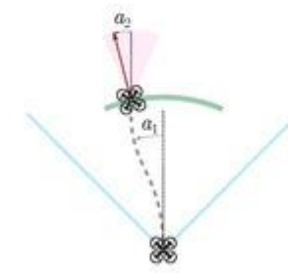
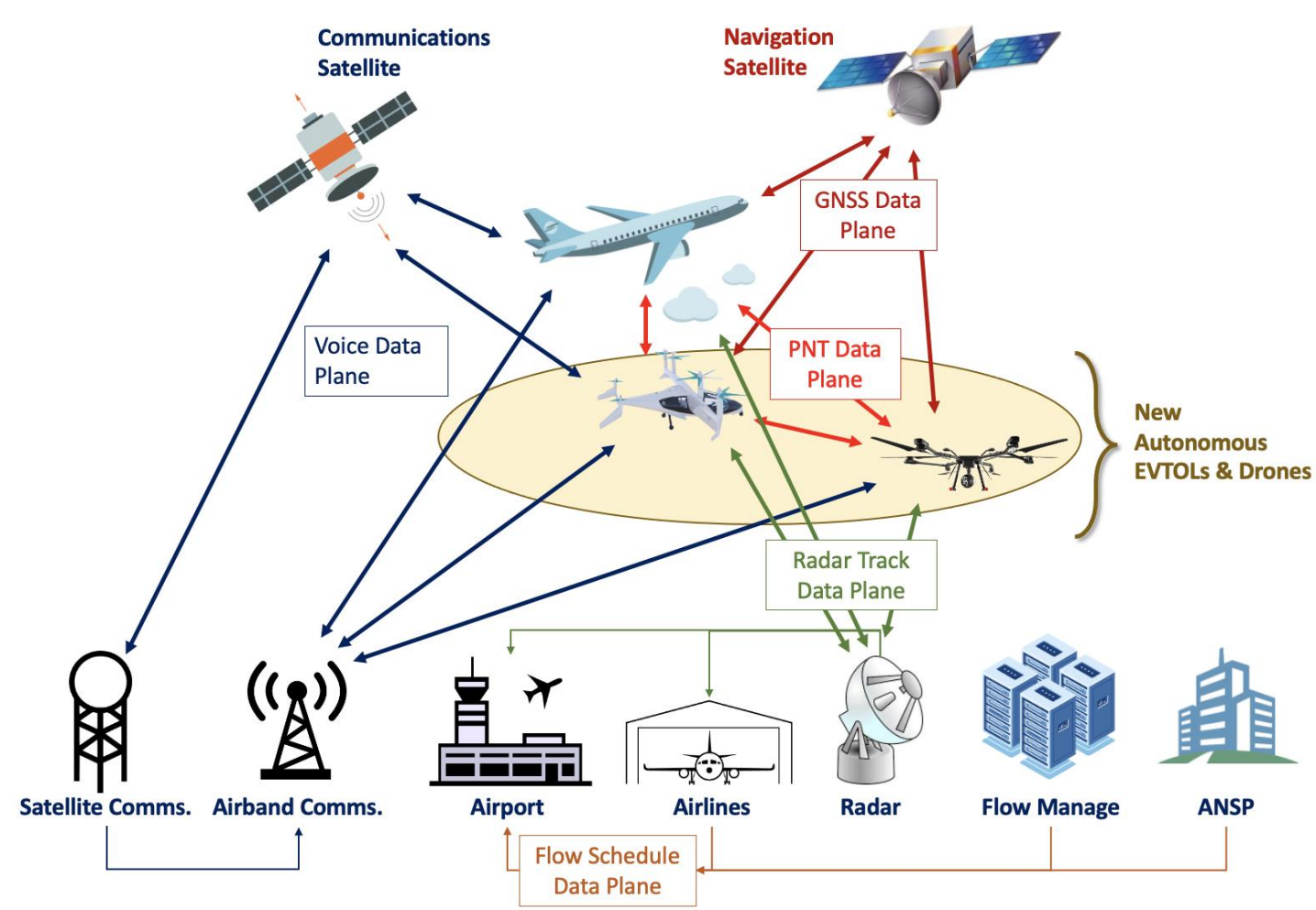
Çatışma tespit algoritmaları ile kontrolörler, pilotlar ve diğer çalışanlar için gerçek zamanlı veri akışı değerlendirilmesi

Pekiştirmeli Öğrenme temelli dinamik hava sahası yönetimi ile sektör sınırları ve trafik akışı kontrolü

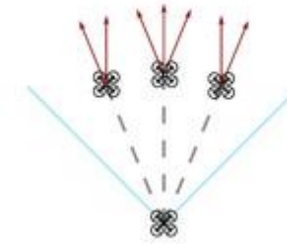
Yörünge/Rota Tahmini ve Optimizasyonu



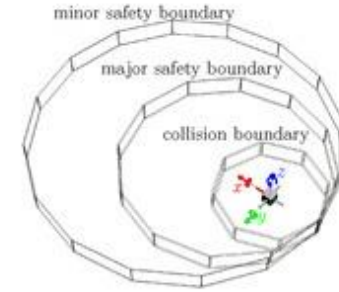
YZ Temelli Dinamik Hava Sahası Yönetimi



(a) Continuous actions.



(b) Discrete actions.



(c) Safety boundaries.

İnsan-Makine Arayüzleri ve Pilot Desteęi

YZ tabanlı karar destek sistemleri ile bağlama duyarlı kontrol listeleri, alarmlar ve taktiksel rehberlik

Doğal dil arayüzleri ve sohbet robotları ile pilotlara kontrol listeleri, hava durumu brifingleri ve sistem sorguları desteği

Açıklanabilir YZ ile tüm uyarılar için açıklanabilirliğin arttırılması

Pilot Destek Uygulamaları



Açıklanabilir YZ

Makine Arayüzü	Doğal Dil (insan) Açıklaması
x1_air, dest_p, isSunny_1	Hava güneşli, rüzgar hızı kritik hızın altında ve ortalama pilot tecrübesi eşik değerin üzerinde olduğundan risk beklenmemektedir.
alt_lvl_2, eng_temp_3, flap_angle_15	Uçuş yüksekliği orta seviyede, motor sıcaklığı normal aralıkta ve flap açısı iniş için uygun konumdadır.
vis_8km, cloud_cvr_0, night_0	Görüş mesafesi 8 km, bulut örtüsü yok ve gündüz uçuşu yapılıyor; bu koşullar uçuş güvenliği açısından uygundur.
spd_delta_neg, pilot_alert_0, gyro_dev_1	Hız değişimi negatif (yavaşlama), pilot uyarı vermemiş ve jiroskop sapması normal seviyededir; sistem kararlı.
fuel_lvl_high, dist_dest_low, auto_on_1	Yakıt seviyesi yüksek, varış noktasına mesafe kısa ve otomatik pilot aktif; bu nedenle manuel müdahaleye gerek duyulmamaktadır.

Simülasyon, Eğitim ve Sanallaştırma

Uyarlanabilir simülatörler ve pekiştirmeli öğrenme ile pilot performansına göre değişen eğitim senaryoları

Üretken YZ ile senaryo üretimi: yeni hava durumu, trafik ve sistem arızası

Sanal yardımcı pilot temsilcileri ile interaktif bilgilendirme ve gerçek zamanlı koçluk sağlar

Uyarlanabilir Simülasyon Senaryosu



Aviyonik Yazılım Testi ve Sertifikasyonu

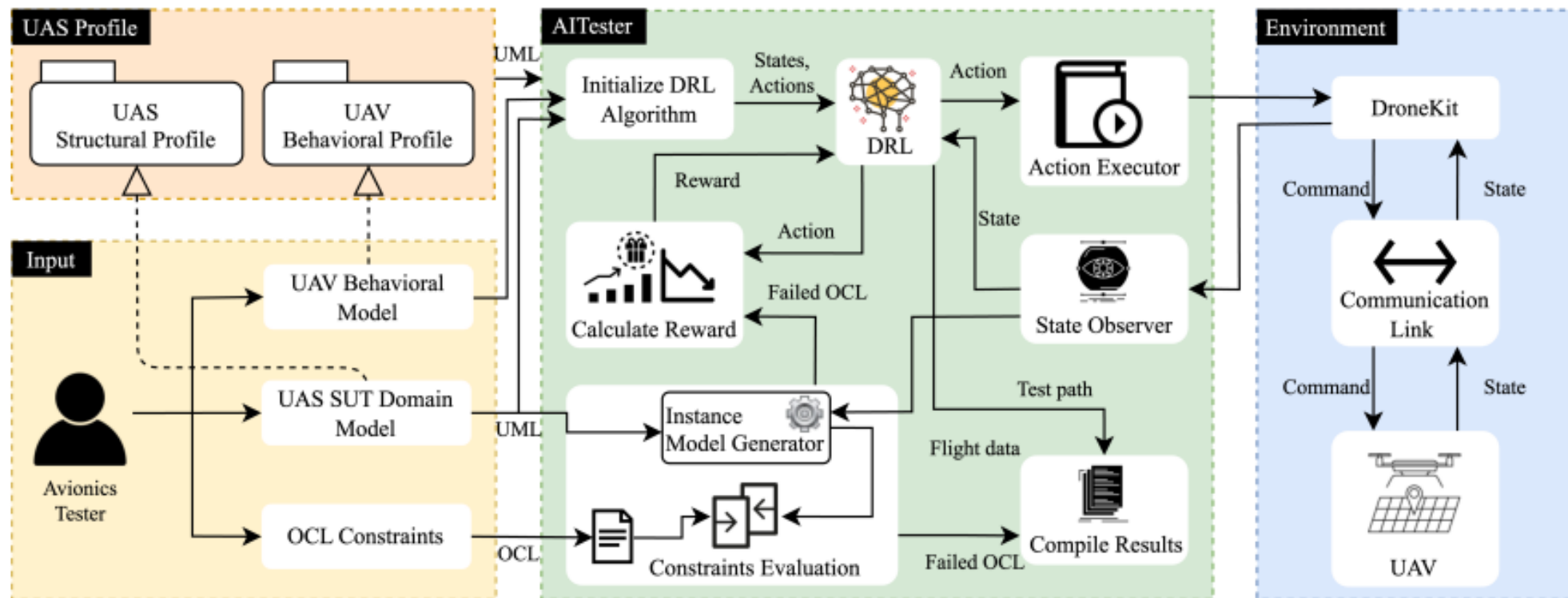
YZ ve Üretken YZ tabanlı test senaryosu üretimi ile otomatik pilotların ve kokpit ekranlarının sistem seviyesi test otomasyonu

Öğrenme güvencesi çerçeveleri ile EASA yönergesi uyumlu YZ yazılım doğrulaması

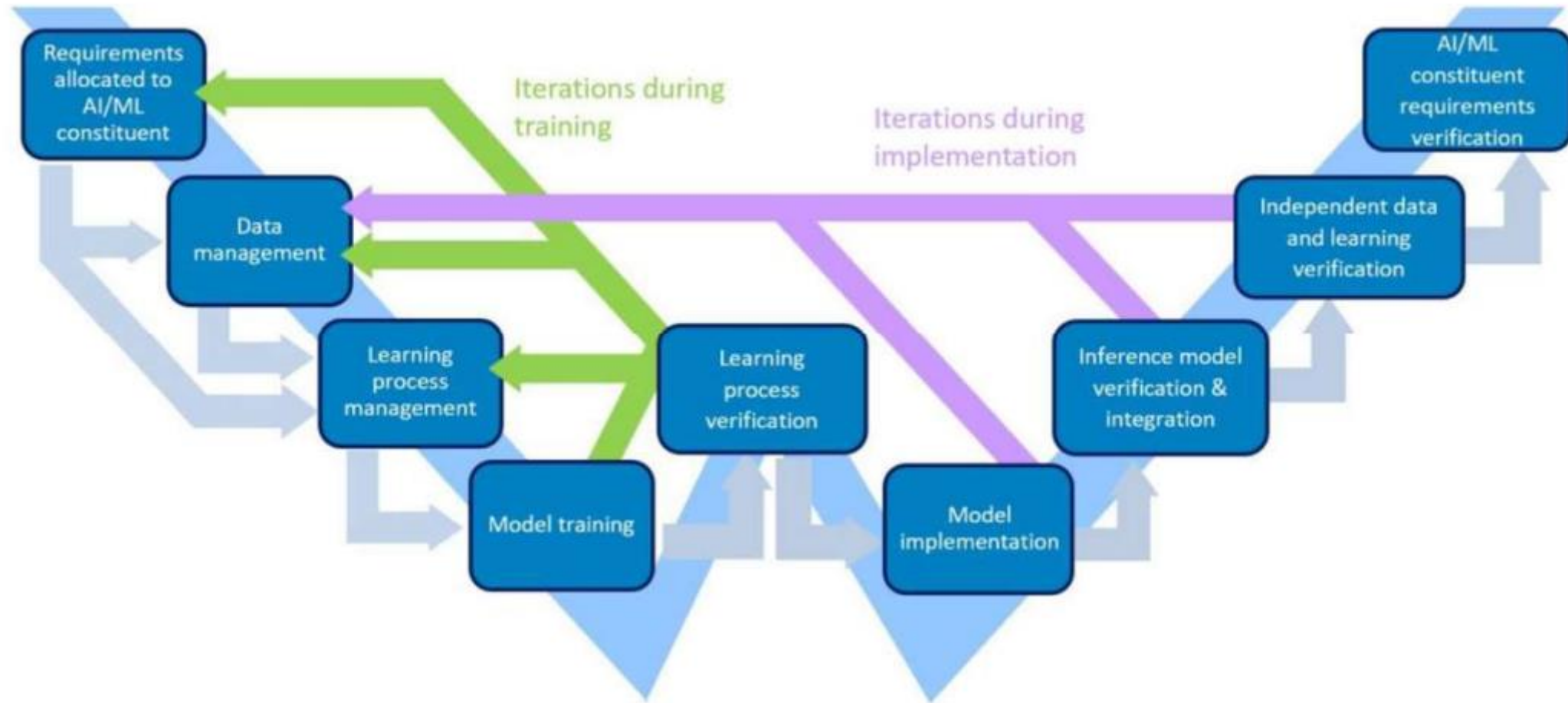
Üretken YZ Test Senaryosu

	S ₀		S ₁		S ₂		S ₃		S ₄		S ₅		S ₆		S ₇
Flight State	Disarmed		Armed		Takeoff		Climb		Descend		Landing		Armed		Disarmed
Altitude	0.0		0.0		20.0		50.5		30.7		10.2		0.0		0.0
Airspeed	0.0		0.05		0.22		4		3.5		0.2		0.03		0.0
Groundspeed	0		0.2		2.5		3.3		3.9		0.9		0.6		0.0
Roll	0.0	A ₀	0.0081	A ₁	-0.0004	A ₂	0.078	A ₃	0.050	A ₄	0.01	A ₅	0.0043	A ₆	0.0031
Pitch	0.0		0.0084		-0.0004		0.082		0.1094		0.041		0.0049		0.0039
Yaw	0.0		0.0235		-0.0501		-0.0510		-0.0501		-0.0502		-0.0502		-0.0504
Heading	1		357		357		357		357		357		357		357
Battery	100		99		98		96		94		92		92		90
Distance	0.0		0.0		0.0		10.5		15.8		19.5		20.0		20.0

Ortam ve Profil Duyarlı Yazılım Testi



YZ Tabanlı Sistemler için EASA W Modeli



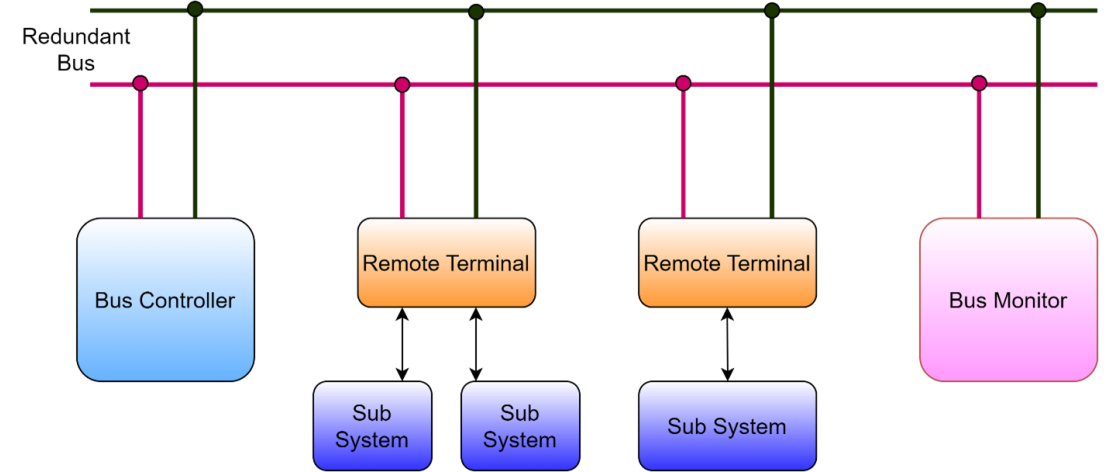
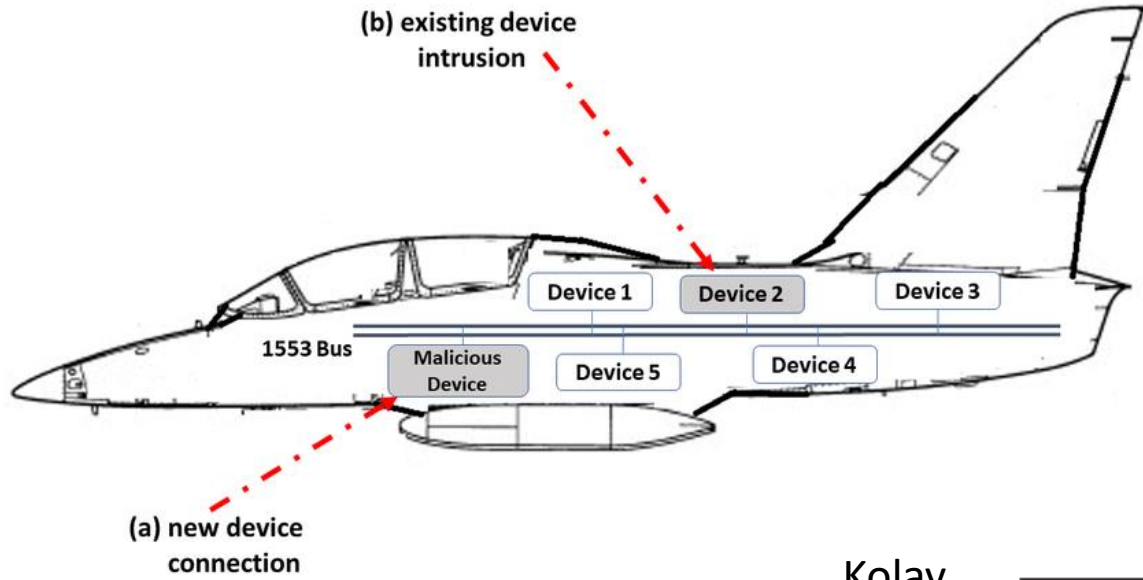
Siber Güvenlik ve Anomali Tespiti

Gerçek zamanlı anomali tespiti ve MIL-STD-1553, ARINC-bus vb. iletişimlerde anomali kontrolü

Yetkisiz erişim izni ve yanıltıcı sinyal tespiti

Çalışanlara varmadan önce ortalama engeli ve elektronik ortamlarda açık tespiti

Gerçek Zamanlı Anomali Kontrolü

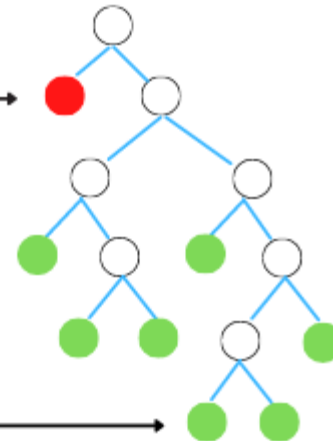


Kolay



Derinlik

Zor



Etkiler

Daha emniyetli sistemler → Daha az insan hatası, kritik anlarda hızlı tepkiler

Yüksek verim → Optimize rotalarda yakıt tasarrufu

Arttırılmış performans ve yetkinlikler → Keskin navigasyon, daha zor ortamlarda operasyonlar

Azaltılmış pilot yükü → Rutin görevlerin otomasyonu

Veriden doğan görüler → Performans ve operasyonel örüntülerin takibi, sürekli iyileştirme

TEŞEKKÜRLER

