

## 0) Rapor Notu ve Gizlilik Siniri

- Bu rapor teknik Ar-Ge kapsamındaki tum ana kararlar, metrikler, boru hattı, araclar, veri envanteri, riskler ve cikarimlari kapsar.
- Guvenlik geregi herhangi bir API anahtari, token, sifre, cihaz kimligi, kisisel credential veya gizli anahtar bu rapora dahil edilmemistir.
- Lisans olarak ticari acidan belirsiz setler Ar-Ge hattinda tutulmustur; production kullanimi ayrik legal gate'e baglanmistir.

## 1) Proje Adi, Amac ve Vizyon

Proje kod adi:

Atlas Aegis

Ana amac:

Drone/overhead görüntülerde küçük hedefleri güvenilir şekilde tespit etmek, hedefleri kareler boyunca takip etmek (MOT) ve takipten üretilen özelliklerle açıklanabilir bir risk skoru + Green/Yellow/Red alarm bandı üreten uçtan uca bir sistem kurmak.

Neyi hedefledik:

1. Sadece tek metrikli (mAP benzeri) değil, robust/multi-gate odaklı kalite.
2. Corruption matrix altında ölçülebilir dayanıklılık.
3. MOT tarafında yalnızca recall değil, IDSW/HOTA/DetA/AssA dengesi.
4. Event lead-time ile erken uyarı davranışını ölçmek.
5. ≤15 USD nakit politikası ile local-first çalışma.
6. Legal gate + budget guard ile release risklerini izole etmek.

## 2) Kapsam ve Kapsam Disi

Kapsam içi:

- Detector eğitimi (YOLOv8n/YOLOv8s), robust fine-tune varyantları.
- Fast/Candidate/Full (41 koşul) değerlendirme merdiveni.
- Track + risk skorlama + alarm event çıkışı.
- MOT metrikleri (MOTA, precision/recall, IDSW, HOTA/AssA/DetA).
- Latency/FPS ve export backend benchmark gate'leri.
- Dashboard (Streamlit) ile somut gorselleştirme.
- Legal/budget guard runtime entegrasyonu.

Kapsam dışı (bu fazda):

- Tam production deployment (CI/CD + cloud autoscale + SLA/SRE).
- Ticari lisansı net olmayan setlerle production model yayınlama.
- MLOps'in tam cloud-native orkestra edilmiş versiyonu.

## 3) Uçtan Uca İş Akisi (Workflow ve Pipeline)

Yüksek seviye akis:

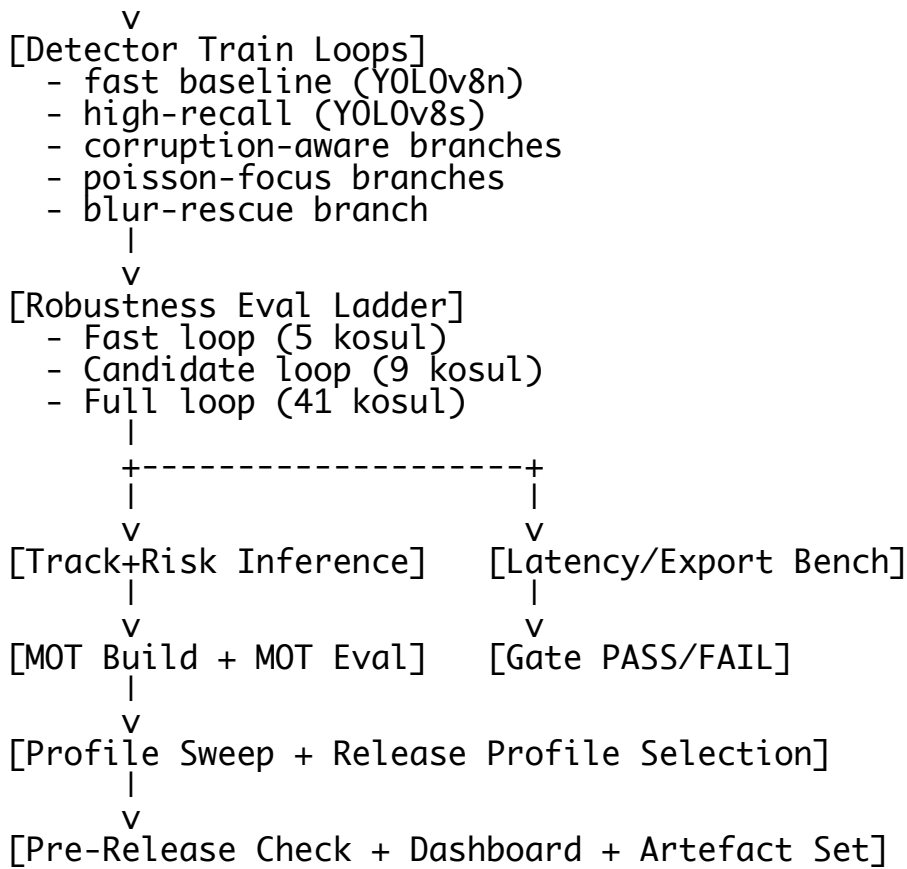
[Dataset Acquisition]

|

↓

[Data Prep + Label Conversion + Split Hygiene]

|



Operasyonel adimlarin omurgasi Make target'larina baglandi:

- detector train/eval loop'lari
- mot build/eval/sweep/profile gate
- benchmark, pre-release, release

#### 4) Metodoloji (Modeller, Metrikler, Yontemler)

##### 4.1 Detector modelleri

- Fast mode: YOLOv8n
- High-recall mode: YOLOv8s
- Blur/poisson dayanimi icin hedefli veri karmasiyla iterative fine-tune

##### 4.2 Small-object standardi

- small bbox tanimi:
  - $bbox\_area < 32^2$  pixel veya
  - $\min(width, height) < 16$  pixel
- Ana kritik metrik: recall\_small

##### 4.3 Robustness metodolojisi

- 3 asamali merdiven:
  - 1) Fast: clean + cekirdek S3 kosullari
  - 2) Candidate: clean + 8 corruption'da S3
  - 3) Full: clean + 8 corruption x s1..s5 = 41 kosul
- Corruption tipleri:
  - blur, low\_light, jpeg, gauss, poisson, dropout, fog, downsample

##### 4.4 Risk skoru (explainable)

- Track-level ozellikler:
  - duration\_frames, conf\_mean, conf\_std, bbox\_area\_slope, roi\_dwll, occlusion\_count
- Formül:
 
$$risk = 100 * \text{sigmoid}(z)$$

$$z = 1.4*r + 1.0*a + 0.8*p + 0.6*c + 0.5*cs + 0.3*o - 1.8$$

```
burada:
p = clip(duration/30)
c = clip(conf_mean)
cs = 1 - clip(conf_std/0.25)
a = sigmoid(area_slope/0.02)
r = clip(roi_dwell/30)
o = clip(occlusion/10)
- Bandlar:
GREEN <= 39.999
YELLOW <= 69.999
RED >= 70
```

#### 4.5 MOT degerlendirme yontemi

- Klasik MOT metrikleri: precision, recall, MOTA, MOTP(IoU), IDSW
- Ek kalite metrikleri: HOTA, AssA, DetA (+ alpha curve)
- Event lead-time: GT event girisi ile pred event alarm zamanlari arasindaki fark dagilimi

#### 4.6 Gate felsefesi

Detector gate:

- clean\_recall\_small\_min >= 0.35
- clean\_recall\_min >= 0.45
- s3\_recall\_small\_drop\_max <= 0.25

MOT release gate (seq2 odakli):

- recall >= 0.333
- HOTA >= 0.300
- MOTA >= -0.080

Latency gate (required profile'lar):

- fast\_cpu\_yolov8n: fps >= 20, median\_latency <= 50ms, p95 <= 70ms
- highrecall\_cpu\_yolov8s: fps >= 12, median\_latency <= 80ms, p95 <= 120ms

Export gate:

- Required backend'ler PASS olmalı (pytorch zorunlu)
- Optional backend'ler (onnx/coreml) yoksa SKIPPED olabilir

### 5) Araclar ve Teknoloji Stagi

Ana stack:

- Python (3.12)
- Ultralytics YOLOv8
- Torch
- OpenCV
- DuckDB/SQLite benzeri metrik depolama katmani
- Pandas
- Streamlit
- PyYAML

Proje bileşenleri:

- scripts/: 00..28 arasi otomasyon scriptleri
- src/aerial\_stack/: core modul katmani
  - track\_risk, risk, mot\_eval, benchmark, legal\_gate, budget\_runtime, metrics\_store, corruptions
- configs/: detector/mot/benchmark/release konfigleri
- app/dashboard.py: tum raporlari tek ekranda gosteren UI
- governance/: legal\_status + data governance dokumanlari

## 6) Repository Yapisi (Ozet)

- app/
- configs/
- data/
  - manual/, raw/, processed/, mot/
- governance/
- logs/
- reports/
- runs/
- scripts/
- src/aerial\_stack/
- Makefile, README.md, requirements.txt, pyproject.toml

## 7) Veri Seti Envanteri (Tur, Boyut, Kullanım)

### 7.1 Ham veri kokleri (disk)

- data/manual: 33G
- data/raw: 3.8G
- data/processed: 23G
- data/mot: 6.6M

Not:

- data/raw/visdrone -> data/manual/visdrone symlink
- data/raw/dota -> data/manual/dota symlink

### 7.2 VisDrone envanteri

- VisDrone2019-DET-train: 1.5G
  - tip: image detection
  - 6471 image, 6471 annotation
- VisDrone2019-DET-val: 81M
  - tip: image detection
  - 548 image, 548 annotation
- VisDrone2019-DET-test-dev: 306M
  - tip: image detection
  - 1610 image, 1610 annotation
- VisDrone2019-MOT-train: 7.6G
  - tip: video sequence MOT
  - 56 sequence, 24201 frame, 56 annotation dosyasi
- VisDrone2019-MOT-val: 1.5G
  - tip: video sequence MOT
  - 7 sequence, 2846 frame, 7 annotation dosyasi
- VisDrone2019-MOT-test-dev: 2.2G
  - tip: video sequence MOT
  - 17 sequence, 6635 frame, 17 annotation dosyasi

### 7.3 UAVDT envanteri

- train: 2.9G, 3212 dosya
- val: 468M, 543 dosya
- test: 407M, 544 dosya
- toplam goruntu: 2488 jpg
- toplam annotation/metin: 1809 txt

### 7.4 DOTA envanteri (mevcut indirilen parcali yapi)

- images: 2.1G
- images-2: 3.2G
- images-3: 3.0G
- images-4: 3.3G
- images-5: 3.5G
- images-6: 4.7G

- labelTxt turevleri + metadata: MB mertebesi
- toplam: 2806 png, 1832 txt, 8 zip

#### 7.5 Islenmis detector dataset turevleri

- visdrone\_det: 39M | train 6471 / val 548
- visdrone\_det\_smoke: 3.6M | train 512 / val 120
- visdrone\_det\_corruptaware: 3.6G | train 6000 / val 548
- visdrone\_det\_corruptaware\_quick: 1.1G | train 1800 / val 548
- visdrone\_det\_poisson\_focus\_quick: 2.0G | train 2400 / val 548
- visdrone\_det\_poisson\_focus\_mid: 4.0G | train 4800 / val 548
- visdrone\_det\_poisson\_focus\_1600: 7.6G | train 8000 / val 548
- visdrone\_det\_blur\_rescue: 5.0G | train 7000 / val 548

#### 7.6 Lisans/Legal durum (policy)

- visdrone2019\_det: research=evet, commercial=hayir
- visdrone2019\_mot: research=evet, commercial=hayir
- uavdt: research=evet, commercial=evet (attribution kontrolu ile)
- dota/xview/soda\_a: current policy'de commercial=hayir

### 8) Ne Yaptik? (Baslangictan Son Duruma)

#### 8.1 Altyapi ve governance

- Ortam kontrolu, data lint, smoke calismalari kuruldu.
- Budget guard runtime (ledger + event log) entegre edildi.
- Legal gate runtime kontrolleri ana script girislerine eklendi.
- Ar-Ge ve production lisans ayrimi policy seviyesinde netlestirildi.

#### 8.2 Detector Ar-Ge ilerleyisi

- Fast kol (YOLOv8n) egitildi/olculdu.
- High-recall kol (YOLOv8s) egitildi/olculdu.
- Ilk adaylarda clean iyi olsa da S3 blur/poisson dususu nedeniyle gate fail.
- Corruption-aware ve poisson odakli ara turlar yapildi.
- Son tur blur-rescue veri karmasiyla candidate ve full41 gate kapatildi.

#### 8.3 MOT + risk ilerleyisi

- Gercek VisDrone MOT val sequence'lerinde track+risk kosuldu.
- ByteTrack bagimlilik yoklugunda iou-fallback ile calisabilirlik korundu.
- Post-filter sweep (balanced/recall/class-map) ile seq2 genel kalite iyilestirildi.
- Release profile secimi otomatik gate ile recall profile'a baglandi.
- Lead-time hesaplamasi GT event olusturma + require-gt-events akisiyla sessiz eksik-data riski kapatilarak tekrarlandi.

#### 8.4 Performans/Release hazirligi

- Latency benchmark gate PASS.
- Export benchmark gate PASS (required backend bazinda).
- Pre-release toplu gate PASS.

### 9) Ciktilar ve Sonuclar (Sayisal Ozet)

#### 9.1 Detector sonuc ozet tablosu

##### A) onceki baseline/fail durumlari

- fast\_full41\_ep3:  
clean\_recall=0.4209, clean\_recall\_small=0.3276,  
s3\_drop\_max=0.5762, gate=FAIL
- highrecall\_full41\_ep1:  
clean\_recall=0.5932, clean\_recall\_small=0.5108,  
s3\_drop\_max=0.7163, gate=FAIL
- poisson\_mid\_full41:

clean\_recall=0.5875, clean\_recall\_small=0.5004,  
s3\_drop\_max=0.2574, gate=FAIL (sinira çok yakın)

#### B) final kazanan (blur-rescue)

- candidate (9 kosul):  
clean\_recall=0.6240  
clean\_recall\_small=0.5512  
s3\_drop\_max=0.2467  
gate=PASS
- full41 (41 kosul):  
clean\_recall=0.6240  
clean\_recall\_small=0.5512  
s3\_drop\_max=0.2304  
gate=PASS

#### Kritik yorum:

- Blur/poisson kaynakli dayaniklilik darbozagi hedefli data kurgusuyla asildi.

### 9.2 MOT ve profile gate sonuclari

#### A) Release profile gate:

- selected\_profile: recall
- objective: hota
- gate: PASS

#### B) Seq2 release gate metrikleri (recall profile):

- precision: 0.4777
- recall: 0.3341
- MOTA: -0.0592
- HOTA: 0.3047
- IDSW: 410
- tum gate check'leri PASS

#### C) Seq1/Seq2 lead-time raporlari (event dosyalariyla):

- seq1 (with events):  
precision=0.6348, recall=0.4514, MOTA=0.1830, IDSW=116  
matched\_tracks=21, median lead-time=-5, mean=8.05
- seq2 (with events):  
precision=0.4505, recall=0.3263, MOTA=-0.0998, IDSW=412  
matched\_tracks=27, median lead-time=69, mean=76.37

#### D) Track-risk event uretimi:

- seq1: 173 event (94 event\_start, 79 alarm\_red)
- seq2: 651 event (374 event\_start, 277 alarm\_red)

### 9.3 Error slice (seq2 - seq1)

- MOTA delta: -0.2411
- precision delta: -0.1574
- recall delta: -0.1086
- IDSW delta: +322
- FP delta: +1923
- FN delta: +2250

### 9.4 Latency benchmark sonucu

- overall gate: PASS (required 2/2 profile)
- fast\_cpu\_yolov8n:  
fps\_mean=47.51, median\_latency=20.75ms, p95=23.42ms, PASS
- highrecall\_cpu\_yolov8s:  
fps\_mean=16.13, median\_latency=61.58ms, p95=67.30ms, PASS
- fast\_mps\_yolov8n:  
mps available degil -> SKIPPED (optional)

### 9.5 Export benchmark sonucu

- overall gate: PASS (profiles 2/2 PASS)
- zorunlu pytorch backend: PASS
- onnx/coreml: optional, modul yoklugu sebebiyle SKIPPED

#### 9.6 Toplu release gate sonucu

- pre\_release\_check\_report: status=PASS
- strict\_mode=false
- release\_gate: PASS, selected\_profile=recall

#### 9.7 Butce/ledger sonucu

- budget\_ledger spent\_usd: 0.0
- status: ok
- budget policy esikleri:  
soft=8, high=12, kill-switch=14, hard-cap=15

#### 9.8 Metrik veritabani birikimi

- runs toplam: 82
- metrics toplam: 7346
- pipeline dagilimi:  
corruption\_benchmark=50  
detector\_eval=32

### 10) SWOT Analizi

#### Strengths (Guclu yonler)

1. Local-first + budget guard mimarisi ile maliyet kontrolu cok guclu.
2. Detector tarafinda 41-kosul full gate kapanmis durumda.
3. Multi-gate kalite kulturu: detector + MOT + latency + export + release.
4. Explainable risk skoru ve event lead-time ile yalnızca detection degil, operasyonel karar katmani da olusturulmus.
5. Dashboard ile somut gosterilebilir portfoy ciktilari mevcut.

#### Weaknesses (Zayif yonler)

1. Seq2 MOT kalitesi hala seq1'e gore anlamlı derecede dusuk.
2. ByteTrack'in tam hizi/kalitesi lap bagimlilikine bagli; su an fallback aktif.
3. ONNX/CoreML export yolu optional ve kurulum eksikligi sebebiyle olculemedi.
4. Lead-time dagiliminda sequence'e gore degiskenlik yuksek.

#### Opportunities (Firsatlar)

1. lap/ByteTrack tam etkinlestirme ile IDSW/FP stabilitesinde kazanc.
2. Seq2 odakli per-class/per-motion tuning ile MOT kapilarini guclendirme.
3. Production-data sprint ile ticari lisansli validasyon seti olusturma.
4. ONNX/CoreML yolunu acip edge deploy hikayesini guclendirme.
5. Dashboard'i demo-video + KPI story ile GitHub/LinkedIn vitrini yapma.

#### Threats (Tehditler)

1. Lisansi net olmayan veriyle production iddiası yapılması.
2. Seq2 benzeri zor sahnelerde recall-stability tradeoff'unun tekrar bozulması.
3. Cloud tarafi erken acilirsä over-engineering + maliyet riski.
4. Otomatik rapor artefactlarında makineye özel path sızması (hijyen riski).

### 11) Karsilasilan Zorluklar, Neyi Yapmamak Gerekirdi, Nasil Duzelttik

#### 11.1 Zorluk: compute zamani ve iterasyon hizi

- Risk: her iterasyonda full 41 kosul kosmak takvimi kitliyordu.
- Dogru olmayan yol: tum deneyleri ayni agirlikta full kosmak.
- Duzeltme:  
3-asamali eval merdiveni (fast/candidate/full) uygulandi.
- Sonuc:  
hizli geri bildirim + sadece finalist modellerde full gece kosusu.

11.2 Zorluk: clean iyi, robust kotu (ozellikle blur/poisson)

- Risk: clean recall yuksek olmasina ragmen gate fail.
- Dogru olmayan yol: sadece threshold oynamasiyla sorunu cozmek.
- Duzeltme:  
hedefli corruption karmasi (blur-rescue) ile veri/egitim tarafi revize edildi.
- Sonuc:  
candidate PASS + full41 PASS.

11.3 Zorluk: MOT seq2 genelleme acigi

- Risk: seq1'de iyi, seq2'de zayif stabilite.
- Dogru olmayan yol: tek sequence'e gore parametre kilitlemek.
- Duzeltme:  
multi-sequence sweep + class-map calibration + profile gate.
- Sonuc:  
recall profile release gate PASS; gap azaldi ama tamamen kapanmadi.

11.4 Zorluk: ByteTrack bagimlilik problemi (lap)

- Risk: takip akisinin tamamen durmasi.
- Dogru olmayan yol: bagimlilik yoksa pipeline'i durdurmak.
- Duzeltme:  
otomatik iou-fallback tracking backend eklendi.
- Sonuc:  
pipeline calismaya devam etti, metrik uretilmesi kesilmedi.

11.5 Zorluk: event degerlendirmede sessiz veri eksigi riski

- Risk: GT event dosyasi eksikken fark edilmeden skor hesaplamak.
- Dogru olmayan yol: eksik event dosyasini toleransla gecmek.
- Duzeltme:  
require-gt-events ve warning mekanizmasi eklendi.
- Sonuc:  
lead-time akisi daha guvenilir hale geldi.

11.6 Zorluk: legal ve budget kontrolunun dokumanda kalmasi

- Risk: niyet var ama runtime enforcement yok.
- Dogru olmayan yol: sadece rapor seviyesi policy.
- Duzeltme:  
legal\_gate + budget\_runtime ana entrypoint script'lere entegre edildi.
- Sonuc:  
run aninda kontrol eden, loglayan ve bloklayabilen yapi aktif.

## 12) Dashboard ve Somut Sunulabilir Ciktilar

Dashboard uygulaması:

- app/dashboard.py (Streamlit)

Gosterilen ana kartlar:

- detector gate ve condition bazli metric tablolari
- track/risk frame ve band dagilimleri
- MOT KPI kartlari (MOTA, HOTA, AssA, DetA, precision, recall, IDSW)
- lead-time ozetleri
- latency benchmark kartlari
- export backend kartlari
- post-filter/profile compare ozetleri

Yayina uygun somut artefact seti:

- detector closure raporlari
- mot postfilter + profile release raporlari
- pre-release check raporu
- latency/export benchmark raporlari
- bu master kapanis raporu



### 13) Guvenlik, Gizlilik, Legal Uyum

- Raporlama ve README tarafinda gizli credential bulunmamali.
- API key/token gibi hassas degerler dosyalarda tutulmamali, environment variable veya gizli manager uzerinden saglanmali.
- Lisans belirsiz setlerle production training veya commercial yayin yapilmamali
- Ar-Ge ve production dataset hatti ayri tutulmali.

### 14) Projenin Simdiki Durumu ve Final Yargi

Ar-Ge final durumu (teknik):

- Detector robust gate: PASS (full41 dahil)
- MOT release profile gate: PASS (recall profile)
- Latency gate: PASS
- Export gate: PASS (required backend)
- Pre-release gate: PASS
- Budget policy: PASS (spent 0.0, guard active)

Genel yargi:

- Proje Ar-Ge hedefi acisindan basariyla tamamlanmis ve "sunulabilir, olculebilir, gate-driven" bir yapiya donusmustur.
- Production'a gecis icin kalan esas konu, lisansli production data sprint'i ve seq2 benzeri zor senaryolarda MOT stabilizasyonunun bir tur daha guclendirilme sidir.

### 15) Bundan Sonraki En Dogru Profesyonel Adimlar

1. ByteTrack tam yolunu ac (lap kurulumu) ve ayni seq1/seq2 benchmark'i yeniden kos.
2. ONNX/CoreML backendlerini kurup export benchmark'ta olcumlu PASS al.
3. Production-data sprint'i operasyonel checklist ile baslat: izin, anonimlestirme, retention, erisim kontrolu.
4. Seq2 icin per-class/per-motion hata dilimlerine gore hedefli tuning yap.
5. Dashboard icin son bir "release showcase" ekrani ekleyip, GitHub + LinkedIn paylasim paketini tek klasorde sabitle.

### 16) Kisa Sonuc

Atlas Aegis, kucuk hedef odakli aerial detection + tracking + risk banding problemini sadece model dogrulugu degil, robustluk, takip kararlılıgi, lead-time latency, export ve yonetisim (legal+budget) katmanlariyla birlikte cozen, maliyeti kontrollu ve profesyonel bir Ar-Ge cikisi vermistir.