TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

TARIMSAL İNSANSIZ KARA ARAÇLARI YARIŞMASI

KRİTİK TASARIM RAPORU

TAKIM ADI

YASUN

PROJE ADI

TARIMSAL İNSANSIZ KARA ARACI

BAŞVURU ID

326354

İÇERİK

1. Takım Organizasyonu ---------- 3

2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi ---------- 3

3. Araç Özellikleri ---------- 3

4. Sensörler ---------- 3

5. Araç Kontrol Ünitesi ---------- 3

6. Otonom Sürüş Algoritmaları ---------- 3

7. Yabancı Otla Zirai Mücadele Yöntemleri ---------- 4

8. Özgün Bileşenler ---------- 4

9. Güvenlik Önlemleri ---------- 4

10. Test ---------- 4

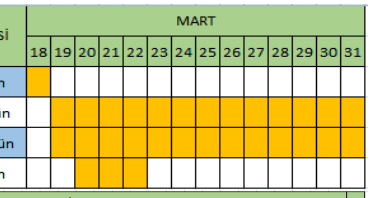
11. Referanslar ---------- 5

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

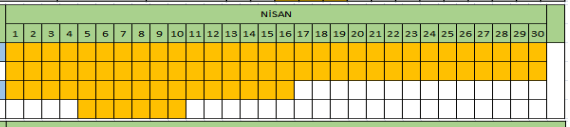
1. Takım Organizasyonu

Hassas tarım uygulamalarının yerli ve milli olarak geliştirilen otonom araçlarla yapılabilmesi için 2021 yılında YASUN takımı kurulmuştur. Takım, 1 Akademik danışman ve 5 Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği son sınıf lisans öğrencisi olmak üzere toplam 6 kişiden oluşmaktadır.

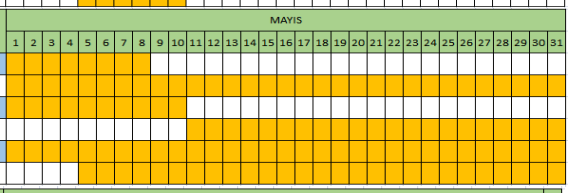
SIRA	GÖREV ADI	GÖREV BAŞLANGICI	GÖREV BİTİŞİ	SÜRESİ
1	Ön Tasarım Raporu (ÖTR)Teslimi	18.03.2022	18.03.2022	1 gün
2	Yazılım Çalışmaları	19.03.2022	8.05.2022	50 gün
3	Algoritmaların Geliştirilmesi	19.03.2022	30.06.2022	113 gün
4	Aracın Gerekli Hesaplarının Detaylı Yapılması	20.03.2022	22.03.2022	3 gün



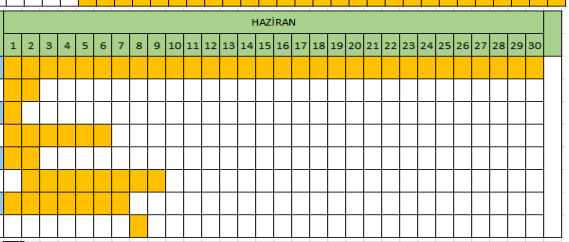
SIRA	GÖREV ADI	GÖREV BAŞLANGICI	GÖREV BİTİŞİ	SÜRESİ
1	Yazılım Çalışmaları	19.03.2022	8.05.2022	50 gün
2	Algoritmaların Geliştirilmesi	19.03.2022	30.06.2022	113 gün
3	Haberleşme Sistemi İle İlgili Çalışmalar	1.04.2022	16.04.2022	16 gün
4	Elektronik Tasarım	5.04.2022	10.04.2022	6 gün



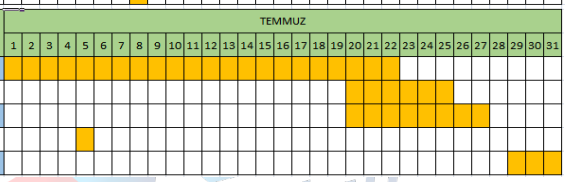
SIRA	GÖREV ADI	GÖREV BAŞLANGICI	GÖREV BİTİŞİ	SÜRESİ
1	Yazılım Çalışmaları	19.03.2022	8.05.2022	50 gün
2	Algoritmaların Geliştirilmesi	19.03.2022	30.06.2022	113 gün
3	Prototip Aracın İmalatının Bitmesi	1.05.2022	10.05.2022	10 gün
4	Prototip Aracın Denemeleri ve Testleri	11.05.2022	31.05.2022	21 gün
3	Mekanik Tasarım	1.05.2022	2.06.2022	31 gün
4	Görüntü İşleme İle İlgili Çalışmalar	5.05.2022	1.06.2022	26 gün



SIRA	GÖREV ADI	GÖREV BAŞLANGICI	GÖREV BİTİŞİ	SÜRESİ
1	Algoritmaların Geliştirilmesi	19.03.2022	30.06.2022	113 gün
2	Mekanik Tasarım	1.05.2022	2.06.2022	31 gün
3	Görüntü İşleme İle İlgili Çalışmalar	5.05.2022	1.06.2022	26 gün
4	Prototip Araca Göre TİKA'nın Değerlendirilip Düzenlenmesi	1.06.2022	6.06.2022	6 gün
5	Araç Çizimlerinin Sanal Ortamda Analizinin Yapılması	1.06.2022	2.06.2022	2 gün
6	Analiz Sonuçlarına Göre Malzemenin Detaylı Bir Şekilde Belirlenmesi	2.06.2022	9.06.2022	8 gün
7	Kritik Tasarım Raporu (KTR) Hazırlama	1.06.2022	7.06.2022	7 gün
8	Kritik Tasarım Raporu (KTR) Teslimi	8.06.2022	8.06.2022	1 gün



SIRA	GÖREV ADI	GÖREV BAŞLANGICI	GÖREV BİTİŞİ	SÜRESİ
1	Aracın Parçalarının Temini ve Aracın İmalatı	1.07.2022	22.07.2022	22 gün
2	Son İyileştirmeler Ve Geliştirmeler	20.07.2022	25.07.2022	6 gün
3	Sunum Ve Raporların Hazırlanması	20.07.2022	27.07.2022	8 gün
4	Hareket Kabiliyeti Videolarının Teslimi	5.07.2022	5.07.2022	1 gün
5	TEKNOFEST	29.07.2022	31.07.2022	3 gün



Tablo 1.1 İş Takvimi

Aracın tasarımı planlandıktan sonra SolidWorks programı ile bilgisayar ortamında çizimi yapılmıştır. Ardından bu çizime ve bu tasarıma uygun şekilde bir prototip araç modeli çıkartılmıştır. Bu prototip araç üzerinde testler ve denemeler yapılarak herhangi bir sorun olup olmadığı incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda prototip araçta fark edilen sorunlar değerlendirilerek yarışma esnasında kullanılacak olan TİKA'da gerekli değişiklikler SolidWorks programında yapılmıştır. Yapılan değişiklikler ile birlikte araç son halini almıştır. ÖTR'de hazırlanan iş zaman çizelgesinde (Tablo 1.1) yarışma takvimine göre belirli değişiklikler yapılmıştır ve bu değişikliklere uyulmaya özen gösterilmektedir.

TEKNOFEST HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi

Tarımsal İnsansız Kara Aracı(TİKA), ÖTR aşamasında aldığı hakem değerlendirmeleri ve puanlamalar doğrultusunda raporun güçlü ve zayıf yönleri üzerine gidilmiş, güçlü olan yönler daha güçlendirilmeye zayıf olan yönler ise güçlendirilmeye çalışılmıştır. ÖTR aşamasından sonra TİKA prototipi yapılarak, deneme sayıları arttırılmış ve prototip üzerinde gözlemlendiği üzere bazı değişikliklere gidilme kararı alınmıştır(Tablo 2.1).

Madde Sırası	Yapılması Gereken Maddeler	Alınması Gereken Puan Aralığı	Alınan Puanlar
1	Yarışma Kurallarının Analizi ve Tasarım Çalışması Hedefleri	(0-2 Puan)	2
2	Araç Özellikleri ve İşlevsellik	(0-10 Puan)	8
3	Motor Tasarımı	(0-10 Puan)	7,67
4	Yürüyüş Sistemi	(0-10 Puan)	8,67
5	Sistemin Elektronik Tasarımı	(0-10 Puan)	8
6	Haberleşme Sistemi	(0-10 Puan)	7,33
7	Enerji ve Güç Planlaması	(0-10 Puan)	8,33
8	Mekanik Tasarım	(0-10 Puan)	8,33
9	Yazılım ve Veri Akışı Mimarisi	(0-10 Puan)	7,67
10	Otonom Sürüş Algoritmaları	(0-10 Puan)	7,33
11	Güvenlik Önlemleri	(0-5 Puan)	4
12	Rapor Düzeni ve Kaynakça	(0-3 Puan)	3

Tablo 2.1 Ön Tasarım Raporu Değerlendirilmesi

Motor sürücü olarak şu anlık kullanılması düşünülen BTS7960B, motorlar için yeterli düzeydedir. Ancak PCB kart basılarak motor sürücüsü yapıldığı takdirde yedek sürücü olarak kalacak ve asıl sürücünün basılan PCB kart olarak kullanılması planlanmaktadır. PCB kart üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

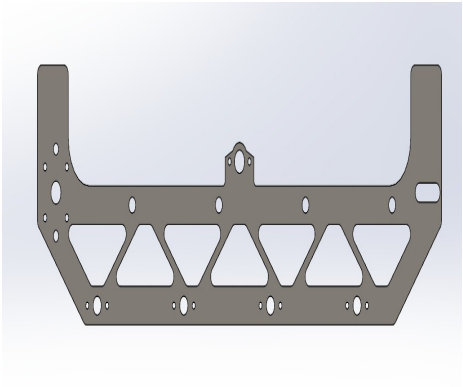
Değişecek Materyal		Yeni Materyal		Değişme Nedeni
LINIX DC MOTOR		KORMAS DC MOTOR		Motorun istenilen tork değerini sağlayamaması ve aracı yeterli hıza çıkaramamasından dolayı 24 V Kormas DC motor tercih edilmiştir.
12-40V 10A MOTOR SÜRÜCÜ KARTI		BTS7960B 40 AMPER MOTOR SÜRÜCÜ MODÜLÜ		Prototip üzerinde denediğimiz 12-40V 10A motor sürücü kartı yeni belirlenen motora uygun olmadığı için motor değerlerine uygun olan BTS7960B motor sürücü modülü tercih edilmiştir.
JUMPER KABLO		DEVRE BAĞLANTI KABLOLARI		Jumper kabloların üzerinden geçen amper değerlerini kaldıramayarak devrelerde kısa devre veya aksaklık oluşturmasından dolayı devrelerde jumper kabloya kıyasla daha yüksek akımlara karşı dayanımlı devre bağlantı kabloları kullanımı tercih edilmiştir.

Tablo 2.2

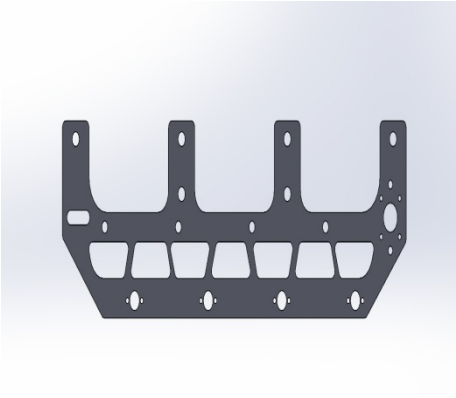
2.1 Ön Tasarım Değerlendirilmesi

Ön tasarım raporunda belirlenen mekanik tasarımda değişiklikler yapılmıştır bu değişiklikler şu şekildedir;

- Şasi tasarımı güçlendirmelerden dolayı tamamen değişmiştir

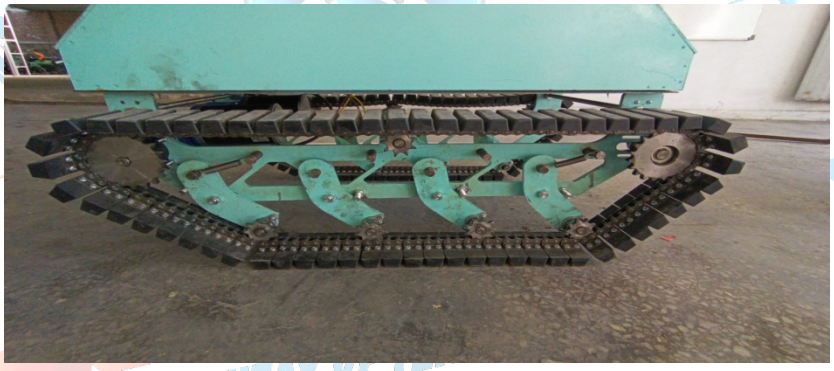


Şekil 2.1 Prototipe ait şasi tasarımı



Şekil 2.2 Yapılacak araca ait şasi tasarımı

- Lastik paletler sistemden tamamen çıkarılmış. Bunun yerine tasarımını kendimizin yaptığı zincir-kauçuk paletler imal edilmiştir.
- Sisteme hareket verecek tahrik mekanizması zincir dişli olarak değiştirilmiştir.
- Sistemi taşıyacak olan tekerlekler sistemden çıkarılmış bunun yerine zincir dişliler daha az sayıda sisteme dahil edilmiştir.
- Taşıyıcı ayaklarda oluşan üretilebilirlik probleminden dolayı değişikliğe gidilmiş ve tasarımları tamamen değişmiştir.
- Değişen taşıyıcı ayaklardan dolayı süspansiyon sistemi değişmiş ve daha verimli hale getirilmiştir.



Şekil 2.3 Prototip'in yandan görünüşü ve yapılan değişikliklerin görünümü

- Yeni yapılan tasarımda, araçta oluşabilecek esnemelere ve burulmalara yönelik şaseye ek olarak vidalı miller eklenmiştir.
- Prototipte denenen 3 mm kalınlıkta yaylarda oluşan mukavemet bozukluklarından dolayı yaylarda kalınlaştırmaya gidilecektir.
- Prototipte denenmiş 9 diş avare dişliler, 12 diş avare dişliler ile değiştirilecektir. Prototipte denenmiş cıvataların gerek maliyet gerekse dayanıklılık açısından, mil ile değiştirilmesi kararlaştırılmıştır.

Malzemeler	Adet Sayısı	Toplam Fiyat	Durum
BTS7960	2	₺ 259,60	Temin Edilmedi
RP 2D LIDAR A2M8	1	₺ 7.339,60	Temin Edildi
LDR	2	₺ 22,52	Temin Edilmedi
RASPBERRY V2 KAMERA	2	₺ 1.581,20	Temin Edilimedi
RASPBERRY Pİ 3B+	1	₺ 2.865,93	Temin Edildi
RASPBERRY Pİ 4 MODEL B 4GB	1	₺ 3.089,00	Temin Edilmedi
ARDUİNO MEGA	2	₺ 1.371,40	Temin Edilmedi
KORMAS FIRÇALI DC MOTOR	2	₺ 3.280,00	Temin Edilmedi
HC-SR04 MESAFE SENSÖRÜ	7	₺ 172,83	Temin Edilmedi
SIVI SEVİYE SENSÖRÜ	1	₺ 31,95	Temin Edilmedi
LM35 SICAKLIK SENSÖRÜ	2	₺ 24,08	Temin Edilmedi
NEO 6M GPS	1	₺ 93,03	Temin Edildi
LORA MODÜLÜ	2	₺ 780,08	Temin Edilmedi
4.0 DBİ SMA ANTEN	2	₺ 240,06	Temin Edilmedi
PCB ÜRETİM	2	₺ 1.000,00	Temin Edilmedi
1:40 REDÜKTÖR	2	₺ 1.912,00	Temin Edilmedi
12-45 A AKÜ	4	₺ 6.780,00	Temin Edildi
İLAÇLAMA MEMESİ	1	₺ 60,00	Temin Edilmedi
ACİL DURDURMA BUTONU	2	₺ 100,00	Temin Edilmedi
İKAZ LAMBASI	1	₺ 78,25	Temin Edilmedi
FLYSKİ İ6 KUMANDA VE VERİCİ	1	₺ 1.572,84	Temin Edilmedi
SALYANGOZ FAN	2	₺ 37,58	Temin Edilmedi
SOĞUTUCU FAN	2	₺ 168,68	Temin Edilmedi
POWER LED	4	₺ 33,12	Temin Edilmedi
MOTOR FLANŞI	4	₺ 400,00	Temin Edilmedi
ELEKTRİK VE ELEKTRONİK	-	₺ 2.832,35	Temin

KOMPONENTLER			Edilmedi
UCFL204	3	₺ 700,00	Temin Edilmedi
6003 RULMAN	16	₺ 320,00	Temin Edilmedi
6204 RULMAN	4	₺ 200,00	Temin Edilmedi
47 LİK İÇ SEGMAN	10	₺ 40,00	Temin Edilmedi
32 LİK İÇ SEGMAN	30	₺ 60,00	Temin Edilmedi
MİL ÜRETİMİ	-	₺ 7.500,00	Temin Edilmedi
20 DİŞ DİŞLİ	4	₺ 480,00	Temin Edilmedi
12 DİŞ DİŞLİ	12	₺ 1.053,48	Temin Edilmedi
17 LİK DIŞ SEGMAN	50	₺ 51,00	Temin Edilmedi
18 LİK DIŞ SEGMAN	10	₺ 10,10	Temin Edilmedi
20 LİK DIŞ SEGMAN	10	₺ 15,30	Temin Edilmedi
M8X20 CIVATA	70	₺ 82,60	Temin Edilmedi
M8 SOMUN	70	₺ 703,00	Temin Edilmedi
M8 YAYLI RONDELA	70	₺ 110,60	Temin Edilmedi
M20 SOMUN	10	₺ 180,00	Temin Edilmedi
M20 YAYLI RONDELA	30	₺ 50,40	Temin Edilmedi
12V 5.5 BAR SU POMPASI	1	₺ 250,00	Temin Edilmedi
6.13 3 METRE HORTUM	3mt	₺ 60,00	Temin Edilmedi
7,6V LİPO BATARYA 300MAH 80C	2	₺ 606,86	Temin Edilmedi
2S 3S LİPO PİL ŞARJ CİHAZI	1	₺ 202,25	Temin edilmedi
11.1V LİPO BATARYA	1	₺ 353,94	Temin Edilmedi
YAY	10	₺ 1.000,00	Temin Edilmedi
ELEKTRİK VE ELEKTRONİK KOMPONENTLER	-	₺ 2.832,35	Temin Edilmedi
10 mm SAC		₺ 2.500,00	Temin Edildi
4 mm SAC		₺ 300,00	Temin Edildi

ÖZEL ÜRETİM KAUÇUK PALET	50	₺ 1.000,00	Temin Edildi
12B-1 KULAKLI ZİNCİR	3mt	₺ 3.000,00	Temin Edilmedi
TOPLAM FİYAT:		₺ 37.855,94	

Toplam fiyat temin edilemeyen malzemeler için geçerlidir.

3. Araç Özellikleri

3.1 Yazılım Özellikleri:

Araçta bulunan yazılımsal özellikler farklı programlama dillerinden yararlanarak (Python, C+ vb.) yazılmıştır ve bu programlama dilleri ile birlikte bazı hazır kütüphanelerin kullanımı (OpenCV, YOLO gibi.) sayesinde araç otonom şekilde hareket edebilecek, yabancı otu algılayabilecek ve yok edebilecektir. Ayrıca sensörlerden gelen verileri araç kontrol birimlerine aktarabilecektir.

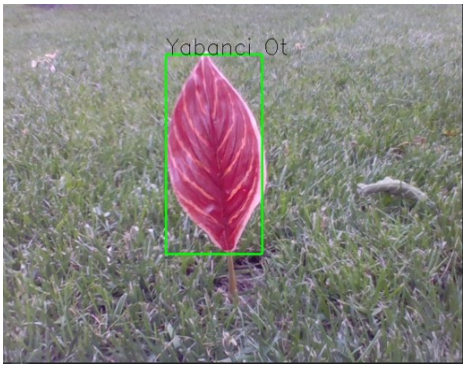
Aracın ön tarafına yerleştirilecek HC-SR 04 Ultrasonik Mesafe sensörleri sayesinde aracın önüne çıkan engeller tespit edilecek ve manevra ile engellerden kaçabilecektir. Araçta bulunan Raspberry Pi Pico ile çalışacak olan mesafe sensörlerinden gelen veriler ana işlemcimiz olan Raspberry Pi'ye komut göndererek motorlara engellerden kaçması yönünde hareket verilmesini sağlayacaktır. Haritalandırma için kullanacağımız GPS ve Lidar entegre çalışarak x, y ve z ekseninde, LIDAR'ın 360 derece tarama özelliği sayesinde aynı anda harita üzerinde nesneleri görebilmemizi sağlayacaktır. Bu sayede yarışma alanında araç, güzergâhında hareket etmekte olduğu sırada sınırlarını belirleyecek ve sıra üzerinde görevini yerine getirmesi sağlanacaktır. TİKA'nın kat edilen yol, görev süresi, batarya durumu gibi bilgileri mikroişlemcilerin arayüzümüz ile haberleşmesi ile görüntülenebilecektir. Ayrıca otu algılayıp yok etme işlemi yapıldıktan sonra haberleşme sistemi ile birlikte arayüze bilgi aktarılacaktır. Ardından arazinin haritalandırılması yapıldığından dolayı araç arazi tamamen bitene kadar görevini yerine getirmeye devam edecektir. Bu haberleşme sonucunda arayüze gidecek olan sinyaller kesintiye uğramadan arayüze ulaşmalıdır. Bundan dolayı sinyallerin kesintiye uğramaması ve daha sağlıklı olması için çalışmalarımız devam etmektedir. TİKA, bu veriler dahilinde arayüzden müdahale edildiği takdirde TİKA'ya giden güç tamamen kesilebilecek ve aracın otonom veya manuel olarak görevine devam edebilmesi arayüz ile ayarlanabilecektir.

3.1.1 Nesne Tespiti:

Araçta yabancı otların tespiti için tek bir kütüphane kullanmak yerine birkaç farklı kütüphaneden (OpenCV, CNN, Pytorch Tensorflow, FastAi, YOLO) yararlanarak daha iyi sonuç alınması hedeflenmektedir. Yararlanacağımız YOLO algoritması, TİKA'nın daha iyi ve daha hızlı bitkiyi tespit etmesini sağlayacaktır. YOLO algoritması, diğer algoritmalara göre hızlı çalıştığından dolayı araçta görüntü işleme ve nesne tespiti için kullanılan kütüphaneler, yapay sinir ağları ile birlikte asıl görüntüyü algılayıp tanımlama işlemini daha iyi yapabilmesi için tercih edilmiştir. Kamera olarak Raspberry Pi V2 kamera modülü kullanılacaktır. Ayrıca aracın sallantısı ve titreşimi yüzünden herhangi bir odaklama sorunu olmaması için kamera modülü Gimball ile sabitlenecektir.

TİKA'nın sıra aralarına doğru girebilmesi adına aracın ön tarafına bir adet kamera konulacak ve bitkiyi ayırt edip ilaçlama yaparak bitkiyi öldürmesi için de aracın alt kısmına bir adet kamera yerleştirilecektir. Gerekli komutu yollayıp ilaç püskürtme işlemi tamamlanacaktır.

Görüntü işlemede yabani otu algılama ile ilgili görsellerden bazıları Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Arazide Yabancı Ot Tespit Örneği

Şekil 3.2 Yabancı Ot Tespit Örneği

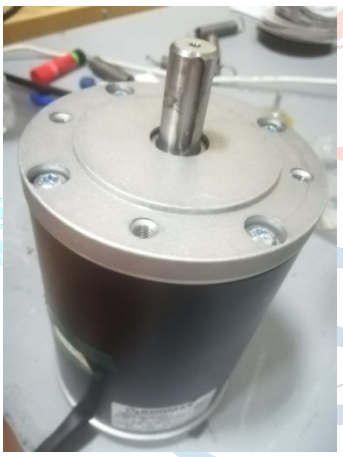
Şekil 3.3 Farklı Tür Yabancı Ot İle Yabancı Ot Tespit Örneği

```python
import cv2
import numpy as np

cap = cv2.VideoCapture(0)

while (1):
    _,frame=cap.read()
    hsv = cv2.cvtColor(frame,cv2.COLOR_BGR2HSV)

    low_red = np.array([0,159,90],np.uint8)
    high_red = np.array([179,255,191],np.uint8)
    red_mask = cv2.inRange(hsv,low_red,high_red)

    kernal =np.ones((5,5),"uint8")

    red_mask = cv2.dilate(red_mask,kernal)
    res_red = cv2.bitwise_and(frame,frame,mask=red_mask)

    contours,hierarchy = cv2.findContours(red_mask,cv2.RETR_TREE,cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

    for pic, contour in enumerate(contours):
        area = cv2.contourArea(contour)
        if(area > 300):
            x,y,w,h = cv2.boundingRect(contour)
            frame = cv2.rectangle(frame,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)

            frame = cv2.rectangle(frame,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)

            cv2.putText(frame, "Yabanci Ot", (x,y), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,1.0,(0))



    cv2.imshow("frame",frame)
    cv2.imshow("mask",red_mask)

    if cv2.waitKey(5) & 0xFF == ord("q"):
        break
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

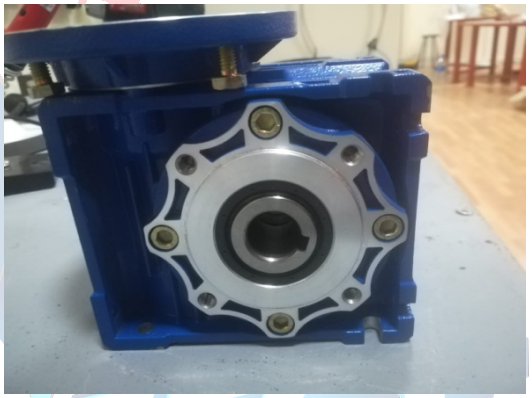
Şekil 3.4 Yabancı Ot Tespiti Kod

3.2 Elektronik Özellikler:

Güç kaynağından gelen elektrik gücü, sistemlere yeterli olmalı ve en az 1,5 saat çalışma kapasitesi sağlayacak şekilde olacaktır. Araçta her bir motor için ihtiyaç duyulan elektrik gücü 398,4 watt olacaktır. TİKA'da kullanılacak olan 2 adet fırçalı DC motorun her biri 24 volt 1400 rpm gücündedir (Şekil 3.5). Kullanılacak olan bu motorlarda rpm değerlerini (1400 rpm) düşürmek ve tork değerini artırmak amacıyla motorlarda Limöz HR40 redüktör kullanılmıştır (Şekil 3.6). Kullanılan bu redüktör sayesinde rpm değerleri 1400 olan fırçalı DC motorların rpm değeri 41 rpm değerine düşürülmüş ve tork artışı sağlanmıştır. Motor seçimi esnasında palet sistemi, aracın ağırlığı, aracın çıkacağı eğim oranı ve aracın hızı gibi durumlar göz önünde bulundurulmuştur.

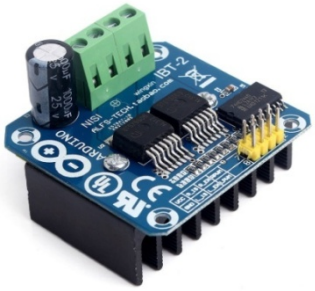


Şekil 3.5 DC Motor



Şekil 3.6 LR40 Redüktör

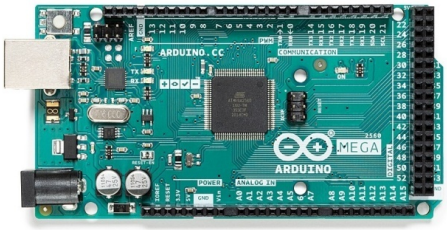
İlaçlama sisteminde,12V çalışma gerilimi olan 5.5 bar basınç üretebilen pompa kullanılması planlanmaktadır. Prototip olarak tasarlamış olduğumuz TİKA'da motorun hareketi ve kontrolü için BTS7960B 40 amper motor sürücü modülünden 2 adet kullanılmaktadır (Şekil 3.7). Prototip aracımızda kullanılan motor sürücü modülü, TİKA'nın şu anlık hareket ve stabilitesini test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Kullanılan bu sürücü modülü yerine tasarlanmakta olan PCB kart, motor sürücüsü olarak kullanılması planlanmaktadır.



Şekil 3.7 BTS7960B Motor Sürücü Kartı

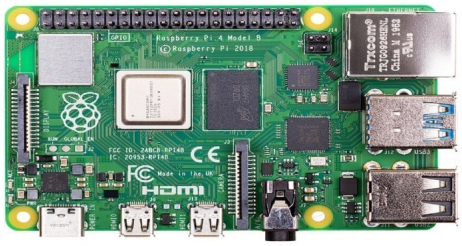
Aracın iç kısmında hareket halinde devrelerde herhangi bir sıkıntı yaşanmaması için devreler sabitlenecek ve sıcaklıktan kaynaklı herhangi bir zarar görmemesi adına soğutma düzenleri sıcaklık sensörü ile kontrol edilecektir. Güç kaynaklarından fazla güç çekilmesini önlemek adına sigorta kullanılacaktır ve regülatörler yardımıyla akım kontrol edilecektir. Ara yüz sistemi yapım aşamasındadır ve yarışma zamanına kadar ara yüz ortamı bitirilip test edilecektir.

3.2.1 Mikro işlemciler ve Teknik Özellikleri



Arduino Mega 2560 Özellikleri: 5V çalışma gerilimine sahiptir. 16 MHz çalışma frekansına sahip olup 256 KB hafızaya sahiptir.

Şekil 3.8 Arduino Mega 2560

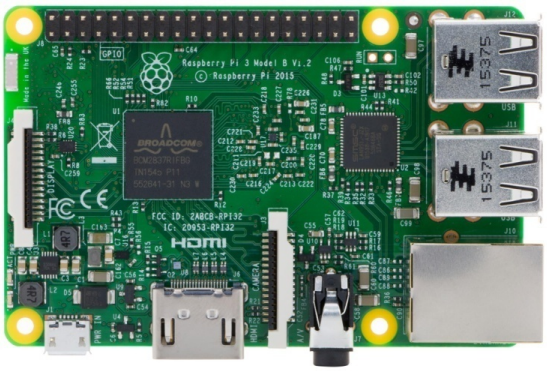


Raspberry Pi 4 Özellikleri: 1.5 GHz dört çekirdekli ARM Cortex-A72 CPU, 4 GB LPDDR4 Ram'e sahiptir. 5V/3A çalışmayı destekleyen USB-C güç girişine sahiptir. Ana işlemci olarak kullanılacaktır.

Şekil 3.8 Raspberry Pi 4

Şekil 3.9 Raspberry Pi Pico

Raspberry Pi Pico Özellikleri: Çift çekirdekli Arm Cortex MO + işlemci, 133 MHz'e kadar dinamik frekanslı ve 264 KB SRAM'e sahiptir.



Raspberry Pi 3 Özellikleri: 1.2 GHz 4 çekirdekli 64-bit ARM Cortex-A53 İşlemci, 1 GB LPDDR2 bellek

Şekil 3.10 Raspberry Pi 3

3.3 Mekanik Özellikler:

Tarımsal İnsan Kara Aracı, tarım arazisine verilen boyutlar kapsamında en uygun ölçüler(genişliği, yüksekliği ve boyu, 120*405*1150 mm) ile tasarlanmıştır. Tarım araçlarında dayanıklılık, stabilite ve fonksiyonellik ön planda olması gerektiği için aracın prototip denemelerinde muhtelif çelik malzeme kullanılmıştır. BÖGÜ Tarımsal İnsansız Kara Aracı ana hatlarıyla; şase, yürüme organı, kabin, sensörler-kameralar-kumanda organları ve yabancı ot mücadele ünitesinden oluşmaktadır. Bu yapıları oluşturmak üzere muhtelif malzemeler kullanılmıştır. Özetle şase için St37 HRP 10 mm sac ve cıvatalı birleştirmeler içeren malzemeler, yürüme organları için yine St37 HRP 10 mm sac malzeme, 12B-1 zincir ve zincirin tahrik-taşıyıcı-gerdirme dişlileri tasarımı ve imalatı takımımıza ait olan, kauçuk palet ile paletin tahrik dişlisine hareket veren sağ ve sol tarafta bağlanmış olan 2 adet 24 V ve 16 A doğru akım elektrik motoru kullanılmıştır. Güç kaynağı olarak kabinin içine yerleştirilmiş olan 4 adet 12 V 45 Ah akümülatör kullanılmıştır. Aküler ikişerli seri bağlantıyla sağ ve sola yerleştirilmiş olan ve tahrik dişlisini hareketlendiren elektrik motorlarına güç sağlamaktadır. Aracın hareketi sırasında engellerden gelen darbeleri absorbe etmesi için 8 adet süspansiyon sistemi görecek 3 mm kalınlıkta 95 mm uzunlukta çekme yayı kullanılmıştır. Aracın üst kısmında bataryaları, sensörlerin bağlantılarını, mücadele ünitesinin bağlantı kısımlarını ve depoyu bünyesinde

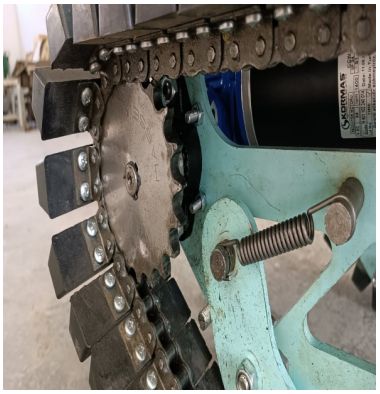
bulunduran bir kabin sistemi yer almaktadır. Mekanik aksam tarla koşullarındaki engebe, kesek ve eğime uyum sağlayabilecek nitelikte yarı sert paletle, gerekli traksiyonu yeterli biçimde sağlamaya uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir.

Şekil 3.11 BÖGÜ aracına ait prototip denemesi

3.3.1 Motor Tasarımı

Tarımsal İnsansız Kara Aracında, kullanılacak motorlar prototip üzerinde denenmesinin ardından 24 V 16 A' lik Kormas marka motorlardır(Şekil 3.14). Bu motorlara ek olarak torku arttıracak Limöz marka redüktörler eklenmiş ve tork değerinde ciddi artışlar görülmüştür. Redüktörler ve motorlar redüktörün çıkış kısmındaki flanş sayesinde şase üzerine cıvatalı olarak montajlanacaktır (Şekil 3.12). Şaseye sabitlenen redüktörden çıkan kamalı mil vasıtasıyla tahrik dişlisine güç aktarımı sağlanmaktadır(Şekil 3.13).

Şekil 3.12 Motor ve redüktörün flanş ile şaseye bağlanması



Şekil 3.13 Tahrik dişlisine ait görsel

Prototip'in denenmesi sırasında, kullanılan motorların TİKA'yı yanal ve dikey eğimlerde üzerinde taşıdığı faydalı yük ile birlikte rahatlıkla taşıdığı ve hız kaybı yaşanmadığı gözlenmiştir. Prototip'in denenmesi sırasında 45 derece dikey, 40 derece yanal eğimde motorların rahatlıkla güç sağladığı görülmüştür.

Çalışma Gerilimi: 24 V

Çektiği Zorlanma Akımı: 16 A

Çalışma Gücü: 400W

Şekil 3.14 TİKA' da kullanılan fırçalı motor

3.3.2 Yürüyüş Sistemi

TİKA' da kullanılan yürüyüş sistemi, arazide herhangi bir problemle karşılaşılmaması için paletli olarak tercih edilmiştir. Tercih edilen palet sistemi prototip üzerinde denenmiş ve çok iyi sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlar

- Arazideki zemin tutuşu yüksek düzeydedir
- Devrilme riski ortadan kalkmıştır
- Herhangi bir patinaj söz konusu değildir
- Yüksek eğimlerde verimli çalışma
- Engebeli arazide(yarışma alanında oluşturulacak engellerden daha büyük engeller ile denenmiştir) yol alırken bir problem yaşamama

Palet sistemine hareket verilmesi için bir önceki raporda planlanandan vazgeçilmiş yeni bir sisteme geçilmiştir. Bu sistemde kendi tasarımımız ve imalatımız olan bir kauçuk-zincir sistemi hazırlanmıştır. Bu sistemin tasarımı takımımıza ait olan kauçuk malzemenin yapılması ile kulaklı zincir sisteminin üzerinde yer alan kulaklara özel tasarlanan somun ve cıvatalar ile montajlanmasıyla oluşmuştur.

Şekil 3.15 İmal ettiğimiz zincir-kauçuk palete ait görsel

Prototip denemelerinde kullanılan palet sisteminde, zincir-kauçuk palete tahrik verecek, motorlardan çıkan 2 adet kamalı mile bağlı olan 2 adet kamalı tahrik dişlisi kullanılmıştır. Bu dişlilerin içerisinden geçen millerde dönme hareketinin sağlıklı sağlanabilmesi için şaseye sabit 2 adet UCFL 204 yataklı rulman kullanılmıştır. Palet sistemine destek olması için 10 adet avare dişli, palet sisteminin alt ve üst kısmına konumlandırılmıştır. Alt ve üst kısma konumlandırılmış bu dişliler, her bir dişli için 2 adet kfl 001 yataklı rulman kullanılarak şaseye bağlanmıştır. Palet sisteminde kullanılan tahrik ve avare dişlilerin tamamı millere geçmiş olan segmanlar ile sabitlenmektedir. Son olarak sistemde 2 adet gerdirme dişlisi kullanılmış, bu dişlilerin rulmanları ise iç kısmına segmanlar ile montajlanmıştır. Gerdirme dişlisinde kullanılan rulman sistemi, denemelerden alınan sonuçlar ile bütün dişli sistemlerine uygulanması kararlaştırılmıştır. Kullanılan gerdirme dişlisi şaseye istenilen gerginlik ayarlandıktan sonra somun ile bağlanmaktadır(Şekil 3.16).

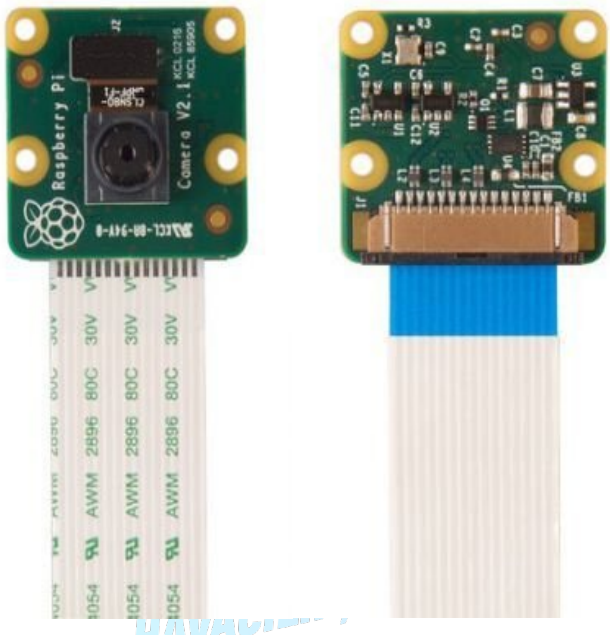
Şekil 3.16 Gerdirme dişlisine ait görsel

4. SENSÖRLER

Tasarladığımız TİKA, otonom olarak gerçekleştireceği görevler için kamera ve sensörlere sahip olmalıdır. TİKA sahip olduğu kamera ve sensörler ile gerekli işlevlerini yerine getirecektir.

4.1 Kamera

TİKA' da 2 adet Raspberry pi v2 kamera kullanılacaktır. Kullanacağımız bu kameraların biri ilaçlama sistemimizde bulunan püskürtme başlığını yönlendirebilecek şekilde konumlandırılacaktır. Bu görevi yerine getirebilmesi için kameranın yabani otu tespit etme süresi ile püskürtme başlığının ilaçlama sisteminin yanıtlama süresi tespit edilecektir; püskürtme başlığının konumu, tespit edilen bu sonuca göre belirlenecektir. TİKA'da kullanılacak diğer kamera ise tanımlanan yabani otların engel olarak algılanmasını önlemek için mesafe sensörü ile entegre çalışması planlanmaktadır. Bu özelliğe ek olarak şerit takibi yapabilmesi üzerine de çalışmalar sürmektedir.



Şekil 4.1 Raspberry Pi v2 Kamera Modülü

Raspberry Pi v2 Kamera Modülü Teknik Özellikleri:

- Yüksek kaliteli görüntü algılama
- Büyük veri işleme kapasitesi
- 8 megapiksel sabit odak noktalı
- 1080p, 720p60 ve VGA90 destekli
- Sony IMX219PQ CMOS görüntü algılayıcı
- 15-pin şerit kablo

4.2 Mesafe Sensörü

TİKA'da 7 adet HCSR04 mesafe sensörü kullanılacaktır. Bu sensörlerin 4 adeti TİKA'nın ön kısmında, 1 adeti sağda, 1 adeti solda ve 1 adeti arka kısmında olmak üzere konumlandırılacaktır Bu sensörler TİKA'nın önüne çıkan engellerin mesafesini tespit ederek, motorlara engellerden kaçması için komut verilmesini sağlayacaktır.

HC-SR04 Teknik Özellikleri:

- Çalışma Voltajı: DC 5V
- Çektiği Akım: 15 mA
- Çalışma Frekansı: 40 Hz
- Maksimum Görme Menzili: 4m
- Minimum Görme Menzili: 2cm

Şekil 4.2 HC-SR04 Mesafe Sensörü

- 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

4.3 Sıvı Seviye Sensörü

TİKA, yabani otla mücadelede kullanılacak olan ilaçlama yönteminde, ilaç deposunda bulunan ilaç seviyesini tespit ederek ilaç deposunda kalan ilaç miktarı bilgisini öğrenmemizi sağlayacaktır. Bu sayede ilaç miktarı bilgisi ara yüzümüze yansıtılabilecektir.

Şekil 4.3 Sıvı Seviye Sensörü

Arduino Sıvı Seviye Sensörü Teknik Özellikleri

- Çalışma voltajı: DC3-5V
- Çalışma akımı: 20mA'den az
- Sensör Türü: Analog
- Algılama Alanı: 40mmx16mm
- Üretim süreci: FR4 çift taraflı HASL
- Çalışma sıcaklığı: 10 derece-30 derece

- Nem:% 10 -% 90 yoğunlaşmayan
- Ürün Ölçüleri: 62mmx20mmx8mm

4.4 RPLIDAR A2M8

TİKA'da bulunacak olan RPLIDAR A2M8 sensörü, arazide 360 derecede sürekli hareket halinde çalışarak nesnelere gönderdiği lazer ışınları, nesnelere çarptıktan sonra algılayıcıya geri dönerek nokta bulutu meydana getirir ve hassasiyetinin güçlü olması sayesinde nesnelerin noktasal 2 boyutlu görüntüsünü oluşturacaktır.

RPLIDAR A2M8 - 360 Derece Lazer Tarayıcı Teknik Özellikleri

- Model: RPLDIAR-A2M8-R4
- Mesafe Aralığı: 0.15 - 12 m
- Açısal aralığı: 0-360 derece
- Mesafe Çözünürlüğü: <0.5 (0.15 - 1.5 metre)
- Mesafenin <% 1'i (Tüm mesafe aralığı)
- Açısal Çözünürlük: 0.9degree
- Örnekleme süresi: 0.25 milisaniye
- Örnek frekansı: >= 4000 hz
- Tarama Hızı: 10Hz
- Ağırlık: 340g

Şekil 4.4 RPLIDAR A2M8 - 360 Derece Lazer Tarayıcı

RPLIDAR A2M8' in bağlantı kabloları ve güç değerleri ile ilgili bilgi verilmiştir(Şekil 4.5)

Renk	Sinyal Adı	Tip	Açıklama	Minimum	Önerilen	Maksimum
Kırmızı	VCC	Güç	+5V	4.9V	5V	5.5V
Sarı	TX	OUTPUT	Seri Haberleşme Portu Çıkışı	0V	3.3V	3.5V
Yeşil	RX	INPUT	Seri Haberleşme Portu Girişi	0V	3.3V	3.5V
Siyah	GND	Güç	Toprak	0V	0V	0V
Mavi	MOTOCTL	INPUT	Tarama Motoru PWM Kontrol Sinyali	0V	3.3V	5V

Şekil 4.5 RPLIDAR A2M8' in bağlantı kabloları ve güç değerleri

4.5 Sıcaklık Ve Nem Sensörü

TİKA'nın bulunduğu ortamın sıcaklık, nem değerlerini ve araç içi sıcaklık, nem değerlerini ölçmede analog sıcaklık sensörü LM35 kullanılacaktır. Bu sensör ile elde edilen sıcaklık verileri arayüze yansıtılacaktır.

LM35 Teknik Özellikleri:

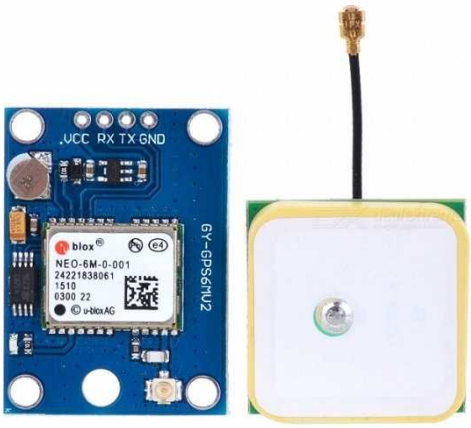
- Doğrudan Kalibre Celsius° (santigrat)
- Doğrusal +10.0 mV/°C ölçek faktörü
- 0.5°C hassasiyetli (+25 ° C)
- -55°C tam +150°C ölçüm aralığında
- Uzak uygulama için uygun
- Düşük maliyetli
- 4-30V çalışma aralığı
- 60 uA akım drenaj

Şekil 4.6 LM35 Sıcaklık Sensörü

4.6 GPS

NEO 6M GPS Teknik Özellikleri:

- Çalışma gerilimi: 3.3V-5V
- Haberleşme Birimi: UART (RX-TX)
- 25x25mm Seramik Anten
- Enerji kesildiğinde konfigürasyon ayarlarını EEPROM'da saklama
- EEPROM için kart üzerinde pil bulunmaktadır
- LED ile sinyal uyarı bilgisi
- Default Baud Rate: 9600
- Çeşitli uçuş kontrol modülleri ile uyumlu
- Modül Boyutu: 25x35mm
- Anten Boyutu: 25x25mm



Şekil 4.7 NEO 6M GPS

4.7 LDR

TİKA'da kullanılacak olan LDR sensörü, araçta kullanılacak olan kameraların çalışması esnasında ortam ışığının yetersiz olması halinde kameranın stabil şekilde görüntü alabilmesi için kullanacağımız power LED'leri aktif hale getirerek ortamda yeterli ışığın sağlanması gerçekleşecektir.

Arduino LDR Modülü Teknik Özellikleri

- Çalışma Gerilimi: 3.3V-5V
- Çıkış: Dijital
- Boyut: 3.2 cm x 1.4 cm

4.8 Sensör Füzyon Algoritmaları

Farklı sensörlerden gelen verilerin tek bir noktada birleştirilerek işlenmesiyle, tek başına çalışan sensörler bu şekilde daha işlevsel ve daha stabil çalışacaklardır. TİKA' da sensör füzyon algoritmaları, haritalandırma ve engel algılamada kullanılacaktır. LIDAR, lazer ışınları göndererek engellere çarpıp dönen lazer ışınlarını alarak z ekseninde noktasal bir haritalandırma yapabilecektir. Lakin bize x ve y koordinatlarındaki bilgiler de gerekli olduğundan dolayı GPS kullanılarak x,y, ve z koordinatları elde edilecek ve haritalandırma buna göre yapılacaktır. Bu şekilde haritalandırma sensör füzyonu oluşturulmuş olacaktır.

Engel algılamak için kullanılacak olan HC-SR04 sensörü mesafe algılama görevini yapabilecek ve TİKA'yı engelleri aşmaya yönlendirecektir. Bu engelleri aşma komutu vasıtasıyla, yabani otun engel olarak algılanması gibi bir durum söz konusu olması halinde görüntü işlemeyi sekteye uğratabilecektir. Böyle bir durumla karşı karşıya kalmamak için mesafe sensörü ve kamera entegre çalışarak yabani otu engel olarak gördüğü nesnelerden ayıracak ve görüntü işlemeyi herhangi bir sekteye uğratmayacaktır.Bu şekilde engel tespit etme sensör füzyon algoritması oluşturulmuş olacaktır.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

5. ARAÇ KONTROL ÜNİTESİ

TİKA'da Raspberry Pi mikroişlemcisi, şerit takibi yoluyla ve Raspberry Pi Pico, Arduıno MEGA mikroişlemcileri, mesafe sensörü ile de engeller algılanarak engellerden kaçma yoluyla hareket kabiliyeti sağlanacaktır. Rasberry pi'nin güçlü işlemci mimarisi ile görüntü işleme ve otonom görevler için gerekli işlem gücü sağlanmaktadır. Bundan dolayı TİKA'da Raspberry pi ana işlemci rolünü üstlenecektir.

Yaptığımız prototip araç üzerinde, manuel olarak kumanda yardımı ile kontrol denenmiş ve gerçekleştirilmiştir. Prototip araçta kullandığımız kumandanın kanal sayısının yeterli sayıda olması, kumandanın alıcısıyla veri alışveriş menzilinin yüksek(2000m) olmasından dolayı FlySky FS-İ6 (Verici) (Şekil 5.1)ve FS-İA6B(Alıcı)(Şekil 5.2) modeli tercih edilmiştir. Kulanılan FS-İ6 (Verici) ve FS-İA6B(Alıcı) teknik özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Şekil 5.1 FlySky FS-İ6 Verici Kumanda

FS-i6 Verici Kumanda Teknik Özellikleri:

- Kanal Sayısı: 6 Kanal
- RF Aralığı: 2.40-2.48GHz
- Bant Genişliği: 500KHz
- Bant: 142
- RF Gücü: 20dBm'den Az
- 2.4GHz Sistem: AFHDS 2A ve AFHDS
- Hassasiyet: 1024
- Alçak Gerilim Uyarısı: 4.2V'den az
- DSC Portu: PS2; Çıkış: PPM
- ANT uzunluğu: 26mm x 2 (çift anten)

Şekil 5.2 FS-iA6B Alıcı

FS-iA6B Alıcı Teknik Özellikleri:

Kanal: 6 Kanal

Frekans Aralığı: 2.4055-2.475 GHz.

Bant Genişliği Sayısı: 140

İletim Gücü: ≤ 20 dBm.

RF Alıcı Hassasiyeti: 105 dBm.

2.4G Modu: Otomatik FM dijital sistemin geliştirilmiş bir versiyonunun ikinci nesli.

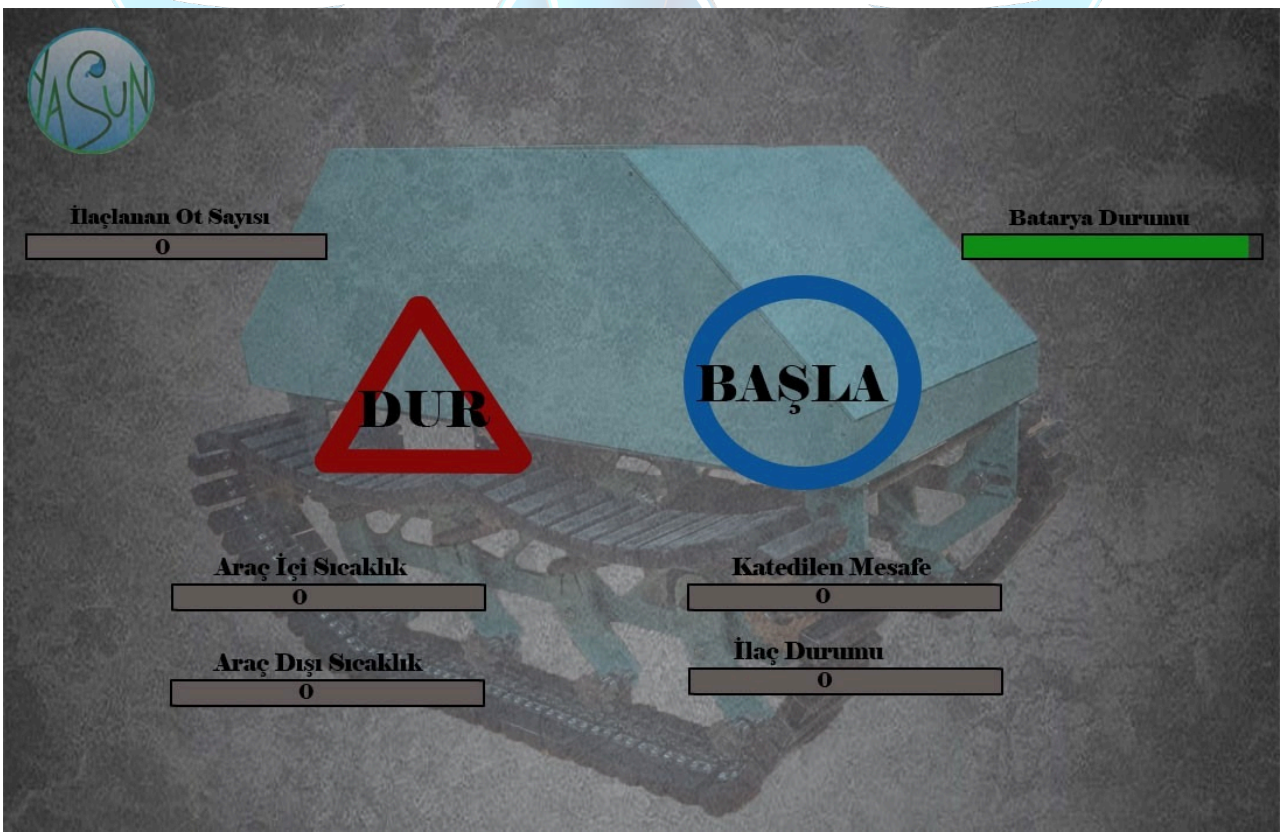
Kodlama: GFSK.

UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

TİKA'da yabani otla mücadele için ise görüntü işleme yöntemi kullanılacaktır. Görüntü işlemede OpenCV kütüphanesi kullanılacaktır. Kullanılacak kütüphane görüntü işlemede en popüler kütüphanelerden biri olmakla beraber açık kodlu bir kütüphane olması avantajından dolayı tercih edilmiştir. Bu özelliği sayesinde algoritmalar üzerinde değişiklikler yapılabilecektir.

TİKA arayüzü üzerinden müdahale edilerek motorlara giden güç tamamen kesilebilecek veya görevine devam etme komutu verilebilecektir. Şartnamede geçen acil durumda müdahale etme koşulu da bu şekilde sağlanacaktır. Bu haberleşme Wireless NRF24L01 modülü ile gerçekleştirilecektir.

Ayrıca arayüz (Şekil 5.3) üzerinden batarya durumu, ilaçlanan ot sayısı, araç içi sıcaklık, araç dışı sıcaklık, ilaç durumu gibi bilgiler gözlemlenebilecektir. Bu bilgilerin arayüze aktarılması haberleşme sistemi ile sağlanacaktır. Bu haberleşme sistemi Lora Modülü SX 1278 ile oluşturulacaktır. Bu haberleşme modülünün tercih edilmesinin sebebi uzak mesafelerde (Açık alanda yaklaşık 10km) stabil olarak ve düşük güçlerde çalışabilmesidir. Ayrıca oluşturulan sensör füzyon algoritmaları sayesinde TİKA, daha verimli çalışacaktır ve arayüze yansıtacağı verilerin doğruluğu artmış olacaktır.



Şekil 5.3 Arayüz

6. OTONOM SÜRÜŞ ALGORİTMALARI

Yapılan çalışmalar sonucunda aracın otonom olarak hareket edebileceği ön görülmekte ve gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Araçta ilaçlama ve ot tespiti tamamen otonom olarak çalışacaktır. Otonom bir şekilde yabani otu yok etme işleminde OpenCV Kütüphanesi çağrılıp yararlanılacak ve YOLO kullanılacaktır. Görüntü işleme ve nesne tanıma ile birlikte otlar algılanacak bu algılama sonucunda ilaç püskürtme uygulaması yapılacaktır. Yabani ot tespit algoritmasında ise en önemli etkenlerden biri olan yabani ot verilerinin, olabildiğince boyutu büyük olmalıdır. Öğrenme ne kadar iyileşirse yabani ot tespitinde doğru orantılı olarak bir iyileşme olacaktır. Kullanılan verilerin sayısının artması ezberlemenin önüne geçecektir. Gönderilen yabani otun farklı koşul ve açılarda çekilmiş fotoğrafları ve derin öğrenme uygulamaları ile yabani ot tespit ve tanıma çalışmaları gerçekleştirilecektir.

Kullanılması planlanan LIDAR ile araç hareket halindeyken yarışma alanı haritalandırılacaktır. Bu haritalandırma GPS ve LIDAR'ın birlikte çalışmasıyla daha verimli bir hale gelecektir. TİKA'nın en önemli algoritmalarından biri olan sıra takip algoritmasında ekim sıraları şerit olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. TİKA şeritleri takip edecek şekilde rota oluşturacaktır. TİKA bu sırayı kontrol edecek ve kendini şerit üzerinde ortalayacaktır. Bu algoritmada kullanılan OpenCV yardımı ile ekim sıraları takip edilecektir. TİKA, yabani otu otonom şekilde ayırt ettikten sonra yabani otu ilaçlama için TİKA'nın hızı, optimum ilaçlama yapacak şekilde ayarlanması planlanmaktadır. Çevredeki diğer bitkilere zarar vermemek ve havadaki drift miktarını en aza indirmek için uygun açıda püskürtme yapacak şekilde püskürtme başlığı ayarlanacaktır. Aracın çalıştığı ortamdaki ışık, LDR ile algılanacak ve ışık miktarı kameraların optimum düzeyde çalışmasına engel olacak düzeye geldiği zaman sensörden gelen verilere göre kameraların gerekli ışık düzeyi ihtiyacı power LED aydınlatma ile sağlanacaktır. Bitiş noktası ise kamera ve LIDAR ile ekim sıralarının bitişi algılanarak belirlenecektir. Tüm algoritmalardan gelen bilgilerin koordine çalışması ile sürüş algoritması gerçekleşecektir. Bu algoritma karşılaşılan durumlara göre gerekli olan algoritmayı devreye sokacaktır.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

7. YABANCI OTLA ZİRAİ MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Tasarlanan aracımızın yabancı otlarla zirai mücadelesi sıralı ekim gerçekleşmiş arazilerde yapılmaktadır. Ekimi yapılan kültür bitkisinin sıra aralığına göre aracımızın genişliği, üzerindeki vidalı miller ile ayarlanabilmektedir. Aracın bu özelliği sıralı ekim yapılan birçok kültür bitkisinin yabancı otla mücadelesinde kullanılması için büyük avantajdır. Ayrıca aracın şuan ki tasarımında iş genişliği 390 mm'dir, bu iş genişliği 300 mm yükseklikte 80º yelpaze meme kullanımında 300 mm bir alanı ilaçlamaktadır. Bu alan ilaçlanırken Raspberry Pi kontrolündeki kamera ve su pompası iletişim halinde olup, kameranın yabancı otu tespit etmesiyle su pompasının çalışması elektronik gecikmeler göz önünde bulundurularak, kamera ve pompa birbirleri ile uyum içersinde çalışacaktır. Kameradan gelecek olan görüntülerin işlenmesi ve pompanın tam verimde çalışma süreleri önemli kriterlerden olup, sistemin stabil çalışması için gerekli planlama çalışmaları devam etmektedir.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

8. ÖZGÜN BİLEŞENLER

8.1 Palet Sistemi

Palet sistemi tamamen takımımızın tasarımı ve imalatı olan bir sistemdir. Tasarlanan palet sistemindeki kauçuk parçalarının, zincire montajının yapılması için gerekli olan somunlar yine özel yapım olarak yaptırılmış ve kauçuk malzemenin içine gömülmüştür(Şekil 8.1). Üretimi yapılmış kauçuk parçalar, kulaklı zincir üzerindeki noktalar ile eşitlenerek cıvata ile sabitlenmektedir.

Şekil 8.1 Kauçuk palet parçasına ait görsel

8.2 Süspansiyon Sistemi

Süspansiyon sisteminde kullanılan yürüme organlarının tasarımı alttan gelecek darbelere karşı maksimum mukavemeti sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Süspansiyon sisteminde kullanılan yayların hesapları yapılmış ve özel olarak üretimi sağlanacaktır.

8.3 Gerdirme Mekanizması

Prototip denemelerinde kullanılmış gerdirme sisteminin kullanıcıyı çok zorlamasından dolayı tasarımda değişiklik yapmadan bir aparat yardımı ile palet gerdirmesini kolaylaştırmak amaçlanmıştır. Bu sistem gerdirme dişlisini tutan milin 2 tarafından geçerek şasi üzerine bir cıvata yardımıyla yapılacak baskı sayesinde gerdirme sağlanacaktır.

Şekil 8.2 Gerdirme mekanizması

8.4 Şasi Tasarımı

Şasi tasarımı, mühendislik hesaplamaları ve analizleri yapılmış orijinal bir tasarımdır. Şasi burulmaları ve dengesizliği önlemek için 10 mm St37 çelik malzemeden kullanılmıştır. Şaside bulunan açıklıklar hem ağırlığın azaltılması, hem de sağlamlık için tasarlanmıştır.

9. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Güvenlik önlemleri aşağıda sıralanmaktadır:

- TİKA'nın manuel olarak kontrol edilmesi gerektiğinde veya herhangi bir sebepten dolayı kontrolden çıkması halinde kumanda aracılığı ile anında müdahale edilebilecektir. Ayrıca yaşanabilecek daha büyük sorunların önüne geçmek içinde TİKA'nın üzerinde bulunan erişimi kolay, acil durdurma butonu ile aracın tüm enerjisi kesilecektir.

- Kullanılacak ilaç deposu ve iletim sisteminde sızıntı olmasını önlemek için polisiloksan silikon malzeme kullanılacaktır. Kullanılacak bu malzemede, kimyasal madde içerme oranının düşük olması da zirai ilacımızın içeriğine herhangi bir zarar verme olasılığını da oldukça azaltmıştır.

- İlaç deposu ve iletim sistemi sızdırmazlık testleri yapılacaktır.

- TİKA'nın kenarlarının keskin olması güvenli olmayacağından, aracımızın kenarları yuvarlatılacaktır.

- Yüksek akım çekme ihtimaline karşı sigortalar koruma sağlayacaktır.

- TİKA'da dengenin korunabilmesi için hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalara göre en uygun tasarım yapılmış ve araç ölçüleri bu duruma göre ayarlanmıştır.

- TİKA, çalışma esnasında ikaz lambası ile çevredekilere uyarıda bulunacaktır.

- TİKA'da bulunan devreler, tasarlanan su geçirmez muhafaza kutusuna konarak suya ve darbelere karşı muhafazalı durumda olacaklardır.

- TİKA'da bulunan devreler, aşırı ısınıp sekteye uğramaması adına gerekli soğutma sistemleri kurulacaktır.

- TİKA'nın güç kaynağı olan akülerin devrilme ve kısa devre riskini ortadan kaldırmak amacıyla, akülerin sabitlenecek ve kablolama işlemi kısa devreye mahal vermeyecek şekilde yapılacaktır.

- Kablolamada kullanılan jumper kablolarının amperi kaldırmayarak yanması ihtimalinin yüksek olmasından dolayı amper değerlerine karşı daha dayanıklı olacak devre bağlantı kabloları tercih edilmiştir.

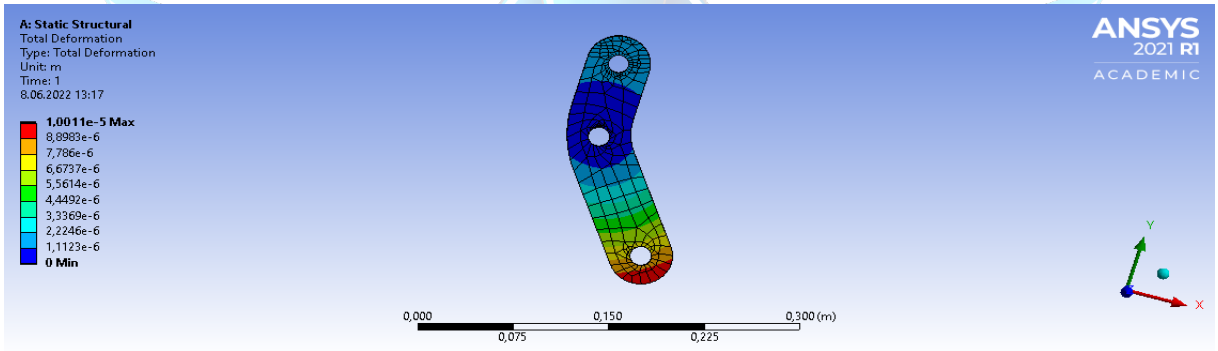
- Kabloların birbirine temas ederek kısa devre yapmasının önüne geçmek adına kablo pabuçları kullanılacaktır.

10. SİMÜLASYON VE TEST

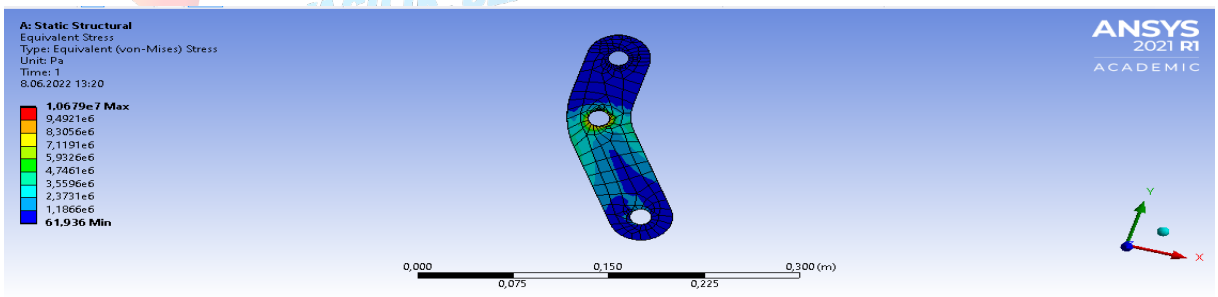
Yasun takımı olarak test kısmında prototip olarak geliştirdiğimiz aracımızın test sonuçlarını ve testler sonucunda hangi parçalarda değişiklik yapılması gerekeceği açıklanacaktır. Prototip olarak geliştirdiğimiz araç her türlü arazi koşulunda rahat şekilde hareket edilebilir düzeydedir. Faydalı ağırlık taşıma kapasitesi hesaplamalar ve denemeler sonucu 50 kg'dır. Tam yük kapasitesinde çalışırken 35 derece eğime kadar hiçbir güç kaybı yaşanmamaktadır. Motorların gücü tarım arazisinde çalışan araçlarda olması gerektiği gibi yeterli görülmektedir. Aracımızda yapılan testler sonucunda yaylarımızın ve rulmanlarımızın verimli çalışmadığı görülmüştür. Bu sorunlara çözüm olarak yayların kalınlıkları 3 mm'den 5 mm çıkartılmış, rulmanlarımıza ise hem toz hem de suya dayanıklılık için keçe ve kılıf ile muhafaza edilecektir. Yayların aşırı gerilme riskine karşılık alt bacaklara ek olarak birer durak eklenecektir. Prototip denemelerinde duraklar sonradan eklenmiş ve yüksek performans elde dilmiştir. Geliştirilen prototipin hızı 3,5 km/h'tir. Tasarlanacak aracın hızı ise 2 km/h hızdan 3,5 km/h hıza kadar ayarlanabilir olacaktır.

- **Alt Parça**

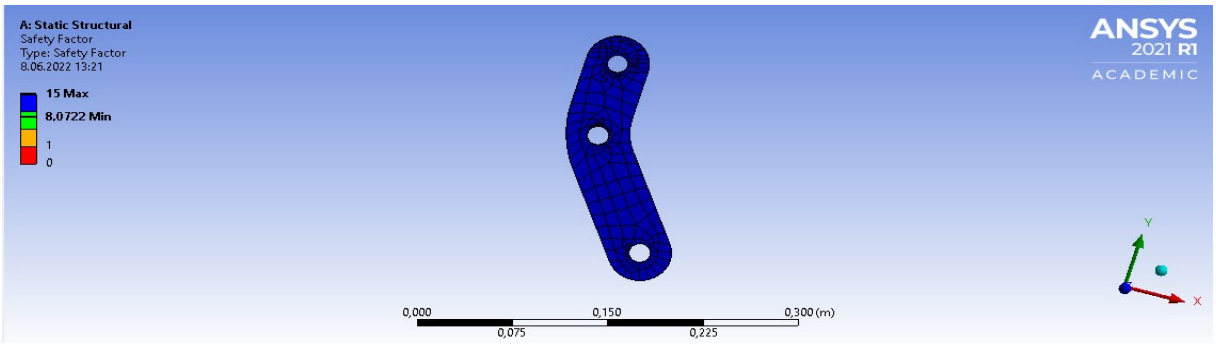
Araçta bulunan alt parçanın SolidWorks'te çizimi sonunda Ansys programında analizi yapılmıştır. Bu analizde orta bağlantı noktasından sabitleme işlemi yapıldıktan sonra, yer çekimi kuvveti uygulanmıştır. Ayrıca alt bağlantı noktasından 25 N'luk dönüş yönünde bir baskı uygulanmıştır.



Araç parçasının stres katsayısı analizi orta bağlantı noktasında olmaktadır ve stres seviyesi belirlenmiştir.



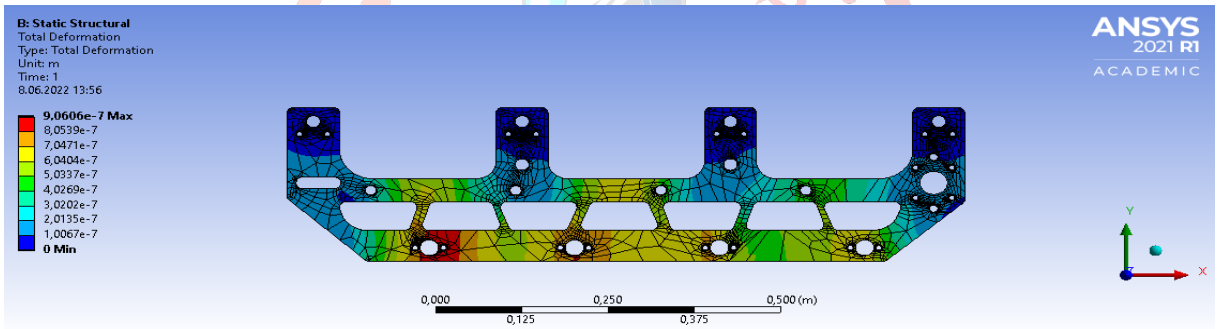
Güvenlik faktörü testinde yine orta bağlantı noktasında ufak çaplı bir azalma mevcuttur. Ancak bu azalma güvenlik faktöründe herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.



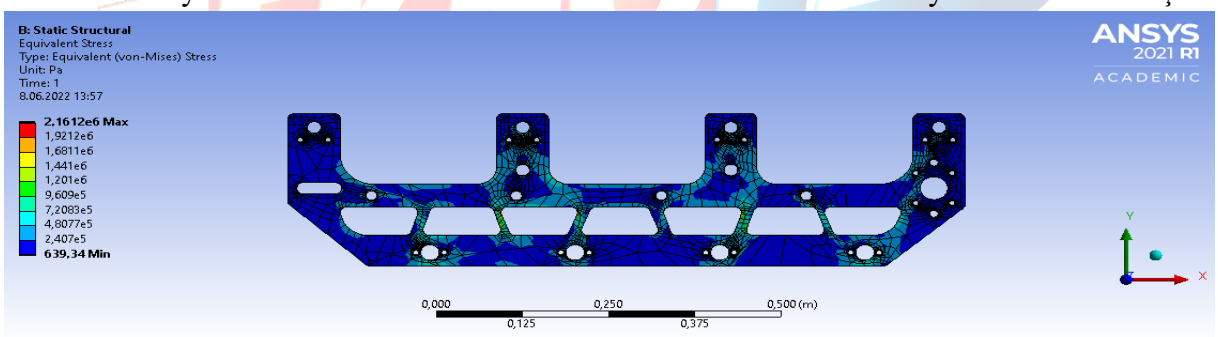
- **Şasi**

Şasi üstten miller ile üst kaportaya bağlanacaktır. Bağlantı kısımlarından sabitlenen parçanın ardından şasinin üzerine kaporta oturacağı için üst kısımdan aşağı doğru 150 N'luk bir kuvvet uygulanacaktır. Bunun yanında alt bağlantı yerlerine bağlanan alt parçanın olduğu yerden topraktan gelecek taş vb. malzemelerden dolayı her bağlantı yerinden yukarı yönlü 150 N'luk bir kuvvet uygulanmıştır.

Uygulanan kuvvetler ile birlikte toplam deformasyon analizi aşağıdaki gibidir.

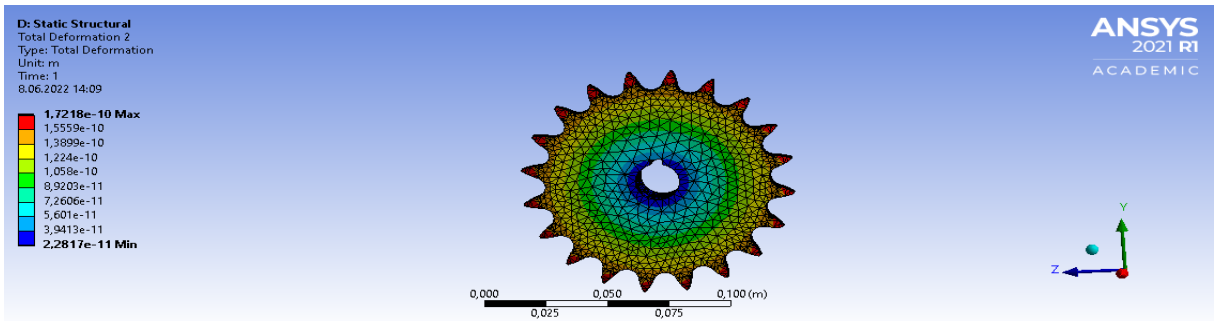


Stres katsayısı analizi ile birlikte aracın stres seviyesi belirlenmiştir.

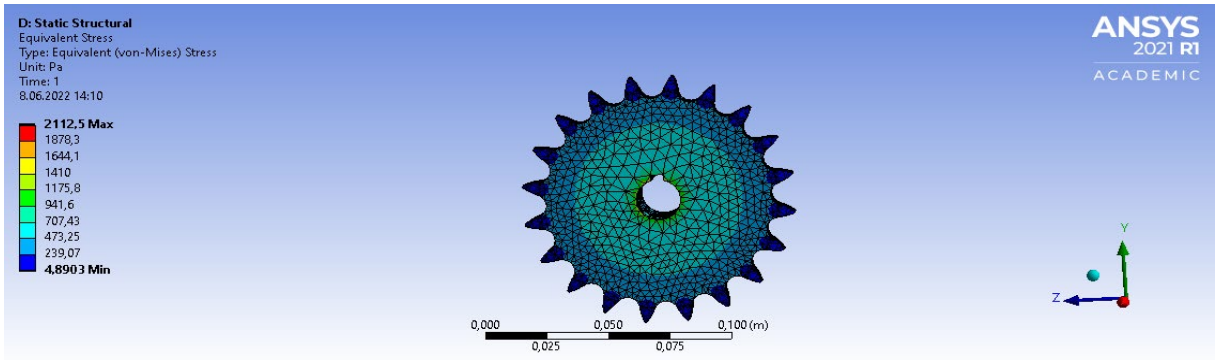


- **Tahrik Dişlisi**

Tahrik dişlisi içerisinden 93 rpm değeri yani yaklaşık 10 rad/s'lik bir dönü hareketi uygulanmıştır. Uygulanan bu dönü hareketi sonrasında tahrik dişlisinde oluşan Toplam Deformasyon katsayıları aşağıda şekildeki gibidir.



Stres katsayısı analizi ile birlikte araçta bulunan tahrik dişlisinin stres seviyesi belirlenmiştir.



Prototip aracın yürüyüş videosunun yer aldığı link:
https://youtube.com/shorts/QJmt8h7A5ys?feature=share

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

11. Referanslar (Kaynakça)

Anonim. (1999) Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları No: 131. Ankara.

Erdoğan, D., Çolak, A. ve Acar A.İ. (2001). Meliorasyon Makinaları. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

https://www.direnc.net/arduino-ldr-modul

https://www.direnc.net/arduino-sivi-seviye-sensoru-funduino

https://www.direnc.net/rplidar-a2m8-360-derece-lazer-tarayici-gelistirme-kiti-dfrobot?gclid=EAIaIQobChMI6oWvmOGb-AIVIY9oCR1YSgZwEAAYASAAEgLeUvD_BwE

https://www.robolinkmarket.com/flysky-fs-i6-24ghz-6-kanal-kumanda-ve-fs-ia6b-alici?gclid=EAIaIQobChMIievn-oqc-AIV8IxoCR1o7A6-EAAYASAAEgLYIPD_BwE

https://www.robolinkmarket.com/gy-neo6mv2-gps-

Kadayıfçılar, S. ve Kadayıfçılar S. (1991). Tarım Traktörlerinin Tasarım Esasları. Ankara: Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları.

Kadayıfçılar, S., Saral, A. ve Erdoğan, D. (1983) Tırtıllı Traktörler. Ankara: Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları

modulu?gclid=EAIaIQobChMIoYeD3vmb-AIVbI9oCR396gslEAQYAiABEgJoQPD_BwE

Özgüven, M.M. (2018) Hassas Tarım. Akfon Yayınları, Ankara. ISBN: 978-605-68762-4-0.

robotıstan mesafe

Saral, A. ve Avcıoğlu, A.O. (2012). Motorlar ve Traktörler. Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.

Uygun T., Özgüven, M.M. ve Altaş, Z. (2019) Lidar (Light Detection And Ranging) Sensörlerin Tarımda Kullanımı. International Erciyes Agriculture, Animal Food Sciences Conference 24-27 April 2019 - Erciyes University - Kayseri/Turkiye

Yardım, M.H. (2021). Motor Teknolojisi. Ankara: Nobel Yayınları.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ