



GUARDIANBOT

Otonom Güvenlik ve Devriye Robotu

URDF Tabanlı Mobil Robot Modelleme Projesi

- ◆ Diferansiyel Tahrik Sistemi
- ◆ 3 Seviyeli Sensör Mastı
- ◆ 20+ Sensör Mimarisi
- ◆ Profesyonel URDF Modeli
- ◆ 43 Link Yapısı
- ◆ Gerçekçi 3D Mesh Dosyaları

Proje: Otonom Kampüs Güvenlik Robotu

Ders: Robotik Sistemler

Tarih: 01.12.2025

İÇİNDEKİLER

1. Devriye ve Güvenlik Senaryosu	3
2. Mekanik Platform ve Gövde Geometrisi	5
3. Sensör ve Aktüatör Mimarisi	7
4. Mast Yapısı ve Yükseklik Katmanları	10
5. URDF DOM Yapısı	12
6. GörSEL ve Çarpışma Modellerinin Ayırımı	14
7. Araştırma ve Öğrenme Süreci	16
8. Sonuç ve Değerlendirme	18

1. DEVRİYE VE GÜVENLİK SENARYOSU

Proje Tanımı

GuardianBot, kapalı bina ve kampüs ortamlarında otonom devriye görevi yapan, çoklu sensör mimarisi ile çevre izleme ve güvenlik değerlendirmesi gerçekleştiren gelişmiş bir mobil robot platformudur. Robot, 7/24 kesintisiz çalışma kapasitesine sahip olup, insan operatörlere destek sağlayarak güvenlik açılarını minimize etmeyi hedefler.

7/24

20+ adet

360°

1.5 m/s

Kesintisiz Çalışma

Sensör Sayısı

Algılama Açısı

Max Hız

► Operasyon Ortamı

GuardianBot, iç mekan güvenlik devriyesi için özel olarak tasarlanmıştır. Robot, ofis binaları, hastaneler, üniversite kampüsleri, alışveriş merkezleri ve endüstriyel tesislerde etkin bir şekilde görev yapabilecek kapasitededir. Diferansiyel tıkanık sistemi sayesinde dar koridorlarda manevra yapabilir, yerinde dönüş gerçekleştirilebilir ve engelleri hassas bir şekilde algılayarak güvenli navigasyon sağlayabilir.

Parametre	Değer / Açıklama
Ortam Tipi	Kapalı bina (ofis, depo, hastane), yarı-açık kampüs alanları
Zemin Yapısı	Düz beton, seramik, halı kaplı yüzeyler
Koridor Genişliği	Minimum 1.2m (robot genişliği 67cm)
Çalışma Sıcaklığı	0°C - 45°C arası
Aydınlatma	Normal iç mekan aydınlatması + karanlık ortam desteği
Engeller	Mobilya, insan, kapı, merdiven girişleri
Çalışma Süresi	8+ saat (tek şarj ile)

► İzlenen Güvenlik Riskleri

GuardianBot, devriye sırasında çeşitli güvenlik risklerini tespit etmek ve raporlamak üzere tasarlanmıştır. Çoklu sensör mimarisi sayesinde farklı fiziksel büyüklükleri eş zamanlı olarak izleyebilir ve potansiyel tehditleri erken aşamada belirleyebilir.

Risk Kategorisi	Algılama Yöntemi	Sensör
Yangın/Duman	Duman sensörü ile erken tespit, termal kamera ile sıcak nokta izleme	MQ-2, FLIR

Gaz Sızıntısı	CO ₂ ve tehlikeli gaz sensörleri ile ortam izleme	MH-Z19
İzinsiz Giriş	Hareket algılama, kamera sistemi ile görsel izleme	PIR, RGB Kamera
Anormal Sıcaklık	Termal kamera ile ekipman aşırı ısınma tespiti	Termal Kamera
Karanlık Alanlar	IR aydınlatma ve gece görüşü kamerası	IR LED, Depth Cam
Açık Kapı/Pencere	Derinlik kamerası ile durum kontrolü	RealSense D435

► Tipik Devriye Rotası

Robot, önceden tanımlanmış waypoint'ler arasında otonom navigasyon gerçekleştirir. SLAM algoritması ve LiDAR sensörleri kullanılarak dinamik ortam haritalaması yapılır. Tipik bir devriye rotası aşağıdaki adımları içerir:

1. Şarj istasyonundan ayrılma ve başlangıç pozisyon kontrolü
2. Ana koridor boyunca ilerleme (her 10 metrede 360° tarama)
3. Kritik noktalarda durma ve detaylı çevre analizi (kapılar, pencereler)
4. Merdiven ve asansör girişlerinin kontrolü
5. Depo ve teknik alanların termal taraması
6. Anormallik tespit edilirse anlık bildirim gönderme
7. Şarj istasyonuna geri dönüş ve raporlama

Ortalama Devriye Süresi: 45-60 dakika (1500m² alan için)

Waypoint Sayısı: 15-20 kritik kontrol noktası

Günlük Devriye: 8-10 tur

2. MEKANİK PLATFORM VE GÖVDE GEOMETRİSİ

Tasarım Felsefesi

GuardianBot'un mekanik platformu, iç mekan devriye görevleri için optimize edilmiş diferansiyel tahrik sistemine sahiptir. Clearpath Husky UGV'den esinlenen kompakt tasarımları sayesinde dar koridorlarda rahat manevra yapabilir, düşük ağırlık merkezi ise stabil hareket sağlar.

990 mm

Platform Uzunluğu

670 mm

Platform Genişliği

~50 kg

Toplam Ağırlık

4 adet

Tekerlek Sayısı

► Gövde (Chassis) Yapısı

Ana gövde, Clearpath Husky UGV tabanlı sağlam bir yapıya sahiptir. Alüminyum alaşım çerçeve üzerine ABS plastik paneller monte edilmiştir. Gövde, tüm elektronik bileşenleri, bataryaları ve kontrol ünitelerini barındıracak şekilde tasarlanmıştır. IP54 koruma sınıfı ile toz ve su sıçramalarına karşı dayanıklıdır.

Parametre	Değer	Açıklama
Gövde Uzunluğu	990 mm	Koridor geçisi için optimize
Gövde Genişliği	670 mm	Standart kapı genişliğine uygun
Gövde Yüksekliği	250 mm	Düşük ağırlık merkezi
Mast Yüksekliği	~600 mm	3 seviyeli sensör katmanı
Toplam Yükseklik	~1100 mm	Mast dahil
Yer Mesafesi	140 mm	Eşik geçisi desteği
Toplam Kütle	~50 kg	Batarya ve sensörler dahil

► Diferansiyel Tahrik Sistemi

Diferansiyel tahrik sistemi, robotun yerinde dönebilmesi (zero-radius turn) ve hassas manevra yapabilmesi için seçilmiştir. Sistem, iki adet bağımsız tahrikli arka tekerlek ve iki adet serbest dönen (caster) ön tekerlekten oluşmaktadır. Her tahrikli tekerlek, bağımsız bir BLDC motor ile kontrol edilir.

Tekerlek	Tip	Çap	Joint Tipi	Konum
Arka Sol	Tahrikli (Motorlu)	260 mm	Continuous	Arka-Sol
Arka Sağ	Tahrikli (Motorlu)	260 mm	Continuous	Arka-Sağ

<input type="radio"/> Ön Sol	Caster (Sarhoş)	200 mm	Continuous + Yaw	Ön-Sol
<input type="radio"/> Ön Sağ	Caster (Sarhoş)	200 mm	Continuous + Yaw	Ön-Sağ

◆ Caster (Sarhoş) Tekerlek Mekanizması

Ön tekerlekler, gerçek bir caster mekanizması olarak modellenmiştir. Her caster tekerlek iki eklemden oluşur: Dikey eksende (Z) serbest dönüş yapan pivot joint ve yatay eksende (Y) tekerleğin yuvarlanması sağlayan roll joint. Bu yapı, robotun herhangi bir yönde rahatça hareket edebilmesini sağlar.

Bileşen	Joint Tipi	Eksen	Friction
Caster Pivot	Continuous	Z (Yaw)	0.0 (Serbest)
Caster Wheel	Continuous	Y (Roll)	0.0 (Serbest)

► Bumper (Tampon) Sistemi

Güvenlik amaçlı ön ve arka tampon sistemleri tasarlanmıştır. Tamponlar, olası çarpışmalarda kritik sensör ve bileşenleri korur. Modüler yapısı, hasar durumunda kolay değişim imkanı sağlar. Tamponlar aynı zamanda IR sensörler için montaj noktası olarak kullanılmaktadır.

Bumper	Konum	Boyutlar	Sensör Montajı
● Ön Bumper	Şasi Ön (+0.49m)	~600mm x 100mm	3x IR Sensör
● Arka Bumper	Şasi Arka (-0.49m)	~600mm x 100mm	Yedek montaj

► Üst Plaka ve Montaj Noktaları

Gövde üzerine monte edilen üst plaka (top_plate), sensör mastı, kontrol paneli, siren, GPS modülü ve diğer bileşenler için ana montaj platformu olarak görev yapar. Plaka, Husky UGV standart üst plakası baz alınarak tasarlanmıştır. User rail sistemi, ek ekipman montajı için esneklik sağlar.

► Üst Plaka Montaj Noktaları

- ✓ Sensör Mastı - Merkez ön pozisyon (3 seviyeli dikey yapı)
- ✓ Kontrol Paneli - Arka pozisyon (LCD ekran + E-Stop butonu)
- ✓ Siren Ünitesi - Sol üst pozisyon (hoparlör + beacon)
- ✓ GPS Modülü - Arka merkez (uydu bağlantısı için açık konum)
- ✓ Ön Kamera - Sağ ön köşe (geniş açı fisheye lens)
- ✓ User Rail - Opsiyonel ekipman montajı için

3. SENSÖR VE AKTÜATÖR MİMARİSİ

i 🔍 Çoklu Sensör Füzyonu

GuardianBot, devriye ve güvenlik görevlerini etkin şekilde yerine getirebilmek için zengin bir sensör mimarisine sahiptir. Farklı fiziksel büyüklükleri ölçen sensörler, birbirini tamamlayıcı şekilde konumlandırılmıştır. Sensör füzyonu ile güvenilir çevre algılama ve karar verme sağlanır.

20+ adet

Toplam Sensör

4 tip

Kamera Çeşidi

6 adet

IR Sensör

3 adet

Ultrasonik

► GörSEL Sensörler (Kameralar)

Robot üzerinde dört farklı tipte kamera bulunmaktadır. Her kamera, farklı bir algılama ihtiyacını karşılamak üzere seçilmiş ve konumlandırılmıştır. Kameralar, sensör mastı ve gövde üzerinde stratejik noktalara yerleştirilmiştir.

Kamera Tipi	Model/Özellik	Konum	Görev
🕒 RGB Kamera (Sol)	HD 1080p	Sensor Head	Genel izleme, nesne tanıma
🕒 RGB Kamera (Sağ)	HD 1080p	Sensor Head	Stereo görüş, derinlik
⚡ Termal Kamera	FLIR Lepton	Mast Mid	Isı haritası, yanın tespiti
📐 Derinlik Kamerası	Intel RealSense D435	Mast Mid	3D haritalama, engel tespiti
👁 Ön Kamera	Fisheye 180°	Top Plate	Geniş açı görüş, navigasyon

► LiDAR ve Mesafe Sensörleri

360° çevre taraması için LiDAR sensörü kullanılmaktadır. Ayrıca yakın mesafe engel tespiti için IR ve ultrasonik sensörler stratejik noktalara yerleştirilmiştir. Bu sensörler, SLAM algoritması ve engelden kaçınma için kritik veri sağlar.

Sensör Tipi	Adet	Konum	Menzil	Görev
🌐 360° LiDAR	1	Mast Base	12m	SLAM, 360° haritalama
🌐 IR Sensör	3	Ön Bumper	0-80cm	Yakın engel tespiti
○ Ultrasonik	3	Mast Base	20-400cm	Orta mesafe engel
🌐 Proximity	2	Ön Bumper	0-30cm	Çarpışma önleme

► Çevresel Sensörler

Çevresel izleme için sıcaklık, nem, basınç ve gaz sensörleri entegre edilmiştir. Bu sensörler, yangın riski, gaz kaçağı ve anormal çevresel koşulların tespitinde kullanılır. Tüm çevresel sensörler tek bir modül içinde birleştirilmiştir.

Sensör	Ölçüm	Konum	Kullanım
🌡 Sıcaklık/Nem	DHT22	Mast Mid	Ortam izleme
gas CO ₂ /Gaz	MH-Z19	Mast Mid	Gaz kaçağı tespiti
smoke Duman	MQ-2	Mast Top	Yangın erken uyarı
microphone Mikrofon	MEMS Array	Mast Mid	Ses algılama, komut

► Konum ve Hareket Sensörleri

Sensör	Model/Tip	Konum	Görev
gps GPS Modülü	u-blox NEO	Top Plate	Açık alan konum tespiti
gyro IMU	6-DOF	Chassis	Oryantasyon, ivme ölçümü
wifi WiFi Anteni	2.4/5GHz	Sensor Head	Kablosuz iletişim

► Aktüatörler ve Uyarı Sistemleri

Güvenlik ihlali durumunda devreye giren aktüatörler, hem görsel hem de işitsel uyarı sağlar. Acil durdurma butonu, operatörün robotu anında durdurabilmesini sağlayan kritik bir güvenlik elemanıdır.

Aktüatör	Tip	Konum	Özellik
beacon Beacon Light	LED Döner	Sensor Head	Mavi polis ışığı, görsel uyarı
siren Siren/Hoparlör	Piezo 100dB	Top Plate	Sesli uyarı, anons
e-stop E-Stop Butonu	Mushroom	Control Panel	Acil durdurma, güvenlik
lcd LCD Ekran	7" Touch	Control Panel	Durum gösterimi, arayüz
usb USB Portları	USB 3.0 x2	Control Panel	Veri aktarımı, şarj
antenna Anten	Çubuk	Sensor Head	RF iletişim

SENSÖR MİMARİSİ ÖZETİ

- Görsel Sensörler: 5 kamera (RGB, Termal, Derinlik, Fisheye)
- Mesafe Sensörleri: 1 LiDAR + 6 IR + 3 Ultrasonik + 2 Proximity
- Çevresel: Sıcaklık, Nem, CO₂, Duman, Mikrofon
- Konum/Hareket: GPS, IMU, WiFi
- Aktüatörler: Beacon, Siren, E-Stop, LCD, USB

4. MAST YAPISI VE YÜKSEKLİK KATMANLARI

i Çok Katmanlı Algı Sistemi

Devriye ve güvenlik robotlarında, algının farklı yükseklik seviyelerinde yapılması kritik önem taşır. GuardianBot'un 3 segmentli dikey mast yapısı, zemin yakınından tavan seviyesine kadar katmanlı algı sağlar. Her yükseklik katmanı, farklı fiziksel olguları izlemek için optimize edilmiştir.

3 seviye	~600 mm	360°	7+ adet
Mast Katmanı	Mast Yüksekliği	Dönüş Açısı	Mast Sensörü

► Mast Segment Yapısı

Mast, şasi üzerinden yükselen üç ana segmentten oluşur. Her segment, farklı sensör gruplarını taşır ve yapışal dayanıklılık için alüminyum alaşım malzeme kullanır. Segmentler birbirine fixed joint ile bağlıdır, en üstte ise 360° dönen sensor head bulunur.

Segment	Yükseklik	Çap	Bağlı Sensörler
MAST BASE	0 - 240 mm	50 mm	360° LiDAR, Ultrasonik (3x)
MAST MID	240 - 440 mm	40 mm	Derinlik Kamera, Termal Kamera, Çevresel Sensör, Mikrofon
MAST TOP	440 - 600 mm	36 mm	Sensor Head bağlantısı
SENSOR HEAD	600+ mm	100x120 mm	RGB Kameralar (2x), Beacon, Anten

► Yükseklik Katmanlarının Önemi

Her yükseklik katmanı, farklı fiziksel olguları izlemek için optimize edilmiştir. Bu çok katmanlı yaklaşım, tek bir sensör seviyesinden yapılan ölçümlerin yetersiz kalacağı durumları aşmak için tasarlanmıştır.

◆ Katman 1: Zemin Seviyesi (0-30 cm)

Eşikler, kablo kanalları, düşmüş objeler ve zemin engelleri bu seviyede algılanır. IR sensörler ve ultrasonik sensörler, robot hareket ederken ani engelleri tespit eder. Caster tekerleklerin hemen önündeki alan taranır.

► Zemin Seviyesi Sensörleri

- ✓ IR Sensörler (3x) - Ön bumper üzerinde, 0-80cm menzil
 - ✓ Ultrasonik Sensörler (3x) - Mast base üzerinde, 20-400cm menzil
 - ✓ Proximity Sensörler (2x) - Yakın çarpışma önleme

◆ Katman 2: İnsan Seviyesi (30-70 cm)

Masalar, sandalyeler, insanlar ve genel iç mekan objeleri bu seviyede bulunur. RGB ve derinlik kameraları, nesne tanıma ve 3D haritalama yapar. Termal kamera ile insan varlığı ve sıcak noktalar tespit edilir.

► İnsan Seviyesi Sensörleri

- ✓ Derinlik Kamerası (RealSense D435) - 3D nokta bulutu, SLAM
- ✓ Termal Kamera (FLIR) - İnsan tespiti, sıcak nokta izleme
- ✓ Çevresel Sensör Modülü - Sıcaklık, nem, CO₂
- ✓ Mikrofon Array - Ses algılama, komut tanıma

◆ Katman 3: Tavan Seviyesi (70+ cm)

Sıcak hava ve duman yukarıya yükselir; dolayısıyla yanım ve gaz kaçağı tespiti için kritik bölgedir. 360° dönen sensor head, tüm yönlerde izleme yapabilir. Beacon ışığı ve anten de bu seviyede konumlandırılmıştır.

► Tavan Seviyesi Sensörleri

- ✓ RGB Kameralar (2x) - Stereo görüş, geniş alan izleme
- ✓ Beacon Light - Görsel uyarı, mavi döner ışık
- ✓ İletişim Anteni - RF haberleşme
- ✓ 360° Dönüş Mekanizması - Revolute joint, ±180°

► URDF Link-Joint Zinciri

Mast yapısı, URDF'te hiyerarşik bir link-joint zinciri olarak modellenmiştir. Her segment ayrı bir link olarak tanımlanmış ve aralarında fixed joint kullanılmıştır. Sensor head ise revolute joint ile 360° dönebilir.

Link Adı	Parent	Joint Tipi	Açıklama
mast_base_link	top_plate	Fixed	Mast tabanı, LiDAR montajı
mast_mid_link	mast_base_link	Fixed	Orta segment, kamera montajı
mast_top_link	mast_mid_link	Fixed	Üst segment
sensor_head_link	mast_top_link	Revolute	360° dönen sensör kafası
beacon_light_link	sensor_head_link	Fixed	Uyarı ışığı
antenna_link	sensor_head_link	Fixed	İletişim anteni

MAST YAPISININ AVANTAJLARI

- Çok katmanlı algı - Zemin, insan, tavan seviyelerinde eş zamanlı izleme
- 360° görüş - Dönen sensor head ile tam çevre taraması
- Modüler yapı - Her segment bağımsız olarak güncellenebilir
- Duman/Gaz tespiti - Yüksek konum ile erken uyarı
- Görünürlük - Beacon ışığı uzaktan görülebilir

5. URDF DOM YAPISI

Hiyerarşik Robot Modeli

GuardianBot'un URDF dosyası, modüler ve hiyerarşik bir link-joint ağaçları olarak yapılandırılmıştır. Bu yaklaşım, gerçek robot tasarımını yansıtır ve bakım/güncelleme işlemlerini kolaylaştırır. Tüm sensör ve modüller doğrudan base_link'e bağlanmak yerine, mantıklı alt-dallar altında organize edilmiştir.

43 adet

Link Sayısı

42 adet

Joint Sayısı

10 adet

Mesh Dosyası

13 adet

Malzeme

► URDF İstatistikleri

Parametre	Değer	Açıklama
 Toplam Link	43	Tüm fiziksel bileşenler
 Toplam Joint	42	Bağlantı noktaları
 Fixed Joint	35	Sabit bağlantılar
 Continuous Joint	6	Tekerlekler, caster pivot
 Revolute Joint	1	Sensor head ($\pm 180^\circ$)
 Mesh Dosyası	10	3D modeller (.dae/.stl)
 Malzeme Tanımı	13	Renkler ve materyaller

► Ana Modül Hiyerarşisi

URDF ağacı, robotun fiziksel yapısını yansitan modüler bir hiperarşide sahiptir. Her ana modül, kendi içinde alt-linkler ve sensörler içerir. Bu yapı, URDF dosyasını açan birinin robot anatomisini kolayca anlamasını sağlar.

Modül	Alt Bileşenler	Joint Tipi
◊ base_link	Referans noktası (origin)	-
└ chassis_link	Ana gövde, tüm modüllerin ebeveyni	Fixed
├ fenders_link	Çamurluklar	Fixed
├ top_plate	Üst plaka, montaj platformu	Fixed
├ front_bumper	Ön tampon + IR sensörler	Fixed
├ rear_bumper	Arka tampon	Fixed
├ rear_left_wheel	Sol arka tıhrik tekerleği	Continuous
├ rear_right_wheel	Sağ arka tıhrik tekerleği	Continuous
├ front_left_caster_*	Sol ön caster (pivot+wheel)	Continuous
├ front_right_caster_*	Sağ ön caster (pivot+wheel)	Continuous
└ imu_link	IMU sensörü	Fixed

► Top Plate Alt Ağacı

Link	Bağlı Bileşenler	Açıklama
∅ top_plate	Ana montaj platformu	Gövde üzeri
├ user_rail	Ek ekipman montajı	Opsiyonel
├ mast_base_link	→ mast_mid → mast_top → sensor_head	3 seviyeli mast
├ control_panel_link	→ lcd_screen, estop_button, usb_ports	Kontrol paneli
├ siren_link	Hoparlör ünitesi	Sesli uyarı
├ gps_link	GPS modülü	Konum tespiti
└ front_camera_link	Ön fisheye kamerası	Geniş açı görüş

► Sensör Mastı Alt Ağacı

Link	Bağlı Sensörler	Yükseklik
🕒 mast_base_link	lidar_360, ultrasonic (3x)	0-240mm
└ mast_mid_link	depth_camera, thermal_camera, environmental_sensor, microphone	240-440mm
└ mast_top_link	Sensor head bağlantısı	440-600mm
└ sensor_head_link	camera_left, camera_right, beacon_light, antenna	600+mm

► Joint Tipleri ve Kullanım Alanları

URDF modelinde dört farklı joint tipi kullanılmıştır. Her tip, farklı hareket karakteristiklerini simüle eder ve robotun kinematik yapısını tanımlar.

Joint Tipi	Hareket	Kullanım Alanı	Örnek
🔒 Fixed	Sabit (hareket yok)	Rijit bağlantılar, sensör montajları	chassis_to_fenders
♾ Continuous	Sınırsız dönüş	Tekerlekler, caster pivot	rl_wheel_joint
↔ Revolute	Sınırlı dönüş (\pm limit)	Sensor head	mast_top_to_sensor_head
✏ Prismatic	Doğrusal kayma	(Bu projede yok)	-

► Dallanmış Yapının Avantajları

- ✓ Modülerlik: Her alt-sistem bağımsız olarak güncellenebilir
- ✓ Okunabilirlik: Link-joint ağacı, fizikal yapımı yansıtır
- ✓ Transform Zinciri: Sensörlerin gerçek konumları doğru hesaplanır
- ✓ Simülasyon Uyumu: Gazebo/RViz ile sorunsuz çalışır
- ✓ Bakım Kolaylığı: Hata ayıklama ve modifikasyon kolaydır
- ✓ Gerçekçilik: URDF ağacı, fizikal robot yapısını yansıtır

6. GÖRSEL VE ÇARPIŞMA MODELLERİNİN AYRIMI

İkili Model Yaklaşımı

URDF'te her link için ayrı visual (görsel) ve collision (çarşıma) geometrileri tanımlanabilir. Bu ayırım, simülasyon performansı ve gerçekçilik arasında denge kurmak için kritik öneme sahiptir. Görsel modelde detaylı mesh kullanılırken, çarşıma modelinde basit primitifler tercih edilir.

► Visual vs Collision: Genel Karşılaştırma

Görsel ve çarşıma geometrileri farklı amaçlara hizmet eder. Visual, kullanıcıya güzel görünen bir model sunarken, collision fizik motorunun hızlı hesaplama yapabilmesi için optimize edilmiştir.

Özellik	Visual Model	Collision Model
Amaç	Görselleştirme (RViz, Gazebo)	Fizik simülasyonu (çarşıma hesabı)
Geometri	Detaylı mesh (.dae, .stl)	Basit primitifler (box, cylinder, sphere)
Poligon Sayısı	Yüksek (1000+)	Düşük (6-50)
Performans	GPU render (görsel kalite)	CPU fizik (hesaplama hızı)
Malzeme	Renkli, dokulu	Yok veya basit
Öncelik	Estetik, gerçekçilik	Hesaplama verimliliği

► Kullanılan Mesh Dosyaları

Projede toplam 10 adet 3D mesh dosyası kullanılmıştır. Bu dosyalar, Clearpath Husky UGV ve özel tasarım sensör modelleri içermektedir. Tüm mesh dosyaları COLLADA (.dae) veya STL formatındadır.

Dosya Adı	Klasör	Kullanım Yeri	Format
husky_base.dae	meshes/base/	Ana gövde (chassis)	COLLADA
husky_bumper.dae	meshes/base/	Ön/arka tamponlar	COLLADA
husky_top_plate.dae	meshes/base/	Üst plaka	COLLADA
husky_user_rail.dae	meshes/base/	Kullanıcı rayı	COLLADA
husky_wheel.dae	meshes/wheels/	Tüm tekerlekler	COLLADA
fenders.stl	meshes/base/	Çamurluklar	STL
ir_sensor.dae	meshes/sensors/	IR sensörler	COLLADA
imu_sensor.stl	meshes/sensors/	IMU sensörü	STL
panel_wedge_left.stl	meshes/	Kontrol paneli sol	STL

panel_wedge_right.stl	meshes/	Kontrol paneli sağ	STL
-----------------------	---------	--------------------	-----

► Örnek 1: Gövde (Chassis)

Tip	Geometri	Detay
⌚ Visual	husky_base.dae	Detaylı 3D mesh, ~2000+ poligon, gerçekçi görünüm
📦 Collision	Box primitif	990mm x 670mm x 250mm basit kutu

Gövde için visual tarafında profesyonel görünümlü detaylı Husky mesh kullanılırken, collision tarafında basit bir kutu yeterlidir. Bu sayede çarpışma hesaplamaları çok daha hızlı yapılır ve simülasyon performansı artar.

► Örnek 2: Tekerlekler

Tip	Geometri	Detay
⌚ Visual	husky_wheel.dae	Gerçekçi lastik mesh, scale ile boyutlandırma
📦 Collision	Cylinder primitif	radius=0.13m (arka), radius=0.10m (ön caster)

Tekerlekler için hem visual hem collision önemlidir. Visual, gerçekçi görünüm sağlarken, collision silindir primitifi zemin teması ve sürtünme hesaplamaları için kullanılır. Arka ve ön tekerlekler farklı boyuttadır.

► Örnek 3: Sensör Mastı

Segment	Visual	Collision
Mast Base	Cylinder (r=25mm, h=240mm)	Cylinder (aynı boyut)
Mast Mid	Cylinder (r=20mm, h=200mm)	Cylinder (aynı boyut)
Mast Top	Cylinder (r=18mm, h=160mm)	Cylinder (aynı boyut)
Sensor Head	Box (100x120x60mm)	Box (aynı boyut)

Mast segmentleri için visual ve collision geometrileri aynı primitifleri kullanır (silindir). Bunun nedeni, mast yapısının zaten basit geometrik şekillerden oluşması ve ayrı mesh kullanımına gerek olmamasıdır.

💡 TASARIM PRENSİPLERİ

- Karmaşık parçalar → Visual: Mesh, Collision: Primitif
- Basit parçalar → Visual ve Collision aynı primitif olabilir
- Tekerlekler → Collision mutlaka cylinder (zemin teması için)
- Küçük sensörler → Basit box/cylinder yeterli
- Performans → Collision poligon sayısı minimum tutulmalı

7. ARAŞTIRMA VE ÖĞRENME SÜRECİ

Araştırma Metodolojisi

GuardianBot tasarımları, ticari güvenlik robotlarının detaylı incelenmesi ve akademik literatür araştırması sonucunda şekillendirilmiştir. Proje sürecinde farklı üreticilerin robotları analiz edilmiş, sensör mimarileri karşılaştırılmış ve en iyi uygulamalar kendi tasarımımıza adapte edilmiştir.

► İncelenen Ticari Robotlar

Tasarım sürecinde aşağıdaki ticari güvenlik ve devriye robotları detaylı olarak incelenmiştir. Her robotun güçlü yönleri analiz edilmiş ve GuardianBot tasarımına ilham kaynağı olmuştur.

Robot	Üretici	Ülke	Öne Çıkan Özellik
 Husky Observer	Clearpath Robotics	Kanada	Sağlam şasi, modüler tasarım
 Knightscope K5	Knightscope	ABD	Yumurta formlu gövde, 360° kamera
 SIRD-3000S	Shenhao Robotics	Çin	İç mekan devriye, kompakt boyut
 Cobalt Robot	Cobalt Robotics	ABD	İnsan-robot etkileşimi, video konferans
 RB-VOGUI	Robotnik	İspanya	Endüstriyel tasarım, ROS desteği
 SMP S5	SMP Robotics	Rusya	Dış mekan, çoklu sensör

► Tasarım Kararları ve Esin Kaynakları

◆ Diferansiyel Tahrik Seçimi

Knightscope K5 ve Cobalt robotları diferansiyel tahrik kullanır. Bu sistem, yerinde dönme ve hassas manevra sağlar. GuardianBot'ta aynı yaklaşım benimsenmiştir.

◆ Husky Platformu Tercihи

Clearpath Husky UGV, sağlam yapısı ve modüler tasarımını ile tercih edilmiştir. Açık kaynak URDF modelleri, geliştirme sürecini hızlandırmıştır.

◆ Dikey Mast Yapısı

Cobalt robotlarında görülen yüksek mast yapısı, farklı yüksekliklerde sensör yerleşimi için idealdir. 3 segmentli tasarım, GuardianBot'un belirgin özelliğidir.

◆ Çoklu Sensör Mimarisi

SMP Robotics S5 modelinde görülen zengin sensör yelpazesi referans alınmıştır. Termal kamera, LiDAR ve çevresel sensörler bir arada kullanılmaktadır.

◆ Modüler URDF Yapısı

Robotnik'in açık kaynak URDF örnekleri incelenmiş, dallanmış link-joint hiyerarşisi bu örneklerden esinlenerek tasarlanmıştır.

► Karşılaşılan Zorluklar ve Çözümler

Zorluk	Detay	Çözüm
📁 Mesh Dosya Formatı	Farklı formatlar (STL, DAE, OBJ) uyumluluk sorunu	Tüm modeller DAE/STL formatına dönüştürüldü
⌚ Joint Limitleri	Caster tekerlek serbest dönüş problemi	Continuous joint, friction=0 kullanıldı
📐 Transform Zinciri	Sensör pozisyon hataları	Dikkatli origin/xyz tanımları yapıldı
⚙️ Collision Performans	Karmaşık mesh'lerde yavaşlık	Basit primitifler kullanıldı
🎨 Malzeme Tanımları	Renk tutarsızlıkları	13 standart malzeme tanımlandı
📏 Scale Sorunları	Mesh boyutlandırma hataları	Scale parametresi ile düzeltildi

► Öğrenilen Teknik Konular

► Kazanılan Teknik Beceriler

- ✓ URDF dosya formatı ve XML sözdizimi detaylı öğrenildi
- ✓ Link-joint hiyerarşisi ve kinematik zincir kavramı pekiştirildi
- ✓ Visual ve collision geometrileri arasındaki fark anlaşıldı
- ✓ ROS 2 ekosistemi ve simülasyon araçları (RViz, Gazebo) tanındı
- ✓ Diferansiyel tahrik ve caster tekerlek mekaniği kavrandı
- ✓ 3D modelleme ve mesh dosya formatları incelendi
- ✓ Inertia matrisi hesaplama ve atama öğrenildi
- ✓ Gazebo SDF dönüşümü ve simülasyon kurulumu yapıldı

8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Proje Başarısı

Bu projede, otonom devriye ve güvenlik görevi için tasarlanan GuardianBot mobil robotu, kapsamlı bir URDF modeli olarak gerçekleştirilmiştir. Proje, mobil robot mimarisi, sensör entegrasyonu ve URDF modelleme prensiplerinin başarılı bir şekilde uygulanmasını içermektedir.

► Proje Özeti

Parametre	Değer
 Robot Adı	GuardianBot
 Görev	Otonom iç mekan devriye ve güvenlik izleme
 Platform	Diferansiyel tahrikli tekerlekli mobil robot (Husky tabanlı)
 URDF Link Sayısı	43 adet
 Sensör Sayısı	20+ adet (6 farklı kategori)
 Aktüatör Sayısı	6 adet
 Mesh Dosyası	10 adet (.dae ve .stl formatında)
 Joint Çeşitliliği	3 tip (fixed, continuous, revolute)
 Mast Yapısı	3 seviyeli dikey sensör mastı
 Malzeme Tanımı	13 adet (renkler ve materyaller)

► Öğrenme Kazanımları

Bu proje sürecinde aşağıdaki mühendislik ve teknik kazanımlar elde edilmiştir. Teorik bilgiler, pratik uygulamalarla pekiştirilmiştir.

► Teknik Kazanımlar

- ✓ URDF dosya formatı ve XML sözdizimi
- ✓ Link-joint hiyerarşisi ve kinematik zincir kavramı
- ✓ Visual ve collision geometrileri arasındaki fark
- ✓ ROS 2 ekosistemi ve simülasyon araçları
- ✓ Ticari güvenlik robotları ve sensör teknolojileri
- ✓ 3D modelleme ve mesh dosya formatları
- ✓ Modüler robot tasarım prensipleri

► Gelecek Çalışmalar

GuardianBot projesi, aşağıdaki yönlerde geliştirilebilir. Bu geliştirmeler, robotun gerçek dünya uygulamalarına hazır hale getirilmesini sağlayacaktır.

Alan	Planlanan Geliştirme
Simülasyon	Gazebo'da tam fizik entegrasyonu ve dünya modeli
Navigasyon	ROS 2 Navigation2 stack ile otonom navigasyon
SLAM	gmapping veya cartographer ile haritalama
Görüntü İşleme	YOLO/OpenCV ile nesne tanıma
Arayüz	Web tabanlı izleme ve kontrol arayüzü
Gerçek Robot	Fiziksel prototip üretimi



Otonom Güvenlik ve Devriye Robotu

Bu rapor, URDF tabanlı mobil robot modelleme projesi kapsamında hazırlanmıştır.

GuardianBot, devriye ve güvenlik robotlarının temel özelliklerini içeren,
eğitim amaçlı bir referans tasarımdır.