

Physical AI ve Robotik 2026–2035

Yazılımcılar ve mühendisler için güncel, kaynaklı ve uygulamaya dönük teknik rehber

BU REHBERDE

Sahadaki gerçek durum

IFR 2026, WEF ve şirketlerin resmî yayınlarıyla pazar ve 2025–2026 gelişmeleri

Donanımsız 3 proje

Simülasyonda adım adım: nesne bulan robot, doğal dil komutu, filo paneli

Araç karşılaştırması

Lisans, maliyet, işletim sistemi ve donanım; Apple Silicon Mac için ayrı özet

Kariyer geçiş haritası

Python, C++, web, AI/ML, gömülü ve DevOps uzmanları için somut yol

Bu rehber kimin için? Python, C++, web, backend, AI/ML, gömülü veya DevOps tecrübesi olan ve robotik alanına bugün somut bir adım atmak isteyen yazılımcılar ve mühendisler için.

Kaynak etiketleri: **BİRİNCİL** kurumun kendi yayını · **İKİNCİL** haber veya ikincil aktarım · **YAZARIN ANALİZİ** benim mühendis olarak yorumum. Tarihler yayın tarihidir. Resmî kaynakta doğrulayamadığım iddialar bu rehberde alınmadı.

1. Kısaca

- Fabrikalarda robot sayısı 5 milyonu geçti.** 2025'te 600.000'den fazla endüstriyel robot kuruldu (+%11); bunların %59'u Çin'de. **BİRİNCİL**
- İnsansı robotlar laboratuvarlardan sahaya çıkıyor.** Boston Dynamics, Atlas'ın ürün sürümünü Ocak 2026'da üretime aldı; 2026 teslimatları Hyundai ve Google DeepMind'a. **BİRİNCİL**
- Robotların "beyni" artık açık modellerle denenebiliyor.** NVIDIA GR00T N1.7 (Nisan 2026), Physical Intelligence $\pi 0/\pi 0.5$ ve Hugging Face LeRobot açık ağırlıklarla geliyor. Bugün Mac'te bile bir robot politikası eğitebilirsiniz. **BİRİNCİL**
- Yazılımcının işi tam da darboğazlarda:** güvenilirlik, gerçek dünya verisi, otonomi, simülasyon ve filo yönetimi. **YAZARIN ANALİZİ**

2. Pazar ve sahadaki durum

Gerçekleşen veriler

GÖSTERGE	DEĞER	KAYNAK
2025'te kurulan endüstriyel robot	600.000+ (yıllık +%11)	IFR World Robotics 2026, 24 Eyl 2026 BİRİNCİL
Fabrikalarda çalışan toplam robot	5 milyon (rekor, +%9)	IFR, 24 Eyl 2026 BİRİNCİL
Çin'deki kurulum (2025)	354.000 · dünyanın %59'u · %55'i yerli üretici	IFR Çin bülteni, 24 Eyl 2026 BİRİNCİL
Çin için beklenti	2029'a kadar yıllık ortalama %5-10 büyüme	IFR, 24 Eyl 2026 BİRİNCİL
Robot yoğunluğu (imalat, 10.000 çalışan başına, 2024 verisi)	Dünya 132 · Güney Kore 1.220 · Almanya 449	IFR, Nis 2026 BİRİNCİL

Tahminler

- **Goldman Sachs'ın yayımlanmış tahmini (Şubat 2024):** insansı robot pazarı 2035'te 38 milyar dolar, yaklaşık 1,4 milyon adet. **BİRİNCİL**
- **Eylül 2026 güncellemesi:** Haberlere göre Goldman tahminini 2035 için yaklaşık 6,5 milyon adete ve 138 milyar dolara çıkardı (2030 için ~256.000'den ~890.000'e). Notun kamuya açık bir sürümünü bulamadım; rakamlar haberlerden aktarılmıştır. **İKİNCİL**
- **Dünya Ekonomik Forumu, Future of Jobs 2025 (Ocak 2025):** 2030'a kadar 170 milyon iş oluşacak, 92 milyon iş ortadan kalkacak (net +78 milyon). İşverenlerin %58'i robot ve otonom sistemlerin, %86'sı yapay zekânın işlerini dönüştüreceğini bekliyor. Mevcut becerilerin %39'u değişecek; yazılım ve uygulama geliştiriciler en hızlı büyüyen meslekler arasında. **BİRİNCİL**

Okuma notu **YAZARIN ANALİZİ**: Endüstriyel robot pazarı gerçek ve büyüyor. İnsansı robot rakamları ise tahmin; aradaki fark güvenilirlik, veri ve maliyet sorunlarının ne kadar hızlı çözüleceğine bağlı. Bu sorunların çoğu yazılım işidir.

3. 2025–2026'nın önemli gelişmeleri

Her madde için: ne oldu, nasıl çalışıyor, siz bugün ne yapabilirsiniz.

Açık modeller (indirip deneyebilirsiniz)

NVIDIA Isaac GR00T N1.7 · 17 Nisan 2026 **BİRİNCİL** 3 milyar parametrelili, açık bir görsel-dil-eylem (VLA) modeli: kamera görüntüsü ve talimatı alır, robot eklemleri için komut üretir. Yaklaşık 20.854 saatlik insan bakış açısı videosuyla ön eğitilmiş; 22 serbestlik dereceli ellerde parmak düzeyinde kontrol yapabiliyor. *Siz ne yapabilirsiniz:* Kod Apache 2.0; N1.7 ağırlıkları NVIDIA Open Model License ile ticari kullanıma açık. İnce ayar (fine-tuning) için NVIDIA GPU gerekir. Not: N1.6 model kartı ticari olmayan bir lisansa bağlantı veriyor; ticari projede lisansı ayrıca kontrol edin.

NVIDIA Cosmos 3 · 31 Mayıs 2026 **BİRİNCİL** Fiziksel yapay zekâ için "dünya modeli" ailesi: gerçekçi sentetik video ve senaryo üreterek robot eğitimi için veri çoğaltır. Super (64B), Nano (16B) ve Edge (4B) boyutları var; Nano ağırlıkları Hugging Face'te ticari kullanıma açık lisansla (OpenMDW 1.1) yayında. *Siz ne yapabilirsiniz:* build.nvidia.com üzerinden tarayıcıda denemek; yerelde çalıştırmak için güçlü NVIDIA GPU.

Physical Intelligence $\pi 0$ / $\pi 0.5$ (openpi) · 2025 **BİRİNCİL** Farklı robotlarda çalışabilen genel amaçlı VLA modelleri. $\pi 0$ ve $\pi 0$ -FAST Şubat 2025'te açık kaynak oldu; $\pi 0.5$ Nisan 2025'te duyuruldu, ağırlıkları Eylül 2025'te openpi'de yayımlandı (Apache 2.0). Şirket Nisan 2026'da $\pi 0.7$ 'yi tanıttı, Ekim 2026'da ince ayar ve barındırma sunan Pi API'yi beta olarak açtı; bu yeni modeller için yayımlanmış açık ağırlık bulamadım. *Siz ne yapabilirsiniz:* $\pi 0/\pi 0.5$ ağırlıklarını openpi veya LeRobot üzerinden kullanmak.

Hugging Face LeRobot · v0.6.1, Ağustos 2026 **BİRİNCİL** Robot öğrenmesi için açık kaynak kütüphane (Apache 2.0). Hazır politikalar (ACT, Diffusion Policy), açık VLA modelleri (SmoIVLA, $\pi 0$ / $\pi 0.5$, GR00T N1.7), simülasyon ortamları ve ucuz donanım desteği bir arada. SmoIVLA (Haziran 2025) yaklaşık 450 milyon parametre; tek tüketici GPU'sunda veya MacBook'ta eğitilebiliyor. *Siz ne*

yapabilirsiniz: Bugün, donanımsız, Mac'te simülasyonda politika eğitmek (Bölüm 7, 1. hafta). Donanıma geçmek isterseniz SO-101 kolunun parça maliyeti lider + takipçi çift için yaklaşık 226 €.

Geliştiriciye API ile açık olanlar

Google DeepMind Gemini Robotics 2 ailesi · 30 Temmuz 2026 **BİRİNCİL** Üç model: Gemini Robotics 2 (insansı robotlarda tüm vücut kontrolü yapan VLA), Gemini Robotics ER 2 (planlama ve uzamsal akıl yürütme) ve On-Device 2 (internetsiz, robot üzerinde çalışan sürüm). *Siz ne yapabilirsiniz:* Yalnızca **ER 2** herkese açık: Gemini API'de `gemin-robotics-er-2-preview` (gerçek zamanlı kullanım için `gemin-robotics-er-2-streaming-preview`) adıyla önizlemede. Nesneyi işaret etme, sınırlayıcı kutu, yörünge ve çok adımlı görev planı üretir. VLA ve On-Device modelleri yalnızca erken erişim ortaklarına açık. Eski `gemin-robotics-er-1.6-preview` 31 Ağustos 2026'da kullanımdan kaldırıldı ve artık kapalı.

Altyapı

Newton fizik motoru · 29 Eylül 2025 **BİRİNCİL** Disney Research, Google DeepMind ve NVIDIA'nın birlikte geliştirip Linux Foundation'a devrettiği GPU hızlandırmalı, açık kaynak (Apache 2.0) fizik motoru. Duyuruda beta olarak tanımlandı. Arka planda MuJoCo Warp kullanıyor. CPU'da da çalışır (macOS'ta yalnızca CPU); hız için NVIDIA GPU gerekir.

NVIDIA Jetson AGX Thor · 25 Ağustos 2025 **BİRİNCİL** Robot üzerinde yapay zekâ çalıştırmak için bilgisayar: 128 GB bellek, geliştirici kiti 3.499 \$'dan başlıyor. Büyük VLA modellerini robotun içinde çalıştırmayı hedefliyor.

Kapalı sistemler (izlemekte fayda var)

- **Boston Dynamics Atlas, ürün sürümü · 5 Ocak 2026** **BİRİNCİL**: 56 serbestlik derecesi, 50 kg taşıma kapasitesi, bataryasını kendi değiştiriyor. 2026 üretimi Hyundai ve Google DeepMind'a ayrıldı; yeni müşteriler 2027 başından itibaren.
- **Figure Helix 02 · 27 Ocak 2026** **BİRİNCİL**: Tüm vücudu kamera görüntüsünden kontrol eden tek sinir ağı; 1 kHz denge katmanı, 200 Hz hareket katmanı ve yavaş anlam katmanından oluşuyor. API veya ağırlık yok.
- **AgiBot World** **BİRİNCİL**: 100 robottan 1 milyonu aşkın hareket kaydı içeren açık veri seti. Lisansı **ticari olmayan kullanım** (CC BY-NC-SA 4.0); ticari projede kullanılamaz.
- Tesla Optimus için resmî kaynakta üretim rakamı bulamadığım için bu rehberde almadım.

4. Bir robotun yazılım mimarisi

KATMAN	NE YAPAR	ÖRNEK TEKNOLOJİLER
Algılama	Kamera, lidar ve sensör verisini anlamlandırır	OpenCV, YOLO, nokta bulutu, sensör füzyonu

KATMAN	NE YAPAR	ÖRNEK TEKNOLOJİLER
Akıl yürütme ve planlama	Görevi adımlara böler, nereye gidileceğine karar verir	LLM / Gemini Robotics-ER, Nav2, MoveIt 2
Politika (VLA)	Görüntü ve talimattan doğrudan hareket üretir	GR00T, $\pi 0/\pi 0.5$, SmoIVLA, ACT
Kontrol ve gömülü	Motorları gerçek zamanlı ve güvenli sürer	C++, gerçek zamanlı Linux, mikrodenetleyici, ros2_control
Ara katman	Parçaları birbirine bağlar	ROS 2 (düğüm, topic, servis, action)
Simülasyon ve veri	Donanımsız dener, eğitim verisi üretir	Gazebo, MuJoCo, Isaac Sim/Lab, Cosmos
Filo ve operasyon	Çok robotu izler, günceller, raporlar	rosbridge, Foxglove, MQTT, Open-RMF, Kubernetes

YAZARIN ANALİZİ Klasik yapıda her katman ayrı yazılır. Yeni eğilimde politika katmanı (VLA) algılama ile kontrolü tek modelde birleştiriyor. Ama güvenlik, gerçek zamanlı kontrol, veri hattı ve filo yönetimi hâlâ klasik yazılım mühendisliği işi.

5. Araç karşılaştırması

✓ resmî destek · ~ çalışır ama ek yol gerekir · × desteklenmiyor

ARAÇ	NE İÇİN	LİSANS · MALİYET	LINUX	WINDOWS	APPLE SİLİCON MAC	DONANIM
ROS 2 Jazzy (LTS, Mayıs 2029'a kadar)	Robot yazılımı ara katmanı	Açık kaynak · ücretsiz	✓ Ubuntu 24.04	✓	~ RoboStack veya Ubuntu sanal makine	Sıradan bilgisayar
ROS 2 Lyrical (LTS, Mayıs 2031'e kadar)	Aynı, en yeni LTS	Açık kaynak · ücretsiz	✓ Ubuntu 26.04	✓ Windows 11	~ aynı	Sıradan bilgisayar
Gazebo Harmonic / Jetty	3D robot simülasyonu	Açık kaynak · ücretsiz	✓	~ deneysel (Jetty)	~ Homebrew, "en iyi çaba" desteği (Sequoia arm64 için hazır paket)	Masaüstü bilgisayar
MoveIt 2	Robot kolu hareket planlama	BSD-3 · ücretsiz	✓	✓	~ sanal makine	Sıradan bilgisayar

ARAÇ	NE İÇİN	LİSANS · MALİYET	LINUX	WINDOWS	APPLE SILICON MAC	DONANIM
MuJoCo 3.x	Hızlı fizik simülasyonu, RL	Apache 2.0 · ücretsiz	✓	✓	✓ pip install mujoco	CPU yeterli; GPU sürümü (MuJoCo Warp) NVIDIA ister
LeRobot 0.6	Robot öğrenmesi, VLA, veri seti	Apache 2.0 · ücretsiz	✓	✓	✓ MPS ile	Mac/CPU ile başlanır; büyük eğitim için GPU
Webots R2025a	Eğitim odaklı simülatör	Apache 2.0 · ücretsiz	✓	✓	✓	Sıradan bilgisayar · 2025'ten beri kararlı sürüm yok
Isaac Sim 6.x	Fotogerçekçi simülasyon, sentetik veri	Kod Apache 2.0 + Omniverse şartları · ücretsiz	✓	✓	×	Şart: RTX 4080 / 16 GB VRAM, 32 GB RAM (en az)
Isaac Lab 3.0 (erken erişim)	GPU'da paralel RL ve taklit öğrenmesi	BSD-3 · ücretsiz	✓	✓	×	Isaac Sim ile aynı
OpenCV 5.0	Görüntü işleme	Apache 2 · ücretsiz	✓	✓	✓	Sıradan bilgisayar
Foxglove	Robot verisi görselleştirme	Kapalı kaynak · ücretsiz plan (3 kullanıcı)	✓	✓	✓	Tarayıcı veya masaüstü

Apple Silicon Mac kullananlar için özet [YAZARIN ANALİZİ](#)

- **Doğrudan çalışır:** MuJoCo, LeRobot (MPS), OpenCV, Webots, Foxglove. Gazebo da Homebrew ile kurulur ama macOS desteği "en iyi çaba" düzeyinde.
- **Ek yol gerekir:** ROS 2 macOS'ta yalnızca "Tier 3" (topluluk desteği). En az sorunlu yol, UTM veya Parallels ile **Ubuntu 24.04 arm64 sanal makine**. Alternatifi RoboStack (conda/pixi; macOS 14+). Arayüz gerektirmeyen işler için Docker yeterli.
- **NVIDIA GPU şart:** Isaac Sim, Isaac Lab, GR00T ince ayarı, Cosmos'un yerel kullanımı, MuJoCo Warp/Playground. Mac'iniz varsa bunlar için bulut GPU kiralamak gerekir.

Hangi sürümle başlamalı? Gazebo'nun resmî belgesi yeni kullanıcılara **ROS 2 Lyrical + Gazebo Jetty** (Ubuntu 26.04, desteği 2031'e kadar) öneriyor; Ubuntu 26.04'e geçemeyenler için **Jazzy + Harmonic** (2029'a kadar). [BİRİNCİL](#) Benim önerim: eğitim ve örnek projeleri takip ederek öğrenecekseniz Jazzy + Harmonic ile başlayın, çünkü TurtleBot3 gibi örneklerin çoğu henüz bu ikiliye göre yazılmış; yeni bir ürün geliştiriyorsanız Lyrical + Jetty seçin. Desteği Kasım 2026'da biten Kilted ve Aralık 2026'da biten Gazebo Ionic ile yeni proje başlatmayın. [YAZARIN ANALİZİ](#)

6. Üç uygulanabilir proje

Üçü de **donanımsız**, tamamen simülasyonda yapılabilir. Süreler deneyimli bir yazılımcı için tahminimdir

YAZARIN ANALİZİ.

Proje 1 • Kamerayla nesne bulan robot • Başlangıç

- **Ön koşul:** Python, temel Linux komut satırı, Ubuntu 24.04 üzerinde ROS 2 Jazzy ve `ros-jazzy-ros-gz` (Gazebo Harmonic ile gelir). Mac'te Ubuntu 24.04 arm64 sanal makine.
- **Teknolojiler:** ROS 2 Jazzy, Gazebo Harmonic, TurtleBot3 Waffle simülasyonu, `ros_gz_image`, `cv_bridge` + OpenCV, `yolo_ros`.
- **Süre:** 2-4 gün.

1) TurtleBot3 simülasyonunu kurun ve açın

```
mkdir -p ~/turtlebot3_ws/src && cd ~/turtlebot3_ws/src
git clone -b jazzy https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_msgs.git
git clone -b jazzy https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3.git
git clone -b jazzy https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_simulations.git
cd ~/turtlebot3_ws && rosdep install --from-paths src --ignore-src -r -y
colcon build --symlink-install && source install/setup.bash
export TURTLEBOT3_MODEL=waffle
ros2 launch turtlebot3_gazebo turtlebot3_world.launch.py
```

2) Kamerayı kontrol edin. Waffle ve Waffle Pi modellerinde kamera var; Burger'da yok. Jazzy dalındaki başlatma dosyası kamerayı `ros_gz_image` ile otomatik olarak ROS 2'ye aktarır. Ayrıca köprü kurmanız gerekmez. Görüntünün geldiğini `ros2 topic hz /camera/image_raw` ile doğrulayın.

3) OpenCV düğümü yazın. `/camera/image_raw` topic'ine abone olun, görüntüyü `cv_bridge` ile OpenCV'ye çevirin, önce basit bir renk tespiti yapın.

4) YOLO'ya geçin. `yolo_ros` 'u aynı çalışma alanına klonlayıp `rosdep install` ve `colcon build` ile derleyin. Varsayılan ayar dosyası farklı bir kamera topic'i (`/camera/rgb/image_raw`) ve derinlik kamerası bekliyor. `yolo_bringup/config/yolo.yaml` dosyasını kopyalayıp şunları değiştirin:

- `rgb_topic:` `/camera/image_raw`
- `depth_topic` ve `depth_info_topic` satırlarını silin, `plugins` listesinden `detection3d` 'yi çıkarın
- GPU yoksa `provider:` `cpu`

```
ros2 launch yolo_bringup yolo.launch.py params_file:=$HOME/tb3_yolo.yaml
ros2 topic list | grep detections
```

5) Davranış ekleyin. Hedef sınıf görülünce robotu ona çevirin ve yaklaştırın, belirli mesafede durdurun. **Dikkat:** Jazzy'de TurtleBot3 /cmd_vel için geometry_msgs/TwistStamped bekliyor; düz Twist yayınlarsanız robot hareket etmez.

6) Görselleştirin: `ros2 launch turtlebot3_bringup rviz2.launch.py` , algılama görüntüsünü Image paneliyle ekleyin.

Beklenen sonuç: Simülasyondaki robot hedef nesneyi kutu içine alır, ona doğru gider ve durur. **Lisans notu:** yolo_ros MIT lisanslı; Ultralytics YOLO modelleri ve ağırlıkları AGPL-3.0. Ticari üründe bu fark önemlidir. **Doğrulama durumu:** Komutlar ve dosya adları, ROBOTIS rehberinin Jazzy bölümü ile `turtlebot3_simulations` , `turtlebot3` ve `yolo_ros` depolarının güncel dallarındaki dosyalarla karşılaştırıldı (29 Ekim 2026). Bu rehber hazırlanırken ROS 2/Gazebo ortamında **çalıştırılmadı**. `yolo_ros` aktif olarak geliştiriliyor; ayar dosyası biçimi değişebilir, deponun README'sini esas alın.

Başlangıç bağlantıları: [TurtleBot3 simülasyon rehberi \(ROBOTIS\)](#) · [turtlebot3_simulations](#), jazzy dalı · [ros_gz \(Jazzy + Harmonic\)](#) · [Gazebo–ROS 2 entegrasyonu](#) · [yolo_ros](#) · [cv_bridge \(vision_opencv\)](#) · [ros_gz_project_template](#)

Proje 2 · Doğal dil komutuyla çalışan robot · Orta

- **Ön koşul:** ROS 2 temelleri (topic, servis), bir LLM API anahtarı (ücretli olabilir).
- **Teknolojiler:** `turtlesim` → TurtleBot3 simülasyonu, ROS 2 Python düğümü, LLM fonksiyon çağırma (function calling), isteğe bağlı Gemini Robotics-ER 2.
- **Süre:** 1–3 gün.

Adımlar

1. `turtlesim` ile başlayın (`ros2 run turtlesim turtlesim_node`): `/turtle1/cmd_vel` topic'ini ve `/turtle1/teleport_absolute` servisini tanıyın.
2. LLM için araçlar (tool) tanımlayın: `ilerle(hiz, sure)` , `don(aci)` , `konum_oku()` .
3. Bir ROS 2 düğümü yazın: kullanıcının cümlesini LLM'e gönderip dönen araç çağrılarını ROS 2 komutlarına çevirsin.
4. **Güvenlik katmanı ekleyin:** hız ve süreye üst sınır koyun, yalnızca izin verilen araçları çalıştırın, her çağrıyı kaydedin.
5. Proje 1'deki TurtleBot3 simülasyonuna geçin (`/cmd_vel` burada `TwistStamped`); "en yakın engel kaç metre?" sorusunu yanıtlamak için `/scan` lidar verisini okuyan bir araç ekleyin.
6. İsteğe bağlı: Proje 1'deki kamera karesini Gemini Robotics-ER 2'ye gönderin ("soldaki kutuyu işaretle"), dönen koordinatı yön komutuna çevirin.

Beklenen sonuç: "Bir kare çiz" veya "soldaki kutuya git" yazarsınız; robot simülasyonda bunu yapar ve her adım kayda geçer. **Referans projeler:** NASA JPL'in ROSA'sı (Apache 2.0) iyi bir mimari örnek. Dikkat: hazır `turtlesim` demosu şu an ROS 1 için, ROS 2 demosu planlanıyor. ROS-LLM yalnızca Humble'da çalışıyor; fikir için okunmalı. **Doğrulama durumu:** Bu proje için hazır bir komut seti verilmedi, çünkü düğümü siz yazıyorsunuz. Referans projelerin desteklediği sürümler depolarından kontrol edildi; çalıştırılmadı.

Başlangıç bağlantıları: [ROSA](#) · [ROS-LLM](#) · [Gemini Robotics-ER belgeleri](#) · [Gemini Cookbook](#) (robotik örneği ER 1.5 ile yazılmış; model adını ER 2 ile değiştirin)

Proje 3 · Robot filo izleme paneli · Orta

- **Ön koşul:** React ve Python (FastAPI), WebSocket.
- **Teknolojiler:** Birden çok simüle robot, `rosbridge_suite` veya `foxglove_bridge`, FastAPI, React + `roslib`, isteğe bağlı MQTT (`mqtt_client`).
- **Süre:** 3–5 gün (çalışan bir MVP).

Adımlar

1. 2–3 robotu ayrı isim alanlarıyla (namespace) başlatın; en kolayı birden çok turtlesim kaplumbağası.
2. Köprüleri kurun ve çalıştırın:

```
sudo apt install ros-jazzy-rosbridge-suite ros-jazzy-foxglove-bridge ros-jazzy-mqtt
ros2 launch rosbridge_server rosbridge_websocket_launch.xml # ws://localhost:9090
ros2 launch foxglove_bridge foxglove_bridge_launch.xml      # ws://localhost:8765
```

1. Önce Foxglove ile `ws://localhost:8765` 'e bağlanıp bütün topic'leri görsel olarak inceleyin.
2. FastAPI ile bir toplayıcı servis yazın: `rosbridge`'e bağlanıp konum, hız ve "son sinyal zamanı" verisini normalize etsin, PostgreSQL veya SQLite'a yazsın, tarayıcıya WebSocket ile göndersin.
3. React'te paneli kurun (`npm install roslib`): haritada robot konumları, uyarı listesi (sinyal kesildi, düşük batarya), "dur" düğmesi.
4. Uzak ağdaki robotları taklit etmek için `mqtt_client` ve bir MQTT broker ekleyin.
5. Filo yönetiminin profesyonel örneği olarak Open-RMF'in görev dağıtma ve filo adaptörü yapısını inceleyin.

Beklenen sonuç: N robotun canlı durumunu, uyarılarını ve temel uzaktan komutlarını gösteren bir web paneli. Bölüm 9'daki iş fikrinin ilk prototipi de bu. **Lisanslar:** `rosbridge_suite` BSD-3, `roslib` (npm) BSD-2, `foxglove_bridge` MIT, `mqtt_client` MIT, Open-RMF Apache 2.0. Foxglove uygulamasının kendisi kapalı kaynak, ücretsiz planı var. **Doğrulama durumu:** Başlatma dosyası adları ve varsayılan portlar (9090, 8765) depoların güncel dallarından kontrol edildi. `apt` paket adları ROS'un standart adlandırmasına göre yazıldı; paketlerin Jazzy için yayımlandığı ROS Index'te görüldü. Komutlar bu rehber hazırlanırken **çalıştırılmadı**.

Başlangıç bağlantıları: [rosbridge_suite](#) · [roslibjs](#) · [foxglove_bridge](#) belgesi · [foxglove_bridge](#) (`foxglove-sdk`) · [mqtt_client](#) · [Open-RMF](#)

7. 30 günde ilk robotik projeniz

HAFTA	HEDEF	SOMUT ÇIKTI
1	Mac'te veya PC'de, kurulumlu ısıma: LeRobot ile simülasyonda politika eğitimi	PushT ortamında eğitilmiş küçük bir model ve eğitim grafiği
2	ROS 2 Jazzy + Gazebo kurulumu, resmî başlangıç eğitimleri	Kendi yazdığınız iki düğümün haberleştiği bir paket
3	Proje 1	Nesne bulup ona giden simüle robot
4	Proje 2 veya 3 (ilginize göre) + yayın	GitHub deposu, kısa video ve "neyi neden yaptım" yazısı

1. hafta komutları (Apple Silicon dahil):

```
conda create -y -n lerobot python=3.12 && conda activate lerobot
pip install 'lerobot[training,diffusion,pusht]'
lerobot-train --policy.type=diffusion --dataset.repo_id=lerobot/pusht \
  --env.type=pusht --policy.device=mps --policy.push_to_hub=false \
  --steps=20000 --output_dir=outputs/pusht_diffusion
```

- policy.push_to_hub=false **zorunlu**: LeRobot varsayılan olarak eğitilen modeli Hugging Face'e yüklemeye çalışır ve bu parametre olmadan depo adı istediği için hata verir.
- Mac dışında --policy.device=cuda kullanın. Tam eğitim 200 bin adım; Mac'te kısa bir eğitimle başlayın veya hazır lerobot/diffusion_pusht modelini değerlendirin.
- Doğrulama durumu**: LeRobot 0.6.1 Linux'ta (CPU) kurularak paket grupları (training , diffusion , pusht) ve bütün parametreler doğrulandı; komut ayar kontrolünü geçti. Veri seti indirme ve gerçek eğitim bu ortamda **çalıştırılmadı**; Apple Silicon (MPS) üzerinde **test edilmedi**, MPS desteği LeRobot'un resmî belgesine dayanıyor.
- Komut biçimi sürümle değişebilir; [LeRobot kurulum belgesini](#) ve [diffusion_pusht model kartını](#) esas alın.

8. Kariyer geçiş haritası YAZARIN ANALİZİ

BUGÜNKÜ UZMANLIĞINIZ	ROBOTİKTE YÖNELECEĞİNİZ ALAN	ÖĞRENMENİZ GEREKEN SOMUT TEKNOLOJİLER	İLK ADIM
Python	Algılama, robot öğrenmesi, araç yazılımı	ROS 2 (rclpy), OpenCV, PyTorch, LeRobot	Proje 1 + 1. hafta
C++	Kontrol, hareket planlama, performans kritik düğümler	ROS 2 (rclcpp), ros2_control, MoveIt 2, Eigen	MoveIt 2 eğitimleri

BUGÜNKÜ UZMANLIĞINIZ	ROBOTİKTE YÖNELECEĞİNİZ ALAN	ÖĞRENMENİZ GEREKEN SOMUT TEKNOLOJİLER	İLK ADIM
Frontend	Operatör arayüzleri, teleoperasyon, izleme panelleri	roslibjs, WebSocket, Three.js/URDF görselleştirme, Foxglove eklentileri	Proje 3'ün arayüzü
Backend	Filo yönetimi, görev dağıtma, veri hatları	FastAPI/Go, MQTT, PostgreSQL/zaman serisi DB, Open-RMF	Proje 3'ün servisi
AI/ML	VLA ince ayarı, taklit ve pekiştirmeli öğrenme, değerlendirme	LeRobot, openpi, GR00T, MuJoCo, Isaac Lab (NVIDIA GPU)	SmolVLA veya $\pi 0$ ince ayarı
Gömülü	Motor sürücüleri, sensör arayüzleri, robot üstü bilgi işlem	micro-ROS, gerçek zamanlı Linux, CAN, Jetson	SO-101 kolu (Feetech servolar) ile LeRobot
DevOps	Robot filosu dağıtımı, OTA güncelleme, simülasyon CI'ı	Docker, Kubernetes, ROS 2 CI, Gazebo/MuJoCo ile otomatik test	Proje 1'i Docker'da otomatik test eden bir CI hattı

Not: En hızlı geçiş, bildiğiniz işi robotik bağlamda yapmaktır. Bir frontend geliştiricisinin önce C++ kontrol yazılımı öğrenmesi gerekmez; operatör paneli de robot yazılımıdır.

9. Girişimci gözüyle fırsatlar [YAZARIN ANALİZİ](#)

Örnek: Robot filo izleme SaaS'ı

- **Problem:** Bir depoda veya fabrikada farklı markalardan 20–50 robot çalışıyor. Her üreticinin ayrı paneli var; yönetici arızaları, duruş sürelerini ve verimliliği tek ekranda göremiyor.
- **Çözüm:** Robotlardan veri toplayan (ROS 2, MQTT veya üretici API'leri), tek panelde gösteren, arızayı önceden uyarın bir platform.
- **Teknoloji:** Proje 3'ün mimarisi + zaman serisi veritabanı + anomali tespiti (basit istatistikle başlayıp model ekleyerek).
- **İş modeli:** Kurulum/entegrasyon ücreti + robot başına aylık abonelik.
- **Neden küçük ekip için uygun:** Robot üretmek gerekmiyor; değer entegrasyon ve yazılımda. Her yıl 600.000'i aşan yeni robot kuruluyor (IFR); farklı markalardan oluşan filolar büyüdükçe tek panel ihtiyacı da büyüyor.

Diğer alanlar

- **Entegrasyon:** Hazır robotları KOBİ süreçlerine uyarlamak (yazılım + kurulum hizmeti).
- **Simülasyon hizmeti:** Yatırımdan önce bir hattı sanal ortamda deneyip maliyet ve verim çıkarmak.

- **Veri hizmeti:** Robot eğitimi için gerçek dünyadan veri toplama, etiketleme ve kalite kontrol. Lisanslara dikkat: bazı büyük veri setleri ticari kullanıma kapalı.

Kaynaklar

Birincil kaynaklar (kurumların kendi yayınları)

- IFR · Five million robots now operate in factories globally (24 Eyl 2026)
- IFR · World Robotics 2026 Çin bülteni (24 Eyl 2026, PDF)
- IFR · Robot Density Surges in Europe, Asia and Americas (Business Wire, 8 Nis 2026)
- Goldman Sachs · The global market for robots could reach \$38 billion by 2035 (27 Şub 2024)
- World Economic Forum · Future of Jobs Report 2025 basın bülteni (Ocak 2025)
- World Economic Forum · Future of Jobs Report 2025 özet
- NVIDIA · GR00T N1.7 (Hugging Face blog, 17 Nis 2026) · Isaac-GR00T GitHub · GR00T N1.7 model kartı
- NVIDIA · Cosmos 3 duyurusu (31 May 2026) · Cosmos 3 Nano model kartı
- NVIDIA · Jetson Thor now available (25 Ağu 2025)
- Linux Foundation · Newton duyurusu (29 Eyl 2025) · Newton GitHub
- Google DeepMind · Gemini Robotics 2 (30 Tem 2026) · Gemini API robotik belgeleri
- Physical Intelligence · blog ($\pi 0$, $\pi 0.5$, $\pi 0.7$, Pi API) · openpi GitHub
- Hugging Face · LeRobot GitHub · SmolVLA (3 Haz 2025) · SO-101 belgeleri
- Boston Dynamics · New Atlas (5 Oca 2026)
- Figure · Helix 02 (27 Oca 2026)
- AgiBot World GitHub (veri seti ve lisans)
- Araç belgeleri: ROS 2 platform desteği (REP 2000) · ROS 2 Lyrical Luth duyurusu (22 May 2026) · RoboStack · Gazebo sürümleri · Gazebo-ROS 2 sürüm eşleşmesi · MoveIt 2 kurulum · Isaac Sim gereksinimleri · Isaac Lab · MuJoCo · Webots · OpenCV lisansı · Foxglove fiyatlandırma

İkincil kaynaklar (haber)

- 24/7 Wall St. · Goldman Sachs now sees 6.5 million humanoid robots by 2035 (13 Eyl 2026)
- humanoid.guide · Goldman raises 2035 humanoid robot forecast to 6.5 million (15 Eyl 2026)

Doğrulama notları (29 Ekim 2026)

- **Kesin olmayan veya sınırlı doğrulanan bilgiler:** Goldman Sachs'ın Eylül 2026 rakamları yalnızca haberlerden aktarıldı. $\pi 0.7$ ve Pi API için açık ağırlık bulunamadı. Gemini Robotics-ER 2 ve Isaac Lab 3.0 önizleme/erken erişim aşamasında, değişebilir. Newton duyuruda beta olarak tanımlandı. SO-101 maliyeti yalnızca parça bedeli; kargo ve vergi hariç.
- **Komutlar:** Bölüm 6–7'deki komutlar resmî belgeler ve depoların güncel dallarındaki dosyalarla karşılaştırıldı. Yalnızca LeRobot eğitim komutunun parametreleri kurulum yapılarak doğrulandı; ROS 2, Gazebo ve köprü komutları bu rehber hazırlanırken çalıştırılmadı.
- **Bağlantılar:** Bütün GitHub depoları ve belirtilen dallar 29 Ekim 2026'da erişilebilir durumdaydı.

Yazarın analizi

Bölüm 2'deki okuma notu, Bölüm 4'ün yorum kısmı, Bölüm 5'teki öneriler, proje süreleri ve Bölüm 8–9, mekatronik mühendisi ve yazılımcı olarak benim değerlendirmemdir.

Rakamlar kurumların kendi rapor ve tahminleridir; tahminlerin gerçekleşme garantisi yoktur. Bu rehber yatırım tavsiyesi değildir; hisse veya şirket önerisi içermez. Yazılım sürümleri ve lisanslar sık değişir; kullanmadan önce bağlantılardaki güncel belgeleri kontrol edin. Son güncelleme: 29 Ekim 2026.

Sultan Murat Ebeş · JuniusTech · tekno-trend.com