

# AKILLI HAVA SAVUNMA SİSTEMİ

## PATENT BAŞVURU SUNUMU

**HAZIRLAYAN: ALEyna KARAAĞAÇ**

# Geliştirilen Sistem Nedir?- Özet

Bu buluş, modüler, taşınabilir ve düşük maliyetli yapıda, yapay zekâ destekli görüntü işleme teknolojileriyle çalışan otonom/yarı otonom bir hava savunma sistemidir. Gerçek zamanlı hedef tespiti, takibi ve imhası sağlanır. ROS 2 mimarisiyle kontrol edilen sistem; Jetson Xavier NX üzerinde çalışır ve kablosuz/bağlantılı haberleşme protokollerini destekler.

# İstemler

- İstem 1:** Sistem, otonom veya yarı otonom çalışan, modüler ve taşınabilir bir hava savunma platformudur.
- İstem 2:** Yüksek fps'li kamera ile alınan görüntüler YOLOv11 kullanılarak işlenir.
- İstem 3:** DeepSORT ve Kalman filtresi ile hedef takibi ve konum tahmini yapılır.
- İstem 4:** Tüm modüller, ROS 2 mimarisi altında senkronize biçimde çalışır.

# İstemler

**İstem 5:** Rust + egui tabanlı arayüz, kullanıcıya sistem kontrol ve izleme imkânı sunar.

**İstem 6:** Li-Po batarya ve BMS sayesinde sistem, taşınabilir ve güvenli enerjiyle beslenir.

**İstem 7:** Step motorlu yatay hareket sistemi yüksek hassasiyetli dönüş sağlar.

**İstem 8:** Servo motorlu dikey hareket mekanizması düzgün ve dengeli yönlendirme yapar.



# İstemler

**İstem 9:** UART ve şifreli ESP-NOW protokolleriyle güvenli iletişim sağlanır.

**İstem 10:** Havalı tabanca, 30 metreye kadar etkili atış yapabilen elektronik kontrollü birimdir.

**İstem 11:** Sistem, görüntü işleme ve kontrol algoritmalarıyla tam otonom görev yapabilir.

**İstem 12:** Kullanıcı, sistem üzerinde manuel kontrol sağlayarak gerektiğinde yönlendirme yapabilir.

# Teknik Alan

Bu buluş, düşük maliyetli ve taşınabilir nitelikte geliştirilen, görüntü işleme destekli ve yüksek hassasiyetli yönlendirme sağlayan hava savunma sistemleri ile ilgilidir. Özellikle küçük çaplı tehditlere karşı etkili, gerçek zamanlı hedef tespit, takip ve imha kabiliyeti sunan, yazılım ve donanımın entegre çalıştığı otonom sistemlere yöneliktir.

# Tekniğin Bilinen Durumu

Günümüzde hava savunma sistemleri genellikle sabit ve büyük ölçekli sistemler ile taşınabilir, düşük kapasiteli sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Sabit sistemler yüksek maliyetli ve taşınması zor yapılardır; taşınabilir sistemler ise genellikle manuel çalışır ve gelişmiş görüntü işleme yeteneklerinden yoksundur. Mevcut çözümler, özellikle drone tehditlerine karşı sınırlı etkinlik sunmakta ve otomatik hedef tespiti ile entegre çalışmamaktadır. Düşük maliyetli, taşınabilir, modüler, yapay zekâ destekli ve yüksek hassasiyetli yeni nesil bir sistem henüz mevcut değildir.

# Buluşun Amacı

Bu buluşun amacı; düşük maliyetli, taşınabilir, modüler yapıda, gerçek zamanlı görüntü işleme destekli, termal yönetimi optimize edilmiş ve yüksek hassasiyetli hareket kontrollü bir hava savunma sisteminin geliştirilmesidir.



# Öne Çıkan Özellikler

- YOLOv11 ile nesne tespiti
- DeepSORT ve Kalman filtresi ile akıllı hedef takibi
- 360° yatay, 90° dikey yüksek hassasiyetli hareket kontrolü
- Tam bağımsız enerji altyapısı (Li-Po batarya + BMS)
- Rust + egui arayüz ile düşük gecikmeli kullanıcı kontrolü
- Termal optimizasyon, EMI koruması ve aktif soğutma



# Hareketli Mekanik Bileşenleri

- Ana Taban (1): Alüminyum alaşımlı, elastomer destekli düşük ağırlık merkezi
- Dikey Dikey Gövde (2): Havalandırma kanallı, elektromanyetik korumalı kolon
- Yatay Eksende Hareket Mekanizması (3): Kayış-kasnak sistemli, mikroadım destekli step motor
- L Şekilli Aparatlar (4): Karbon fiberden, modüler bağlantılı taşıyıcı yapı
- Dikey Eksende Hareket Mekanizması (5): Rulman destekli  $0.5^{\circ}$  hassasiyette servo motor

# Donanım Sistemleri

- Kamera Modülü(6): 60fps, geniş açılı, düşük ışıktaki yüksek performans
- Havalı Tabanca ve Namlu(7): 15–25 bar, 30m menzilli, solenoid valf tetiklemeli
- Lidar Sensörü(8): 100m menzil, 0.1m hassasiyetle mesafe ölçümü
- IMU Sensörü(9): 9 eksen, 1000Hz örnekleme ile yönelim ve ivme ölçümü
- Elektronik Bileşenler Kutusu (10):kolay erişilebilir ve havalandırılmalı koruyucu bölme.
- Li-Po Batarya ve BMS (11): 10000 mAh, 22.2V güç, BMS ile korunur
- Sistem Bilgisayarı - Jetson Xavier NX (12): Yüksek performanslı AI işlemci (384 CUDA, 48 Tensor çekirdeği)



# Yazılım Mimarisi

- **YOLOv11 + TensorRT:** Gerçek zamanlı hedef tespiti
- **DeepSORT + Kalman:** Takip ve pozisyon tahmini
- **Jetson Xavier NX (12):** Yüksek performanslı AI işlemci (384 CUDA, 48 Tensor çekirdeği)
- **Rust + egui arayüz:** Dokunmatik uyumlu, hafif, hızlı kontrol paneli

# Kullanım Modları

## Otonom ve Manuel Modlar

- **Tam Otonom:** Algoritmalar ile hedefin tespiti, takibi ve müdahalesi yapılır.
- **Manuel Kontrol:** Dokunmatik panel üzerinden hedef seçimi ve ateşleme yapılır.
- Gelişmiş kullanıcı arayüzü ile canlı görüntü, sistem durumu ve batarya izleme imkanı sunar.

## **Buluşun Detaylı Açıklanması**

- Sistem açıldığında tüm sensörler ve mikrodenetleyiciler otomatik olarak başlatılır.
- Kamera, 60 FPS ile çevreyi sürekli taramaya başlar.
- Görüntüler Jetson Xavier NX üzerinde çalışan YOLOv11 modeline aktarılır ve gerçek zamanlı hedef tespiti yapılır.
- Tespit edilen hedefler DeepSORT algoritması ile kimliklendirilir ve izlenir.
- Lidar, kameradan gelen hedefin yaklaşık konumuna göre mesafe ölçümü yapar.

# Buluşun Detaylı Açıklanması

- IMU verileri ile birlikte hedefin 3 eksenindeki konumu kesinleştirilir.
- ROS2 mimarisinde yer alan "tracking" ve "fusion" düğümleri, hedefin konumunu sürekli olarak günceller.
- Yatay ve dikey motorlar, hedefin konumuna göre milisaniyelik gecikmelerle pozisyonlanır.
- Hedef sistem tanımlı tehdit sınıflarına giriyorsa (örneğin izinsiz dron), müdahale prosedürü başlatılır.



# Buluşun Detaylı Açıklanması

- Müdahale düğümü, havalı tabanca sistemini devreye alır ve solenoid valfi tetikleyerek mühimmat ateşlenir.
- Sistem, atış sonrası hedefin etkisiz hale gelip gelmediğini tekrar görüntü işleyerek değerlendirir.
- Gerekirse aynı hedefe ikinci veya üçüncü müdahale gerçekleştirilir.

Electromagnetic Waves in Solenoid





# Buluşun Detaylı Açıklanması

- Tüm bu işlemler sırasında sistem log kaydı tutar ve kullanıcı arayüzüne veri gönderir.
- Acil bir durum, kullanıcı iptali veya güvenlik sınırı (örneğin 1s1 limiti) aşımı durumunda sistem otomatik olarak kendini pasif moda alır.
- Batarya durumu sürekli izlenir; kritik seviyeye düştüğünde müdahale modundan çıkılarak sadece izleme modunda çalışmaya devam edilir.

# Buluşun Sanayiye Uygulanması

Bu buluş, düşük irtifa tehditlerine karşı savunma ve güvenlik alanlarında etkili bir çözüm sunarak hem askeri hem sivil uygulamalarda kullanılabilir. Modüler yapısı, uygun üretim yöntemleri ve yapay zeka destekli teknolojisi sayesinde ekonomik, esnek ve kolay entegre edilebilir bir sistemdir. Seri üretimle maliyet avantajı sağlarken, NATO uyumu ve dual-use yapısıyla ihracat potansiyeli de taşımaktadır. Geliştirilebilir yapısıyla sanayiye uygulanabilirliği oldukça yüksektir.

# Resimler

