TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

TARIMSAL İNSANSIZ KARA ARAÇLARI YARIŞMASI

KRİTİK TASARIM RAPORU ŞABLONU

TAKIM ADI

SCALU

PROJE ADI

TARIMSAL İNSANSIZ KARA ARACI

BAŞVURU ID

414263

Contents

1. Takım Organizasyonu 3
2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi 3
2.1. MEKANİK ALANDAKİ DEĞİŞİKLİKLER: 4
2.2. YAZILIM ALANINDAKİ DEĞİŞİKLER: 4
2.3. ELEKTRİK-ELEKTRONİK ALANINDAKİ DEĞİŞİKLER: 5
2.4. BÜTÇE ALANINDAKİ DEĞİŞİKLER 5
3. Araç Özellikleri 7
4. Sensörler 12
5. Araç Kontrol Ünitesi 15
6. Otonom Sürüş Algoritmaları 16
8. Özgün Bileşenler 24
9. Güvenlik Önlemleri 24

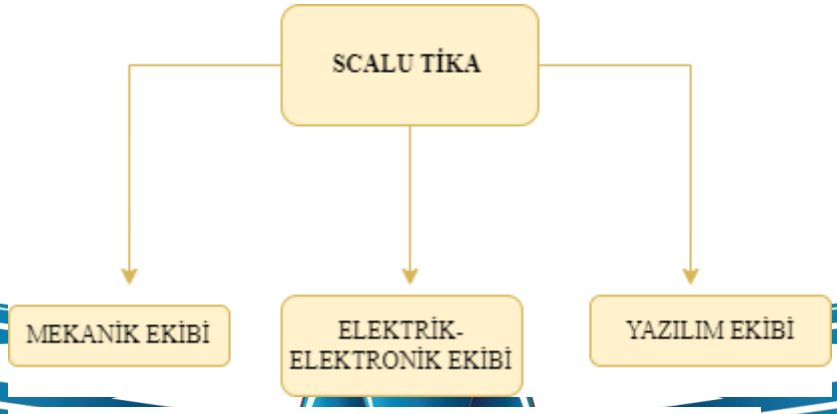
Şekil 1: SCALU TAKIM ORGANİZASYONU 3
Şekil 2:SCALU TİKA REVİZE HALİ 4
Şekil 3:Elektronik Bağlantı Şeması 8
Şekil 4:6*6 Hareket Sistemi 11
Şekil 5:İlaç Kolu 11
Şekil 6:Kamere Sistemi 11
Şekil 7:Soğutma Sistemi 12
Şekil 8:Araç Kontrol Arayüz Sistemi 16
Şekil 9:Aracın Dönüş Manevrası 19
Şekil 10:Yabani Ot İmha Algoritması 21
Şekil 11: Aracın Otonom Hareketi 21
Şekil 12:Araç Kolu 22
Şekil 13:Stop Butonu 24
Şekil 14:Temsili Tarım Arazisi Simülasyonu 26
Şekil 15Otonom sürüş ve Engelden Kaçış Algoritmalarının Testi 26
Şekil 16 Haritalandırma 27

Tablo 1:Detaylı Maliyet Tablosu 5
Tablo 2:SCALU TİKA'da kullanılan Sensörler 12
Tablo 3: Araç İlaç Püskürtme Kolu Bileşenleri 23

1. Takım Organizasyonu

Dinamik ve inovatif bir takım olan SCALU 7 genç mühendis adayından oluşan ve tarımda üretim verimliliğini, robotikleşmeyi ve en önemlisi milli teknoloji hamlesine katkı sağlamayı amaçlayan bir takımdır. Takım 5 farklı üniversite, 3 farklı şehirden 4 elektrik elektronik , 1 endüstri , 1 makine ve 1 bilgisayar mühendisliği öğrencilerinden oluşmaktadır.

Takım içindeki görev dağılımları projenin daha verimli olabilmesi adına departmanlara ayrılmış bu sayede projedeki yazılım, mekanik ya da elektrik kısımlarda oluşan ya da oluşabilecek sorunlara daha hızlı müdahale edilip çözümlere ulaştırma planlamıştır.



Şekil 1: SCALU TAKIM ORGANİZASYONU

Projenin:

1.1.MEKANİK EKİBİ: Aracın tasarımı, kullanılacak malzemelerin seçimi , araç kompenentlerinin tasarımı kısmında çalışmalar yürütmektedir.

1.2.ELEKTRİK – ELEKTRONİK EKİBİ: Aracın elektronik aksamlarının seçimi ,güç ve enerji hesaplamaları, haberleşme sistemleri çalışmalarını yürütmektedir.

1.3.YAZILIM EKİBİ: Aracın otonom, görüntü işleme ve arayüz çalışmalarını yürütmektedir.

2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi

Ön tasarım raporu sonuçları ve hakem değerlendirme geri bildiriminin açıklanmasının ardından takım üyeleri ile birlikte hakem geri bildirim raporu okunmuş ve gerekli çıkarımlar yapılmıştır. Bahsedilen çıkarımlar sonucunda yeni raporda; daha çok dikkat edilmiştir. Ayrıca önceki rapordan bu yana araçta yapılan değişiklikler de aşağıda sıralanmıştır.

2.1. MEKANİK ALANDAKİ DEĞİŞİKLİKLER:

Yürüyüş Sistemi: Yapılan arazi ve literatür araştırmaları sonucunda 15 cm derinliğinde çukurların çıkışında robotun takıldığı ve engeli aşamayacağı öngörülmüştür. Robotun boyutlarının büyütülmesi halinde gövde ağırlığı da artacağı için bu yöntem seçilmemiş ve takım alternatif bir çözüm arayışına girmiştir. Yapılan fikir alışverişi sonucunda robota sadece 250g ek kütle ekleyecek ikinci bir taşıma sistemi eklenmesine karar verilmiştir. Bu yürüyüş sistemi sayesinde robot örümcek formunda hareket edebilecek ve 20 cm' ye kadar olan engelleri aşabilecektir. Örümcek formunda hareket sistemi robotun yüksek engelleri aşmasına imkân tanıyacak olmasına rağmen robotun hızını arttıracaktır. Bu sebeple, sadece aracın ana tekerlerle aşamayacağı bir engel ile karşılaşılması durumunda sistem aktif edilecek ve araç engeli aştıktan sonra tekrar ana tekerlerle yoluna devam edecektir.

Şekil 2:SCALU TİKA REVİZE HALİ

2.2. YAZILIM ALANINDAKİ DEĞİŞİKLER:

Görüntü işleme için bir önceki rapor döneminde OpenCV Kütüphanesi kullanılacağından, yabancı otların boyu rengi ve şekli referans alınarak tespit işleminin yapılacağı anlatılmıştı. Ancak TEKNOFEST ekibi tarafından ekibimize gönderilen yabancı ot ve şartnamede yer alan kültür bitkilerinin fotoğrafları incelendiğinde sadece OpenCV Kütüphanesinin yeterli olamayacağına kanaat getirilmiştir. Yabancı otların tespiti için daha güvenli yöntemler araştırılmıştır. Derin öğrenme yöntemleri ve makine öğrenme yöntemleri araştırılmıştır. Yarışma tarihi de dikkate alınarak makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmasına karar verilmiş ve çalışmalara başlanmıştır. Hazır uygulamalar ve datasetler incelenmiştir. Makine öğrenimi için model eğitimine başlanmış olup, yarışma süresine kadar geliştirilmesine devam edilecektir. Otonom sürüş algoritmalarında yeni yöntemler belirlenmiş ve otonom başlık altında detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

2.3. ELEKTRİK-ELEKTRONİK ALANINDAKİ DEĞİŞİKLER:

2.3.1. Motor Sistemi: Ön tasarım raporunda kullanılması planlanan redüktörlü 12V 1000 RPM DC motor kullanılmasının aracın hızlı olacağını fakat tork anlamında düşük kalacağı tespit edilip bunun yerine 12V 140 RPM redüktörlü DC motor tercih edilmiştir. Böylelikle 200 mm çapına sahip olan tekerlerimiz ile hesap edildiği zaman torku oldukça yüksek olarak hesaplanmıştır. Arazi şartları için ideal hale getirilmiştir.

2.3.2. Mikroişlemci: Ön tasarım raporunda STM32 olarak tercih edilen mikroişlemci Arduino olarak değiştirilmiştir. Değişim sebebi STM ‘nin programlama anlamında daha fazla iş yükü yaratacağının farkına varılıp bunun yerine görüntü işleme ve aracın elektronik anlamda daha başarılı olması üzerine çalışılmıştır.

2.4. BÜTÇE ALANINDAKİ DEĞİŞİKLER

Ön tasarım raporunda toplam bütçe 12,805 tl olarak belirlenmişti. Artan kur oranları ve detaylı çalışmalar sonucunda ortaya çıkan ihtiyaçlar neticesinde proje için toplam maliyet 16,531.98 TL’dir. Malzeme listesi, bütçe ve malzemelerin mevcut durumları **Tablo 1:Detaylı Maliyet Tablosu**‘da gösterilmiştir.

Tablo 1:Detaylı Maliyet Tablosu

MALZEME ADI	MİKTAR	TUTARI	MEVCUT DURUMU
Raspberry Pi Orijinal Kamera Modülü V2- 3 ve 4 Uyumlu	2	700	SATIN ALINDI
Arduino UNO R3 Klon	3	155	SATIN ALINDI
14.8V 4S 12000mAh 50C Li-Polymer Pil	1	3.450,00	SATIN ALINDI
SHT31 Sıcaklık ve Nem Sensörü Modülü - I2C	1	150	SATIN ALINDI
Lipo Seviye Ölçer ve Alarm Modülü	1	45	SATIN ALINDI
JetFire B6AC Dahili Adaptörlü LiXX, NiXX, Pb Şarj Aleti 80W	1	785	SATIN ALINDI
Fan-4010-5V Small Cooling Fan	1	85	SATIN ALINDI

4S 20A BMS - Batarya Yönetim ve Koruma Modülü	1	45	SATIN ALINDI
12 V 140 RPM Karbon Fırçalı Mikro Metal DC Motor	4	325	SATIN ALINDI
12 V 320 RPM Karbon Fırçalı Mikro Metal DC Motor	2	325	SATIN ALINDI
L298N Voltaj Regulatörlü Çift Motor Sürücü Kartı	5	45	SATIN ALINDI
RPLiDAR A2M8 360 Derece Lazer Tarayıcı Set - 12 Metre Menzilli	1	6923	SATIN ALINDI
Ublox 6M GPS + Dahili Pusula (Pixhawk Uyumlu)	1	428	BEKLEMEDE
lora SX 1278 E32 433T30D E32 TTL 1w	2	446	BEKLEMEDE
Rc832 Alıcı Ts832 Verici 5.8 ghz 48 Kanal 600 mw Fpv Kit	1	861	BEKLEMEDE
Arduino XY Joystick Modül	2	9,59	BEKLEMEDE
0.96 inch I2C OLED Ekran - SSD1306	2	74,39	BEKLEMEDE
MPU 9250 9 Eksen Jiroskop, İvmeölçer Manyetometre Sensör Modülü	1	184	BEKLEMEDE

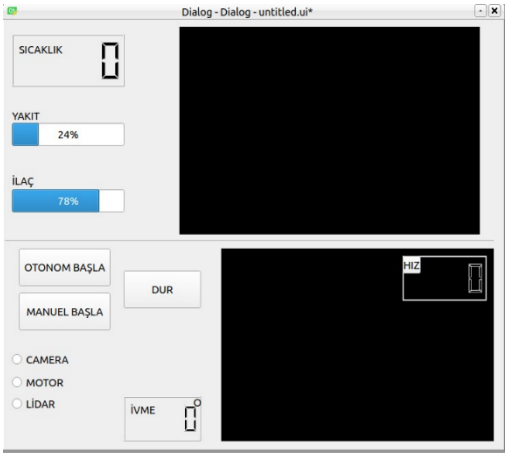
FC-33 Enkoder Disk ve Hız Sensörü Çifti HC-020K	2	133	BEKLEMEDE
Robot kol 3D printer basım hizmeti	1	250	BEKLEMEDE
Gövde 5mm 1050 Alüminyum	1	~350	BEKLEMEDE
Şase 5mm CK67 Alüminyum sac	1	~350	BEKLEMEDE
Acil Stop Butonu	1	~30	BEKLEMEDE
Tekerler için Rtv2	1	195	BEKLEMEDE
Teker kalıp için 3d baskı hizmeti	1	250	BEKLEMEDE
Mini dalgıç motor	1	23	BEKLEMEDE
İlaç Deposu 3d Baskı Hizmeti	1	45	BEKLEMEDE
Jant 3d Baskı Hizmeti	4	200	BEKLEMEDE
Lazer Kesim Hizmeti	1	400	BEKLEMEDE

3. Araç Özellikleri

Araç özellikleri yazılımsal, elektronik ve mekanik özellikleri olarak 3 ayrı alt başlıkta anlatılmıştır.

3.1. Yazılım:

3.1.2. ARAYÜZ YAZILIMI:



Arayüz ekran Python ile programlanıp PyQt5 designer programı ile tasarlanmıştır. Grafiksel kullanıcı arayüzü aracı olması sebebi ve Python betikleri ile temel ve hızlı bir arayüz tasarlamak istememiz öncelikli olduğundan ve yazılım ekibinin yetkinliklerine göre kullanım kolaylığı sebebiyle seçilmiştir. Aracın güç hesaplamaları yapılmış olup bu hesaplara göre pillerin şarj durumu bu arayüzden kontrol edilecektir. Şarj yüzdesi dışında İKA'nın şu anki konumunu ve geçtiği yerlerin konumlarını gösterebilmek için harita görüntüsü koyma ihtiyacı duyulmaktadır. Bu harita görünümü sayesinde İKA'nın anlık olarak konumu, yabancı otların konumu, geçilen ve kontrol edilen her bir

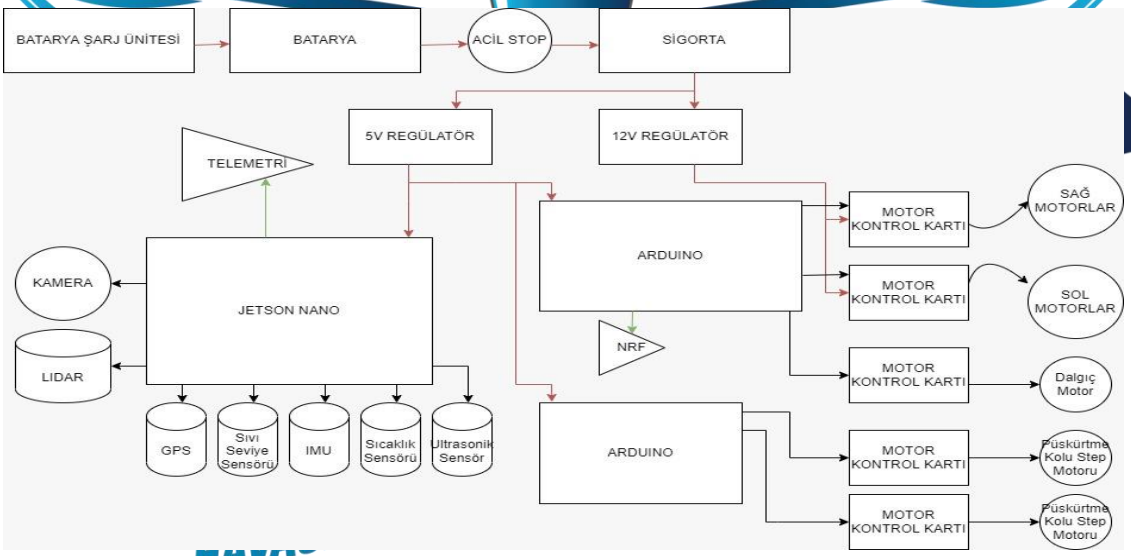
konumun görselleştirilerek görüntüsü kullanıcıya sunulacaktır, haznede bulunan sıvı miktarı aracın hızı gibi parametreler de arayüz ekranından takip edilecektir. Arayüz ekranı ROS ile entegre çalışacak olup otonom veriler ve konum verileri ile anlık olarak ROS üzerinden sağlanacaktır.

3.2. Elektronik:

Aracın içerisinde iki adet mikroişlemci bulunmaktadır. Batarya olarak 12000 mAh 50C 4S 14.8V Li –Po batarya kullanılmaktadır. Oluşabilecek herhangi bir problem dahilinde araca giden gücün kesilmesi için aracın üst tarafında bulunan acil durdurma butonu bağlantısı bataryanın hemen önüne anahtar bağlantısı olarak eklenmiştir.

Sigorta ise bataryadan fazla akım çekilmesi dahilinde önlem olarak konulmuş olup motorların ilk başta yüksek akım çekmesi hesaba dahil edilmiştir. Aracımızın motorları 12 V ile jetson nano ve arduino gibi mikroişlemciler ise 5V ile beslendiğinden bir tane 5V bir tane de 12V regülatör ile gerilim düzeyi ayarlanmıştır.

Sensör, lidar, telemetri ve kamera jetson nano üzerinden beslenmektedir. Arduinoya bağlı motor kontrol kartları ise DC motorlarımızı sürebilmek için kullanılmıştır. Telemetri vericisi jetson nano ya bağlı olup alıcısı ise kontrol bilgisayarına bağlı haldedir. Araç manuel modda kullanmak için hazırlayacağımız kumanda ise usb ile kontrol bilgisayarına bağlı olup wifi anteni ile araç motorları kontrol edilecektir. Tüm elektronik bağlantı şeması Şekil 3:Elektronik Bağlantı Şeması ‘da gösterilmiştir.



Şekil 3:Elektronik Bağlantı Şeması

3.3. Mekanik:

Aracın mekanik bileşenleri tasarım ekibi tarafından tasarlanıp geliştirilmiştir. Tasarlanan bileşenlerin üretim ve montaj aşamaları göz önünde bulundurularak olabildiğince üretilebilirliği yüksek ve piyasada bulunan bağlantı elemanlarıyla kolaylıkla montaj yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Aracın gövdesi 5mm CK67 Alüminyum sac plakadan lazer kesim yöntemiyle yapılması planlanmaktadır. Gövdeyi birleştiren ara pleyt gövdeler ise 5mm CK75 Alüminyum sacdan lazer kesim yöntemi ile üretilecektir. Tekerlekler ve motor tutucu gibi bileşenlerin piyasada hazır olarak bulunabilmesine rağmen tasarım ekibimi tarafından özgün bir şekilde tasarlanmıştır.

Araçta kullanılacak tekerleklerin birebir ölçüde 3d printerdan baskısı alınıp silikon malzeme ile kalıbı yapılacaktır. Tekerlerin orta jant kısmı 3d printerdan olup üst lastik kısmı ise RTV2 malzemeden yapılacaktır.

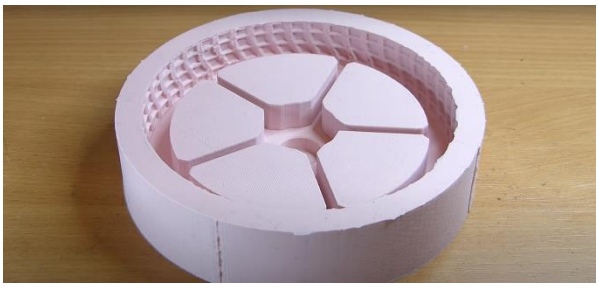
Ön çalışma olarak bir adet teker üretimi yapılmıştır. İlgili görseller aşağıda verilmiştir.

Tekerleğin ve kalıbın sabitlenmesi için gerekli referansımız

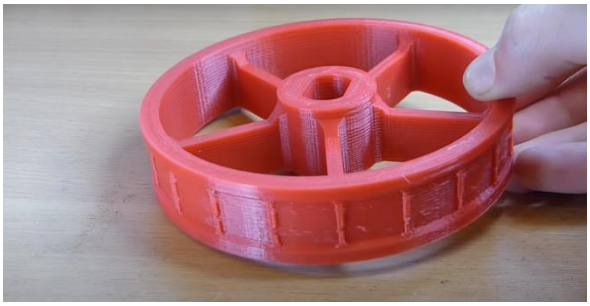
3D printerdan basılan jant ve dış kalıbının referansa sabitlenmesi

Silikon malzemenin modelin üstüne dökülmesi

Silikonun model üstünde donması



Modelin çıkarılması ve kalıbımızın hazır hale gelmesi



3D printerdan jant baskısı alınması

Jantın kalıba yerleştirilmesi

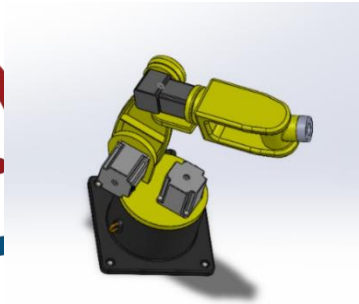
Siyah boya ile karıştırılmış RTV2 malzemenin kalıba dökülmesi

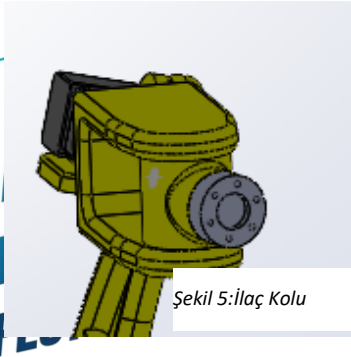
Jantın üzerine kauçuk lastik uygulamasının başarılı sonuçlanması.

6x6 Hareket Sistemi: Robotu yarışma sahasında 5 km/s maksimum hıza çıkarması hedeflenen 6 tekerli sistem toprak zeminde çalışacağı için yüksek tork değerine ihtiyaç duymaktadır. Bu sayede, motorlar üzerindeki stres azalacak ve pilden daha az akım çekilecektir. Tekerler DC elektrik motoru çıkış mili arasına 1/16 orana sahip redüksiyon sistemi yerleştirilecektir. Bu sayede İkanın hareketi sorunsuz bir şekilde gerçekleştirmesi öngörülmektedir.

*Şekil 4:6*6 Hareket Sistemi*

İlaçlama Sistemi: Kameradan alınan veri ile aracın yabani ota yaklaştığında robot kol yabani ota yaklaşarak ilacı sıkacaktır. Robot kol mekanizması 3 eksende hareketi sağlayabilecek şekilde tasarlanarak 3D yazıcı kullanılarak PLA malzemesi ile üretilecektir. Su haznesinin içerisinde bulunan 6v mini dalgıç su pompası sayesinde robot kolumuzun uç kısmına ilaç iletilecektir. Robot kolun uç kısmında akış sınırlandırıcı sayesinde ilaç püskürtülerek çıkacaktır. Hazne 2mm et kalınlığında üretilecek olup su sızdırmazlığı için etrafı epoksi ile kaplanacaktır. Dalgıç motorun hortumu ile hazne arasındaki sızdırmazlık için uygun boyutta bir conta kullanılacaktır. Haznenin ön kısmında bulunan selenoid valf 8 atm basınca dayanabilecek güçte olup elektronik olarak kontrol edilebilmektedir.





Şekil 5:İlaç Kolu

Kamera Sistemi: Kamera robotun ön bölümüne stabil kalması için yerleştirilmiştir. Z ekseninde hareket (sağa sola dönüş) robotun tekerleri kullanılarak yapılacak olmasına rağmen, bitki tespiti sırasında robot kol bitkiye yaklaşacak şekilde tasarlanmıştır. Yabancı ot tespit edildikten sonra robot kol gövdesi yabani ot yönüne dönerek ilaçlama yapılacaktır.

Şekil 6:Kamere Sistemi

Soğutma Sistemi: 6V elektrik motoruna ve 0.8A akım çekme değerine sahip 2 adet fan soğutma için kullanılacaktır. Gövde içerisindeki hava yönlendirici kanallar sayesinde, oluşturulan hava akımı görev sırasında ısınabilecek parçalara yönlendirilecektir.

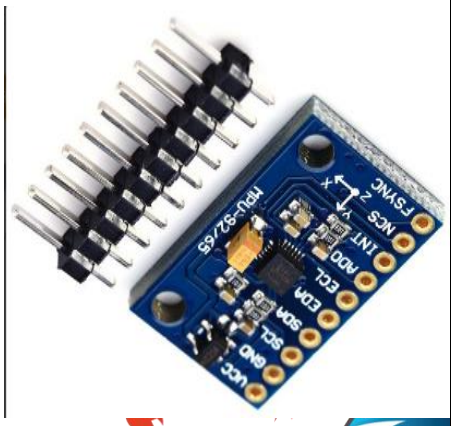
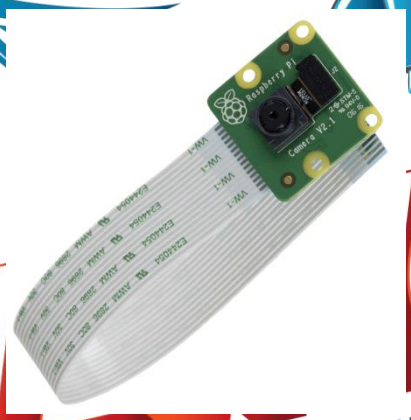
Şekil 7:Soğutma Sistemi

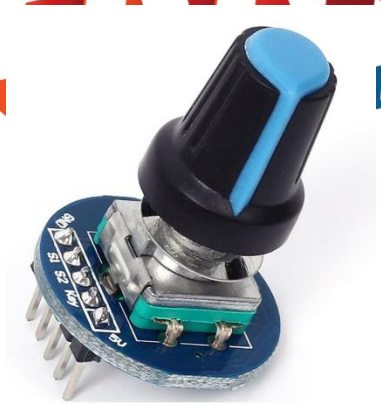
4. Sensörler

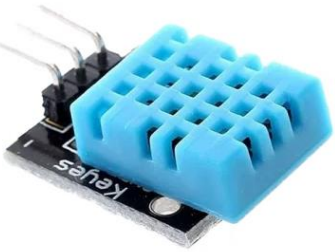
Aracın otonom, manuel ve görüntü işleme bölümlerinde kullanılacak kısımları desteklemek amacıyla çeşitli sensör ve kamera sistemi kullanılmıştır. Kullanılan sensörler …..'da tablo şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 2:SCALU TIKA'da kullanılan Sensörler

Sensör Çeşidi	Sensör Görseli	Adet	Açıklama	Teknik Özellikler
GPS Sensör		1	İKA' nın koordinat takibini yapabilmek için GPS modülüne ihtiyaç duyduk. Bu modül sayesinde kullanıcının aracın nerede olduğu, aracın hangi koordinatlarda bulunduğu ve geçtiği veriler elde edilecektir. Bu sensörden alınan bilgiler kontrol bilgisayarındaki ara yüz tasarımımız üzerinden kullanıcıya gelen bilgileri aktaracaktır.	-Çalışma Voltajı: 2.7-3.6V -RTC Kristal -Dahili SAW filtre -İzleme Hassasiyeti: -161 dBm -Yakalama Hassasiyeti: -148dBm -Sıcak Başlangıç (Hot Start): -156 dBm / 1s -Soğuk Başlangıç (Cold Start): -147 dBm / 27sn

Sensör Çeşidi	Sensör Görseli	Adet	Açıklama	Teknik Özellikler
IMU Sensör		1	IMU, açısal hız ve doğrusal ivme verilerini toplayan elektronik bir komponentdir. IMU temelde iki ayrı sensör içerir. Bunlardan biri ivmeölçer, diğeri ise jiroskoptur. Bu sensör ile aracın açısal hızını ve eksen hareketini öğrenebiliriz. Bu sensörden gelen veriler ışığında aracın pozisyonunu ideal noktada tutmak için kullanıyoruz.	-Çalışma gerilimi: 3-5V -Gyro ölçüm aralığı: + 250 500 1000 2000 ° / s -Açısal ivme ölçer ölçüm aralığı: ± 2 ± 4 ± 8 ± 16 g -İletişim: Standart I²C
Kamera Modül		1	İKA' nın yabani otları tespit etmesi için aracın ön tarafına yerleştirilmiştir. Modülden gelen görüntüler Jatson Nano' da analiz edilir ve yabani ot tespiti yapılır. Telemetri sayesinde de kameradan görülen verileri anlık olarak kontrol bilgisayarında görmemizi sağlar.	-Yüksek kaliteli görüntü algılama -Büyük veri işleme kapasitesi -8 megapiksel sabit odak noktalı -1080p, 720p60 ve VGA90 destekli -Sony IMX219PQ CMOS görüntü algılayıcı

Sensör Çeşidi	Sensör Görseli	Adet	Açıklama	Teknik Özellikler
360° Lidar		1	Lidar 360 derecelik görüş açısına ve etrafında bulunan engeller, bitkiler ve benzeri cisimlerin algılanması ve mesafelerin ölçülmesi yapılmaktadır. Lidar sayesinde İKA geçebileceği yolları tespit ederek bu yollara göre hareket etmesi sağlanmaktadır. Ortam taraması ve 3 boyutlu modelleme sayesinde ortam tespiti sağlanmaktadır. 12 metre menzil mesafesi ile eşzamanlı konum belirleme ve haritalama(SLAM) tercih sebebi olmuştur.	-Ölçüler: 76x76x41 mm -Ağırlık: 190 gr. -Harici besleme -Ölçüm menzili: 0.15 - 12 metre, beyaz renkli ve %70 yansıtıcı objeler baz alınmıştır. -Mesafe ölçüm hassasiyeti: <0.5 mm -Açısal hassasiyet: 0.45 - 1.35 derece, tipik 0.9 derece -Örnekleme süresi: 0.25 ms -Örnekleme frekansı: 2000 - 8000 Hz, tipik 4000 Hz -Tarama Hızı: 5 - 15 Hz, Tipik 10 Hz
Encoder			Tekerlerde bulunan Encoderler çalışmalarıyla her tekerin ne kadar hareket ettiği hesaplanarak tekerin fiziksel özelliklerinden anlık olarak aracın pozisyonunu hesaplamak için kullanılmıştır. Saat yönü ve saat yönü tersine dönüşlerde farklı çıktı vermesi tercih sebeplerimizdendir.	-Pulse: 360 Derecede 20 Kez -Kullanım Ömrü: 30000 Kez -Sonsuz Dönüş -Mil Uzunluğu(Dişli hariç): 8mm -Mil Uzunluğu(Dişli ile birlikte): 15mm

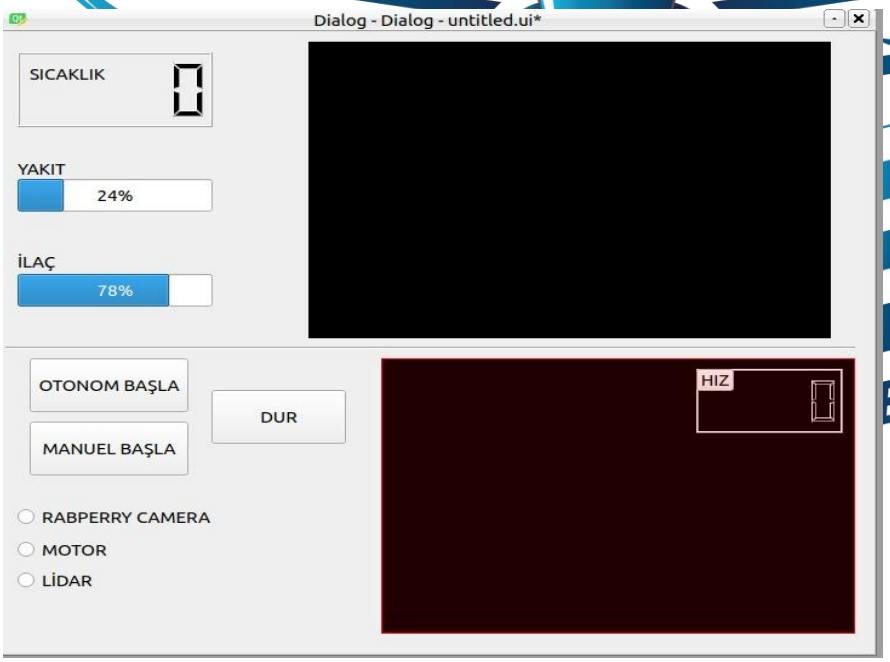
Sensör Çeşidi	Sensör Görseli	Adet	Açıklama	Teknik Özellikler
Ultrasonic Mesafe Sensörü		4	Mesafe algılama sensörleri ile aracın herhangi bir engelle karşılaşması durumunda otonom sürüşte engelden kaçması sağlanmaktadır. Yardımcı bilgisayara gelen anlık mesafe değerini kontrol bilgisayarının ara yüz kısmında da sürekli olarak takip edilebilir. 2cm' den 400 cm' ye kadar 3mm hassasiyet ile ölçüm yapabilmesi ve maliyet olarak uygun olması bu sensörü tercih etme sebeplerimizdendir.	Çalışma Voltajı: DC 5V Çektiği Akım: 15 mA Çalışma Frekansı: 40 Hz Maksimum Görme Menzili: 4m Minimum Görme Menzili: 2cm Görme Açısı: 15° Tetik Bacağı Giriş Sinyali: 10 us TTL Darbesi Echo Çıkış Sinyali: Giriş TTL sinyali ve Mesafe Oranı Boyutları: 45mm x 20mm x 15mm
Isı ve Nem Sensörü		2	Sıcaklık ve nem algılayıcı kalibre edilmiş dijital sinyal çıkışı veren gelişmiş bir algılayıcı birimidir. Batarya sıcaklığını düzenli olarak takip etmek ve aşırı ısınmasını önlemek için kullanılmıştır.	-Yüksek güvenilirlik -8 bit mikroişlemci -0 ile 50 °C arasında 2°C hata payı ile çalışır -20 ile 90% RH arasında %5RH hata payı ile nem ölçer

5. Araç Kontrol Ünitesi

Kullanıcının aracın durumunu görmesini sağlaması için arayüz tasarlanmıştır. Bu arayüz bilgisayarın portundan gelen bilgileri okuyarak kullanıcıya aracın sensör verilerini, harita üzerindeki konumu, batarya seviyesi, sıcaklık seviyesi, nem seviyesi, motorların dönüş hızları ve aracın ön tarafında bulunan kameranın görüntüsü telemetri sayesinde anlık olarak kullanıcıya aktaracaktır.

Aracın manuel modda iken çalışabilmesi için hem özgünlük hem de maliyet açısından uygun olduğu için kendi araç kumandamızı kendimiz tasarlamaktayız. Bu kumandayı Wi – fi anteni sayesinde araç ile eşleştirip motorları kontrol edeceğiz. Kumanda kontrol bilgisayarına USB port ile bağlı olacaktır.

Aracımızda görüntü aktarımı, sensör verilerinin iletimi telemetri sayesinde gerçekleştirilecektir. Telemetrinin vericisi Jetson Nano ya bağlı olup, alıcısı ise kontrol bilgisayarına bağlı olacaktır. Bu şekilde tüm verilerin aktarımı kontrol bilgisayarında görülmektedir. Kullanacağımız telemetri RC832 Alıcı ve TS832 Verici olmak üzere ayrı ayrı 48 kanal vardır. Bu telemetri sayesinde 5000 metreye kadar bilgi transferi yapılabilmektedir. Şekil 8:Araç Kontrol Arayüz Sisteminde ki kontrol bilgisayarından görüntülenecek olan ara yüz tasarımı aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 8:Araç Kontrol Arayüz Sistemi

6. Otonom Sürüş Algoritmaları

Aracımızda arayazılım olarak Robotic Operating System (ROS) kullanılmaktadır. Sensör füzyonu ile elde edilen veriler algoritma ve filtrelerle değerlendirilir. IMU sensörden gelen veriler Kalman Filtresi kullanılarak hesaplanacaktır. Böylece stabil bir analog sinyal elde edilecek ve gürültü minimize edilecektir. Bunun yanında lidar ve kamera verileri işlenecektir.

Araç RC kumanda kullanılarak elle de kontrol edilebilirken, araç ve RC kumanda üzerinde bulunan butonlar vasıtası ile otonom sürüş moduna da geçebilecektir.Araç için otonom sürüş algoritması 2 temel başlıkta toplanmıştır.Bunlar: yabancı ot tespiti,haritalandırma ve lokalizasyon(SLAM) ile yol ve rota bulma(path planning) ana modülleridir.

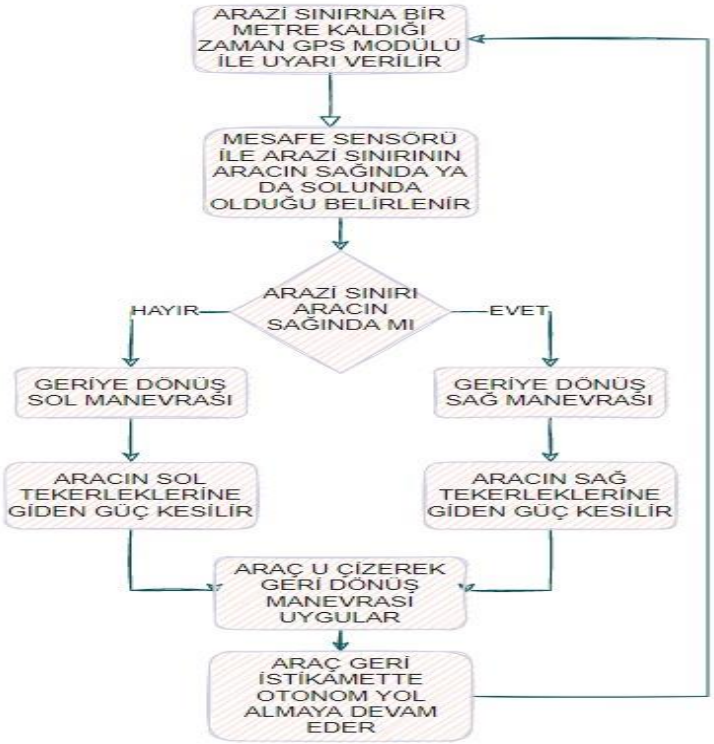
6.1.LIDAR Yardımıyla Engel Tespit, Haritalandırma Algoritması ve Yol Sürüş Algoritması:

İKA'nın otonom hareketinde mesafe sensörleriyle beraber farklı sensörlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçları gidermek için GPS ve Gyro sensör sisteme dahil edilmiştir. GPS sensörü ile İKA'nın geçtiği koordinatlar kayıt altına alınacak ve kullanıcı tarafında görselleştirmek için kullanılacaktır. Mesafe sensörleri ve GPS sensörünün kullanılması ile İKA'nın çevresi ve koordinatlarının bulunduğu bir harita meydana getirilmesi sağlanacaktır. Gyro sensörünün kullanımı ise İKA'nın dönüş algoritmaları sırasında açısal dönüşlerde yardımcı olması için sisteme entegre edilmiştir. İKA'nın dönüşleri adım adım yapılması planlanmaktadır. Lidar otların boyunu aşmayacak bir şekilde konumlandırılacak ve İKA'nın bitkilerin arasından geçmesi sağlanacaktır. 360 derecelik lidar ön ve etrafını yüksek çözünürlükte tarayacak ve bu tarama sonuçlarına göre İKA gidebileceği boşlukları algılayarak sıranın tam ortasından hareket etmesi sağlanacaktır. Lidar ile takip sırasında sıra sonu, engel algılama ve etrafından dönme ya da yol sonu gibi gerekli bilgiler lidar ile sağlanacak. Bu işlem sürecinde kullanılan sensörler; motorlara takılan hız sensörleri, gps ve gyro yani eğim sensörü olacaktır. Bu yapı bizim lokalizasyon için kullanacağımız IMU(Inertial Measurement Unit) yapımızı oluşturacaktır

Bu algoritmadan beklenen aracın engellerden kaçması ve çukurları aşması olacaktır. Araç çukur tespit ettiğinde ona doğru yönelecektir. Araç engel ve çukurları lidar sensörlerinden gelen veriler sonucu tespit edecek ve buna göre bir yol belirleyecektir. Engeller için 360 derecelik bir lidar tercih edilmiştir. Lidardan gelen uzaklık verileri ile ekim sırası ve engel olmayan yöne doğru ilerlenecektir. Araca en yakın engelin mesafesi ve açı değeri başarıyla tespit edildikten sonra engelin bulunduğu konum Rviz (ROS Visualization) görselleştiricide gösterilecektir. Lokalizasyon ve Haritalama için SLAM algoritması kullanılacaktır. SLAM yöntemi esas alınarak Python tabanlı ROS ile araç tarla üzerinde nereye konulursa konulsun başlangıç noktasını sıfır noktası olarak kabul ettiğimiz köşelerden birine doğru yola çıkar ve önüne herhangi bir engel çıktığında engelden kaçış manevrasını uygulayarak sıfır noktamıza ulaşır. Burada ise scalu aracımız kamera ve lidar aracılığı ile aracımızın sağ ya da sol tarafı(önceliğimiz sağ tarafı olacak) tarım arazisine paralel olacak şekilde otonom sürüşe başlar. Tarım arazisinin ilk sınırı aracımızın sağ tarafında ise geriye dönüş sağ manevrası ile geriye dönmesi sağlanacaktır. Bu ise şöyle gerçekleşecektir; önüne hiçbir engel çıkmadığı takdirde mesafe sensörüyle tarım arazisinin sonuna gelmesine bir metre kaldığı zaman sinyal verilecek geriye dönüş sağ manevrası uygulanmaya başlayacaktır ve aracımızın sol tarafındaki tekerleklere giden güç kesilecek ve sadece sağ tarafındaki tekerleklere güç aktarımı devam edecektir. Aracın doğrultusu geriye doğru tekrar sağlandığında ise sol tarafındaki tekerleklere güç aktarımı tekrar verilip aracın geri istikamette sürüşüne devam

etmesi sağlanacaktır. Eğer tarım arazisinin ilk sınırı aracımızın sol tarafında ise geriye dönüş sol manevrası ile geriye dönmesi sağlanacaktır bu ise şöyle gerçekleşecektir; tarım arazisinin sonuna gelmesine bir metre kaldığı zaman geriye dönüş sol manevrası uygulanmaya başlayacaktır ve aracımızın sağ tarafındaki tekerleklere giden güç kesilecek ve sadece sol tarafındaki tekerleklere güç aktarımı devam edecektir. Aracın doğrultusu geriye doğru tekrar sağlandığında ise sağ tarafındaki tekerleklere güç aktarımı tekrar verilip aracın geri istikamette sürüşüne devam etmesi sağlanacaktır. Bu hesaplardan sonra araç, konumlarını bildiği ekin sıralarını tekerlerinin arasına alarak ekinleri ezmeyerek ekinlerin arasında bulunan zararlı otları tespit ettiğinde durarak gerekli işlemleri yapmaktadır. Yine aracın etrafında bulunan LIDAR yardımıyla engellerin araca göre konumu tespit edilip aracın engelin konumuna zıt yöndeki tekerlerine giden gücü kesilip aracın hareketine 45 derece dönerek devam etmesi sağlanır ve bu doğrultuda araç engellerden kaçmaktadır. Araç engelden sıyrılabileceği konuma geldiğinde engele yakın olan tekerler durdurulup aracın 90 derece dönmesi sağlanarak engelin arkasına geçer. TİKA ekin sırasının üstüne geldiğini kameralar aracılığıyla aldığı görsel veriler üzerinden algılayarak engelin tersi yönündeki tekerlerinin gücünü keserek 45 derecelik manevra yaparak tekrardan hareket istikametine döner. Araca yere bakacak şekilde yerleştirilmiş olan 12 metreye kadar ölçüm yapabilen LIDAR sayesinde aracın yere olan uzaklığı ölçülür. Bu mesafenin araca olan uzaklık-yakınlık ilişkisine göre çukur tespit edilip çukurun araca göre konumuna bağlı olarak engellerden kaçarken yapılan manevraların aynısı yapılmaktadır Yine yardımcı olarak kullanılacak sensörlerimiz eğim, hız ve gps sensörleri olacaktır. Bu noktada robotun hareketleri eğitim aşamasında RViz ile takip edilecek. Yol takibinde parametrelerimiz robotun duruşu, waypointler(bir sonraki duraklar) belirlenip buna bağlı olarak lineer hız ve açısal hız oranları belirlenecekti.İlaçlama ise Araçta ilaç püskürtme ve püskürteceği ilacı depolama konusunda, diğer kısımlarda da olduğu gibi standart, kolay erişilebilir ve maliyeti düşük parçalar tercih edilmiştir.Otonom Püskürtme görevi diğer otonom görevlerden ayrı şekilde çalışmaktadır ve sadece yabancı ot tespit edildiğinde püskürtme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bunun için aracın üstünden önünü görüntüleyen kamera ve bu kameradan gelen görüntüleri anlık olarak işleyen Raspberry kontroller olarak kullanılacaktır. Daha sonra görüntüde herhangi bir yabancı ot tespit edildiyse; kamera-püskürtme ucu arası mesafe ve hız bilgileri hesaplanarak belli bir gecikmeden sonra püskürtme ucu işlenmiş görüntüde bitki hangi tarafta duruyorsa o yöne doğru yönelecek ve servo motora güç verilip İmha işlemi ilaç ile(yarışmada su sıkılacak) gerçekleştirilecektir.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ



Şekil 9:Aracın Dönüş Manevrası

6.2.Otonom Yabancı Ot Tespiti:

Otonom sürüş yazılımı aracın görev süresince yarışma alanında belirli bir konum ve duruştan başka bir konum ve duruşa geçişini otonom bir şekilde sağlamakla yükümlüdür. Ana kontrol birimi olarak olarak Jetson Nano kullanılacağı için yabancı ot tespiti yapmak üzere geliştirilecek görüntü işleme algoritması ve otonom sürüş algoritması Python programlama dili ile geliştirilmiştir. Yabani otların kamera yardımı ile tespit edilmesi için derin öğrenme metotları kullanılacaktır . Derin öğrenme tarafında ise kullanılmak üzere darknet kütüphanesi uygun bulunmuştur. Bununla beraber gerekebilecek durumlar için OpenCV kütüphanesi araştırılıp ve öğrenilecektir. Darknet kütüphanesinin seçilme nedeni diğer kütüphanelere nazaran daha hızlı ayrıca görüntü işleme konusunda kullanım kolaylığı ve sonuç odaklı yaklaşım sağlamaktadır. Araç yabani otları tespit edip tanıdıktan sonra onları imha etmelidir. Bu sebeple aracın güzergahını değiştirecek bir durum söz konusu olabilecektir. Kameradan alınan evrişimsel sinir ağlarından geçerek tespit işlemi tamamlanacaktır. Nesne tespit eğitimi için YOLOv4 mimarisi seçilmiştir.Yolov4 seçilme sebepleri yarışma alanında yer alan yabani

otları en net olarak diğer bitkilerden ayırt edip algılamak,Ve Yolov4'ün diğer versiyonlarına göre doğruluk oranının daha fazla olduğu tespit edilip anlaşılmıştır. Yüksek fps işlemlerinde verimliliği arttırmaktadır. Daha doğru bir yol planlaması yapmak için otun tespiti için hazır sınıflar kullanılmamış kendi özgün veri setimiz oluşturulmuş ve eğitilmiştir görüntü işlemeye 700-1000 arasında farklı ortam ve açılardan fotoğraf çekimi yapılarak hazırlandı. Fotoğraflar :

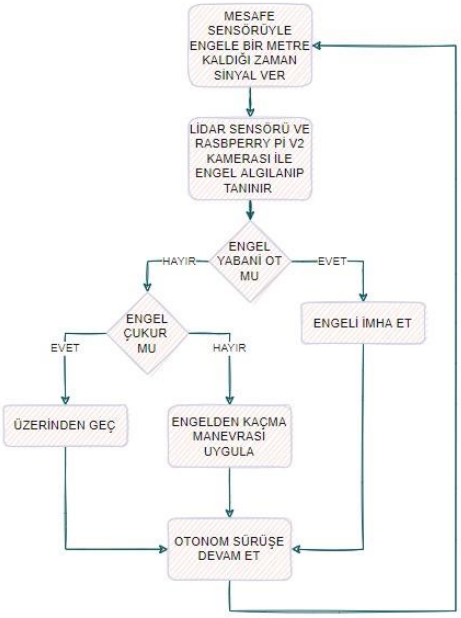
- Yabani ot tespit etme algoritmasında belirtildiği gibi yabani ot ile araç arasında 15 cm mesafesi ile çekilmiştir.

- Kullanılacak kameranın görüntü pixeli ve fotoğraf çekilen kameranın görüntü pixelinin aynı olması durumları dikkate alınarak çekilmiştir. Fotoğrafları dataset oluşturmak üzere makesense.ai sitesinden otomatik olarak yapıldı ve eğitime hazır hale getirildi. Test aşamasını henüz hazır olmadığı için otomatik etiketlemede sıkıntı çıkması durumunda tek tek etiketleme işlemine hızlıca geçerek oluşacak olumsuz durumları ortadan kaldırılması B planı olarak düşünülmüştür.

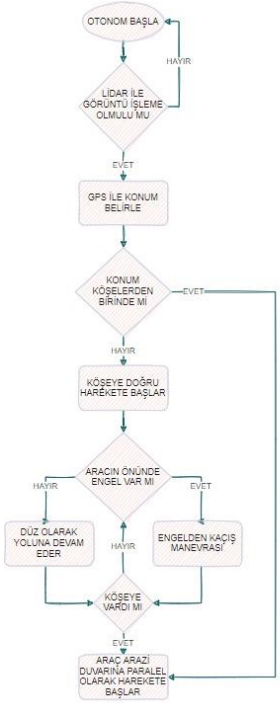
- Etiketlenme işlemleri tamamlandıktan sonra YOLO algoritması kullanılarak oluşturulan model eğitime hazır hale getirildi.

- Elde edilen .jpg ve .txt dosyaları convert edilerek eğitim işlemini Google Colabratory üzerinden tamamlayarak kullanılacaktır

Aracın çarpmaması gereken suni engeller olduğu bilinmektedir. Bu engeller araçtan gelen LIDAR ve kamera verileri kullanılarak algoritmalar yardımıyla tespit edilecektir. Aracın tam otonom çalışabilmesi için LIDAR sensörü eklenmiş olup, LIDAR'dan gelen veriler anlamlandırılmıştır. Bu algoritma sayesinde engelden kaçınma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yarı otonom'a geçiş arayüz üzerinden veya kumanda üzerinden butona basılarak geçilecektir.



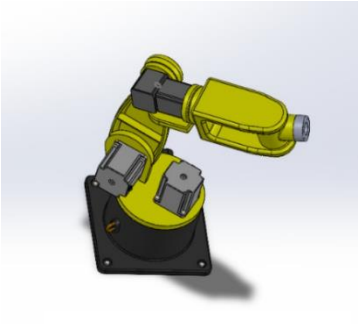
Şekil 10:Yabani Ot İmha Algoritması



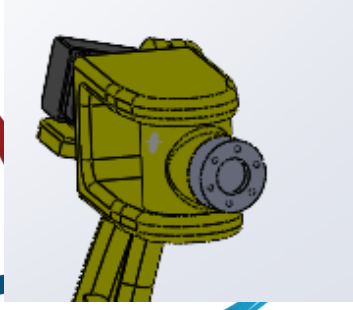
Şekil 11: Aracın Otonom Hareketi

7. Yabancı Otla Zirai Mücadele Yöntemleri

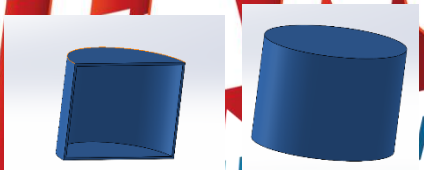
İlaçlama Sistemi: Kameradan alınan veri ile araca yabani ota yaklaştığında robot kol yabani ota yaklaşarak ilacı sıkacaktır. Robot kol mekanizması 3 eksende hareketi sağlayabilecek şekilde tasarlanarak 3D yazıcı kullanılarak PLA malzemesi ile üretilecektir. Su haznesinin içerisinde bulunan 6v mini dalgıç su pompası sayesinde robot kolumuzun uç kısmına ilaç iletilecektir. Robot kolun uç kısmında akış sınırlandırıcı sayesinde ilaç püskürtülerek çıkacaktır. Hazne 2mm et kalınlığında üretilecek olup su sızdırmazlığı için etrafı epoksi ile kaplanacaktır. Dalgıç motorun hortumu ile hazne arasındaki sızdırmazlık için uygun boyutta bir conta kullanılacaktır. Haznenin ön kısmında bulunan selenoid valf 8 atm basınca dayanabilecek güçte olup elektronik olarak kontrol edilebilmektedir.



Şekil 12:Araç Kolu



Tablo 3: Araç İlaç Püskürtme Kolu Bileşenleri

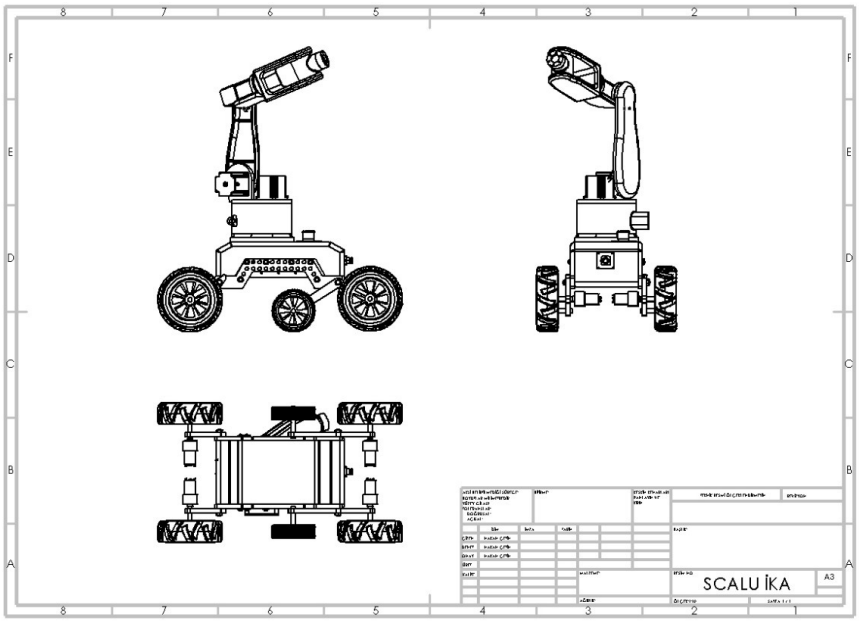
Bileşen	**Bileşen Görseli**	**Adet**	**Açıklama**	**Teknik Özellikler**
Mini Dalgıç Su Pompası 6V 120 Litre/Saat		1	İlaç deposundan ilacı çekmek için kullanılacak olan motordur.	Çalışma Gerilimi: DC 2.5V-6V Çalışma Akımı: 130-220mA(Zorlanma Akımı) Güç Tüketimi: 0.4-1.5W Akış Hızı: 80-120L / H Malzeme: Plastik Giriş çapı: 4.7mm Çıkış çapı: 7.5mm Çalışma Ömrü : 500 saat Su Geçirmez: IP68 Kablo Uzunluğu: 20 cm Renk: Beyaz Max. Su Basma mesafesi : 110 cm Boyut: 45 (L) x24 (W) x33 (Y) mm
İlaç Deposu		1	İlacın muhafaza edileceği depo epoksiden üretilecek olup robot kolun altında konumlandırılıcaktır	Çap:100 mm Yükseklik:75mm Et kalınlığı:2mm Malzeme: Pla + epoksi güçlendirme
Robot kol		1	İlacın yabani ota doğru püskürtülmesi için kullanılacaktır.	Malzeme: Pla

TEKNOFEST TEKNOLOJİ FESTİVALİ

8. Özgün Bileşenler

Scalu 6x6 ika zorlu arazi koşullarında etkinliğini arttıran yüksek hareket kabiliyeti ve uzun mesafe yol koşullarında sürati ile her türlü iklim şartında görev yapmaya hazır, modüler bir platform olup tarım arazisinde ihtiyacı en iyi şekilde karşılayan özel bir tasarıma sahiptir.

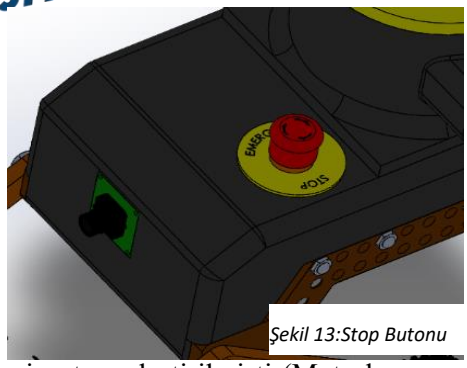
Bu 6x6 tasarım zorlu arazi koşullarında üstün hareket kabiliyeti kazandırmıştır.



9. Güvenlik Önlemleri

Scalu TİKA' da alınan güvenlik önlemleri aşağıdaki listede verilmiştir.

1) Araç kabuğunun en üst kısmında olması planlanan bir adet acil durdurma butonu yer almaktadır. Bu buton batarya ile batarya yönetim sistemi arasında bulunur ve yaşanacak bir probleme karşı aracın enerjisini keserek sistemi kapatır. Yarışma esnasında Operasyon Kontrol Görevlisinin kolay ulaşabileceği bir yere koyulmuştur.



Şekil 13:Stop Butonu

2) Aracın bataryadan çektiği akım miktarının %15 fazlası kadar sigorta yerleştirilmiştir(Motorlar ilk kalkış anında normal çalışma akımından daha fazla akım çekmesi hesaba katılmıştır). Bu şekilde elektronik bileşenlere zarar verme ve yangın riski ortadan kaldırılmıştır.
3) İlaç haznesi ile elektronik bileşenler arasına sızdırmaz yapıştırıcı konulması planlanmaktadır. Böylelikle elektronik bileşenlere olası bir sıvı teması engellenmiştir.

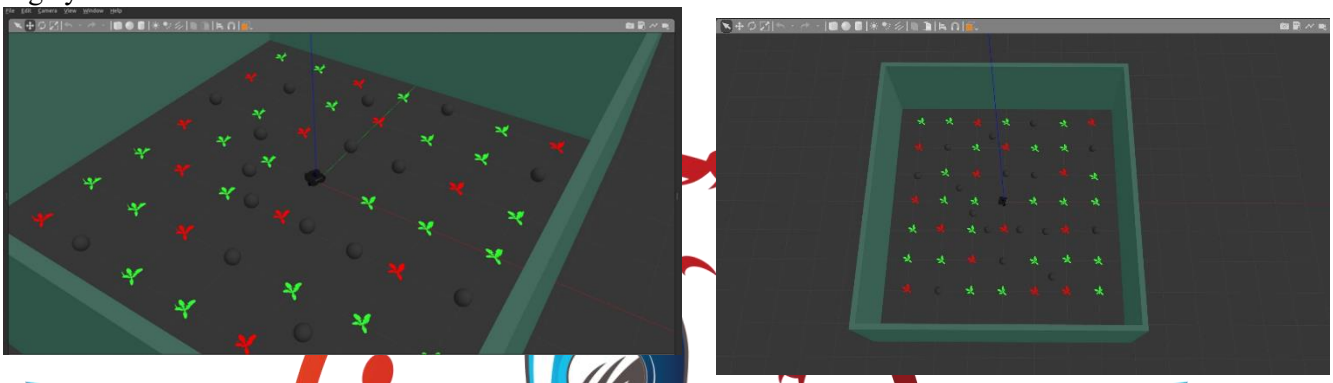
4) TİKA' da kullandığımız Ublox 6M GPS sensör sayesinde aracın anlık olarak konumu sürekli olarak kontrol bilgisayarına gelmektedir. Aracın çalınma veya yarışma alanın dışına çıkması durumları engellenmiştir.
5) IMU sensörü aracın yere göre eğimi hesaplanmaktadır. Araç belli bir eğim derecesinin üstüne çıktığında sensör aracın devrilmek üzere olduğunu algılayıp uyarı vermektedir.
6) Aracın hem otonom hem de manuel olarak çalışabilmesi, otonom halde iken olası bir yazılımsal problem olduğunda manuel moda geçip müdahale edilebilir olması ekstra aldığımız bir güvenlik önlemidir.
7) DHT11 ısı ve nem sensörü sayesinde çekilen veri kontrol bilgisayarına aktarılır. Bu şekilde batarya gibi önemli elektronik elemanların aşırı ısınmasının ve yangın çıkmasının önüne geçilmektedir. İlaç deposu ile elektronik malzemeler arasında sızdırmaz yapıştırıcı olmasına rağmen her ihtimale karşı o bölge oldukça kritik olduğundan sürekli nem seviyesi ölçülmektedir. Elektronik ekipmanlara sıvı teması olmaması için nemlenme başladığı takdirde uyarı vermektedir.

10. Simülasyon ve Test

ROS (Robotik Operation System) robotları kontrol ve test etmeye yarayan bir açık kaynaklı arayüz yazılımıdır. Karmaşık robot davranışlarını basitleştirmeye yarar. ROS robotlarda çok yaygın olarak kullanılan ve kod üzerinde çok az değişiklik yaparak diğer robotlar üzerinde de kullanabilmeyi sağlayan bir yazılımdır. ROS sayesinde araca takılan LİDAR sensöründen alınan veri bilgisayara ulaşacaktır ve böylece bilgisayarda işlenen veri araca bir görev olarak geri döner. Aradaki bu haberleşme sistemi ROS arayüzü sayesinde sağlanır. ROS, Gazebo simülasyon ortamıyla uyumlu olarak çalışır. Bu sayede projenin prototip aşamasında aracın veri yapısını test etmek için Gazebo simülasyon ortamı kullanılmaktadır.

Linux işletim sistemine Gazebo programının yüklenmesiyle birlikte, Gazebo'nun online veri tabanından birçok ortam (dünya), robot ve nesneye ulaşabiliriz. Veri tabanındaki çokça bulunan bu robotlar ROS ile beraber çalışabilme özelliğine sahiptir. Sadece veri tabanındaki robotlarla sınırlı kalmayıp, kendi robot ve dünyamızı yaratma imkânı bize tanınmıştır. İstenildiği takdirde aracımıza istenilen sensör ve kamera ekleyebilme şansımız vardır. Diğer simülasyon programlarına nazaran Gazebo, sensör ekleme ve gerçeklemesi konusunda çok daha verimlidir. Sensörlerden alınan verilere gürültülerin dâhil edilmesi gerekmektedir. Gerçek dünyada gürültüsüz veriye ulaşılması imkânsızdır. Bu sebepten dolayı simülasyon ortamının gerçek dünyadaki gibi gürültülü veri üretmesi sağlanarak ideal robot tasarımı gerçeklemelidir. Gazebonun sensörleri sayesinde gürültülü veri oluşturmak mümkündür. RViz de bir robot simülasyon ortamıdır. Kamera, lazer vb. sensörlerden gelen verileri görüntüleyebilir. RViz robotun sensör verileriyle ortamı nasıl yorumladığını görselleştirirken Gazebo ise robotun gerçek hayattaki davranışlarını simüle eder.

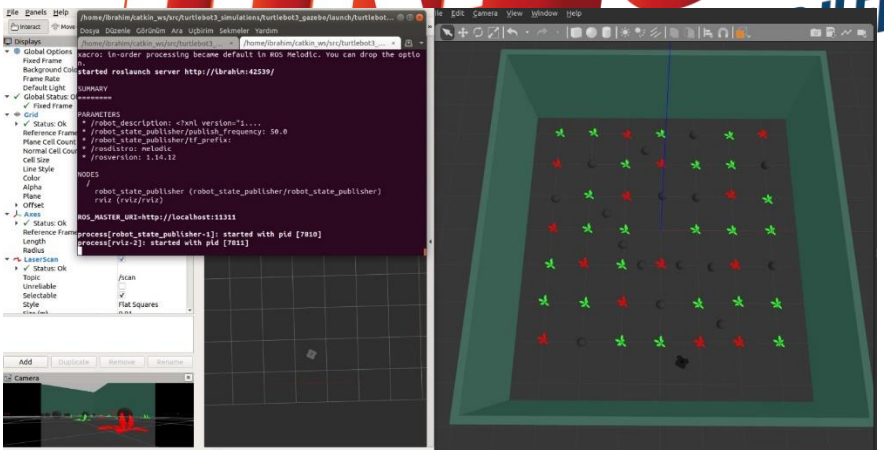
Gazebo simülasyon ortamında yarışma alanını temsil eden bir ortam oluşturulmuştur. (Şekil 14:Temsili Tarım Arazisi Simülasyonu) Alan ise duvarlarla sınırlandırılmıştır. Yeşil otlar kültür bitkilerini temsil ederken, kırmızı otlar ise yabani otları temsil etmektedir. Küre biçimindeki siyah cisimler ise yarışma alanında bulunan engelleri temsil etmektedir. Araç başlangıç konumu olarak sanal arazinin orta noktasına yerleştirilmiştir. Simülasyon ortamında aracı temsil etmek üzere turtlebot3 kullanılmıştır. Aracı temsil etmek için turtlebot3 kullanılmasının sebebi ise, bu araçta LİDAR sensörü, kamera gibi bileşenlerin hazır olarak bulunduğundan dolayı simülasyon ortamında görevleri gerçekleştirmek adına yazılım ekibinin yazmış olduğu ve yazacak olduğu yazılım algoritmalarını test etme açısından kolaylık sağlayacak olmasıdır.



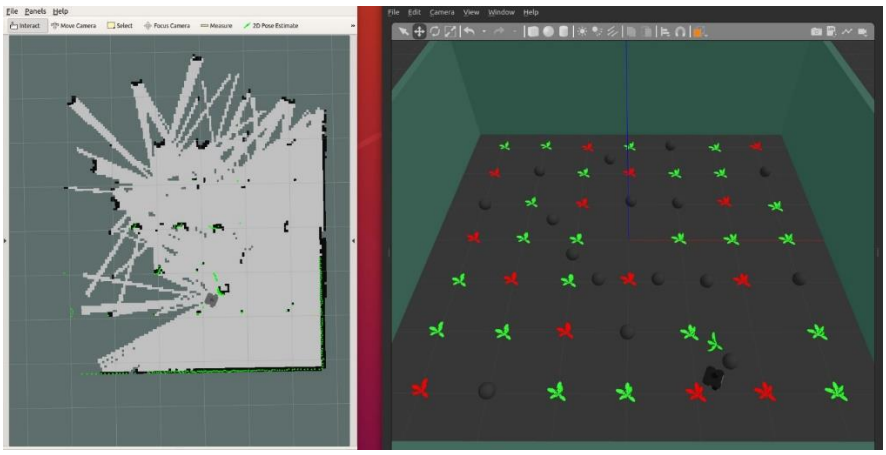
Şekil 14:Temsili Tarım Arazisi Simülasyonu

Temsili olarak oluşturulan bu simülasyon ortam sayesinde yazılım ekibinin geliştirmiş olduğu engelden kaçış algoritmaları, haritalama ve otonom sürüş algoritmalarının test edilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda, haritalama işlemini gerçekleştirebilmek için "slam_gmapping" algoritması tercih edilmiştir. ROS aracılığı ile GAZEBO simülasyon ortamında araca gömülen yazılımların çıktısı olarak simüle edilmiş temsili yarışma alanında, aracın otonom olarak hareket etmesi ve alanı haritalandırması beklenmiştir.

Simülasyon ortamında araç çalıştırıldıktan sonra RViz üzerinden haritalama süreci gözlemlenmiş olup haritalandırma işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca simülasyon sonucunda aracın, otonom sürüş ve engelden kaçma görevlerini de başarılı bir şekilde gerçekleştirdiği görülmüştür.



Şekil 15Otonom sürüş ve Engelden Kaçış Algoritmalarının Testi



Şekil 16 Haritalandırma

11. Kablosuz Haberleşme

Kullanıcının aracın durumunu görmesini sağlaması için ara yüz tasarlanmıştır. Bu ara yüz bilgisayarın portundan gelen bilgileri okuyarak kullanıcıya aracın sensör verilerini, harita üzerindeki konumu, batarya seviyesi, sıcaklık ve nem seviyesi, motorların dönüş hızları ve aracın ön tarafında bulunan kameranın görüntüsünün telemetri sayesinde anlık olarak kullanıcıya aktaracaktır.

Aracın manuel mod da iken kontrol edilebilmesi için joystick kullanılacaktır. Joystick' e bir mikroişlemci takılıp NRF24L01 modülü(Şekil2.1' de gösterilmiştir) sayesinde araç kontrolü uzaktan sağlanacaktır. Burada joystick' in yön tuşları ile araç motor kontrolü sağlanmaktadır. Mikroişlemciye yazılım sayesinde analog giriş- çıkış sağlanacaktır böylelikle düşük maliyetli bir kablosuz haberleşme sistemi kurmuş olacağız. Bu modül sayesinde engelsiz 1000 metreye kadar kablosuz iletişim imkânı sağlanmaktadır.

Aracımızda görüntü aktarımı, sensör verilerinin iletimi telemetri sayesinde gerçekleştirilecektir. Telemetrinin vericisi Jetson Nano ya bağlı olup, alıcısı ise kontrol bilgisayarına bağlı olacaktır. Bu şekilde tüm verilerin aktarımı kontrol bilgisayarında görülmektedir. Kullanacağımız telemetri RC832 Alıcı ve TS832 Verici olmak üzere ayrı ayrı 48 kanal vardır. Bu telemetri sayesinde 5000 metreye kadar bilgi transferi yapılabilmektedir.

12. Teorik Hesaplamalar

Motor Hız Hesabı- RPM Hesabı

RPM, bir dakikadaki tam devir sayısının bir ölçüsüdür. Araçta ki 4 adet 140 RPM motor olduğundan dolayı RPM (devir/dakika) üzerinden aracın ortalama açısal hızının hesaplanması gerekiyor. Bu değerlere göre çalışma süresi, batarya gücü hesaplaması gibi değerlere ulaşılması ve parkur alanının teorik olarak hesaplanması için kullanılmıştır.

$$W=((\text{devir/dakika}))/((\text{saniye/dakika})) \times (2\pi)\text{rad/devir}$$

Yukarıdaki formül motor RPM değerini rad/s cinsinden bir değer olan açısal hıza çevirmek için kullanılır. Aracın RPM değerini aşağıdaki gibi hesaplandığında:

$$W=((140\ )\text{devir/dakika})/((60)\ \text{saniye/dakika}) \times (2\pi)\ \text{rad/devir}$$

140 RPM değerindeki bir motorun açısal hızı W = 14.65 rad/s ‘ dir. Bir motor için açısal hız bulunduğunda bu değerin lineer hıza dönüşmesi gerekir. Hız formulü :

$$V = w.\ r$$

Buradaki w açısal hızın r değerinde motora takılı olan tekerleğin yarıçap değeridir. Tekerlek yarıçapı 10 cm olduğuna göre, değerler formülde yerine yazılırsa :

$$V = (14.65\ rad/s)\ \ x\ (\ 0.1\ m\ )$$
$$V = 1.465\ m/s$$

Bu değer bir motorun lineer hız değeridir.

Yokuş Direnci Kuvveti (Fg)

Yokuş direnci, taşıtın eğimli yolda hareketi sırasında taşıtın ağırlığının yola paralel bileşeninden kaynaklanır. Eğer araç yukarı doğru hareket ediyor ise bu bileşen aracın hareketine direnç gösterir.

$$Fg = (\ Mm\ \ )\ x\ (\ sin a\ )\ x\ (g)$$

Yukarıdaki formülde Mm değeri aracın kütlesidir, g değeri yer çekimi ivmesi (sabit 9.81m/s2), a değeri ise aracın tırmanmak istediği yolun eğiminin açısıdır. Bu değerler yerine yazıldığında aracın yokuş direnci kuvveti bulunur. Aşağıdaki formülde yarışma şartlarında araçtan 150 eğimli bir yolu tırmanması beklendiğinden yol eğimi 150 üzerinden hesaplanmıştır. (İKA’ nın tam ağırlığı henüz hesaplanmadığı için tahmini ağırlık değeri 10 kg olarak girilecektir.)

$$Fg = (\ 10\ )\ x\ (\ sin15 = 0.258\ )\ x\ (9.81) = 25.309\ N$$

Enerji - Güç Hesaplamaları

Aracımızın elektrik hesaplamaları kullanılan komponentlerinin etiket değerleri referans alınarak hesaplanmıştır.

1 saatte harcanan enerji : E=I x V

1 saatte harcanan güç : P= I x E = I2 x V

formülleri ile hesaplanabilir.

4x 140 RPM 12 Volt Redüktörlü DC Motor	30 Watt
Jetson Nano	80 Watt
Arduino Mega	23 Watt

Arduino Uno	1,5 Watt
Toplam güç :	133,5 Watt

Hesaplanan değerler maksimum çekilen akıma göre hesaplanmıştır. Yani minumum çalışma süresi hesaplanacaktır.

Kullandığımız Li-Po bataryanın gücü ise 2501.2 Watt'dır. Hesaplamalar 1 saatlik değerler olduğuna göre aracımız 1 saatte 133,5 Watt enerji kullanır.

Pil-akü ömrü hesaplamalası yapılırken 0.707 katsayısı dış faktörlerin etkisi olarak ortalama bir değerdir. Eğer gerçekçi bir hesap ortaya koymak gerekirse aracımız minumum 13 saat 14 dakika çalışacak bir sisteme sahiptir.

13. Referanslar (Kaynakça)

[1] Debnath, S. S., Hussain, S., Gaitonde, A., & Agarwal, A. (2019, December). Design and Implementation of a Warfield Unmanned Ground Vehicle to Carry Payload. In *International Conference on Communication, Devices and Networking* (pp. 385-391). Springer, Singapore.

[2] Lee, S., Yoon, S., Kim, H. J., & Kim, Y. (2008, November). Wireless stereo vision system development for rotary-wing UAV guidance and control. In *2008 3rd International Conference on Sensing Technology* (pp. 168-173). IEEE.

[3] Wang, T., Wu, Y., Liang, J., Han, C., Chen, J., & Zhao, Q. (2015). Analysis and experimental kinematics of a skid-steering wheeled robot based on a laser scanner sensor. *Sensors*, *15*(5), 9681-9702.

[4] Slaughter, D. C., Giles, D. K., & Downey, D. (2008). Autonomous robotic weed control systems: A review. *Computers and electronics in agriculture*, *61*(1), 63-78.

[5] Hohl, L., Tellez, R., Michel, O., & Ijspeert, A. J. (2006). Aibo and Webots: Simulation, wireless remote control and controller transfer. *Robotics and Autonomous systems*, *54*(6), 472-485.

[6] Michaels, A., Haug, S., & Albert, A. (2015, September). Vision-based high-speed manipulation for robotic ultra-precise weed control. In *2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (pp. 5498-5505). IEEE.

[7] Demir, C. (2005). *Tekirdağ ili tarım işletmelerinde kimyasal savaşımda kullanılan bitki koruma alet ve makinelerinin teknik özellikleri ve uygulama sorunlarının saptanması üzerine bir araştırma* (Master's thesis).

[8] SIRRI, M. (2019). Buğday ekim alanlarında sorun oluşturan yabancı ot türleri: Siirt ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, *6*(2), 142-152.

[9] MENGÜÇ, Ç. (2018). Herbisit toksisitesi ve yabancı otlara karşı alternatif mücadele stratejileri. *Turkish*

Journal of Weed Science, *21*(1), 61-73.

[10] YABANCI OTLARLA MÜCADELE YÖNTEMLERİ (tarimkutuphanesi.com)

[11] Eylül, Ö. Z. E. R., & İNNER, A. B. Tekstil Sektörü için ROS Destekli Otonom Mobil Robot Geliştirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (26), 482-487.

[12] https://cennttceylnn.medium.com/gazebo-nedir-ros-nedir-19983c017818

Kritik Tasarım Raporu puanlaması aşağıdaki şablona göre yapılacaktır;

Bölüm		**Puanlama**
1	Takım Organizasyonu	5
2	Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi	5
3	Araç Özellikleri	15
4	Sensörler	10
5	Araç Kontrol Ünitesi	10
6	Otonom Sürüş Algoritmaları	15
7	Yabancı Otla Zirai Mücadele Yöntemleri	10
8	Özgün Bileşenler	10
9	Güvenlik Önlemleri	5
10	Simülasyon ve Test	10
11	Referanslar (Kaynakça)	5

RAPOR TASLAKLARI İLE İLGİLİ NOT:

- **Tüm raporlar akademik rapor standartlarına uygun olarak yazılmalıdır.**
- **Yukarıda yer alan 11 madde en fazla 30 (otuz) sayfada anlatılacaktır.**
- **Raporların içerikleri ile ilgili bilgiler yukarıda belirtilmiştir.**
- **Tüm raporlar "İçindekiler" ve "Kaynakça" içermelidir.**
- **Her rapor bir kapak sayfası içermelidir.**
- **İçindekiler, kapak, kaynakça ile 11 maddelik rapor alanları toplamda görseller dahil en fazla 33 sayfa olmalıdır.**
- **Raporlar sayfaları birbirini takip edecek şekilde numaralandırılmalıdır.**
- **Yazı tipi: Times New Roman, Punto: 12, Satır Aralıkları: 1,15, İki tarafa yaslı, Sayfa kenar boşlukları üst-alt-sağ-sol 2,5 cm olmalıdır.**
- **Raporunda, web sitemizde yer alan geçmiş yıl raporlarından yararlanmış olan takımlarımızın alıntı yaptığını referans sayfasında belirtmesi gerekmektedir. Ek olarak alıntı yapılan cümle/lerin ardından da kısa referansın belirtilmesi gerekmektedir.**

  ALINTI FORMATI: "Alıntı yapılan Cümle/ler" (Yıl, Yarışma Adı, Kategori, Takım Adı)
  ÖRNEK ALINTI: "Enkazda depremzedenin nerede olduğunu tespit edilememesi, enkaz kaldırma ve depremzede arama çalışmalarını yavaşlatan en önemli sorundur." (2020, İnsanlık Yararına Teknoloji Yarışması, Afet Yönetimi, X Takımı)