

**FATİH SULTAN
MEHMET
ÜNİVERSİTESİ**

TÜRKSAT Model Uydu Yarışması 2022

**Kritik Tasarım Gözden
Geçirme Raporu**
Critical Design Review (CDR)

Versiyon 2.0

**405365
TALIA 4A**

<u>Sisteme Genel Bakış</u>		
Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
<u>PDR'dan Sonra Yapılan Değişiklikler</u>	13	Ali DEREYURT
<u>Model Uydu Tasarımı</u>	14	Ali DEREYURT
<u>Fiziksel Tasarım</u>	16	Ali DEREYURT
<u>Göreve Hazır Model Uydu'nun Uyumluluğu</u>	23	Ali DEREYURT

<u>Sensör Alt Sistem Tasarımı</u>		
Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
<u>PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri</u>	25	Alperen YASA
<u>Sensör Alt Sistemine Genel Bakış</u>	29	Alperen YASA

İniş Kontrol Alt Sistem Tasarımı

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
<u>PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri</u>	31	Ali DEREYURT
<u>İniş Kontrol Sistemine Genel Bakış</u>	32	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
<u>İniş Hızı Hesaplamaları</u>	33	Abdullah Selim KÖKSAL
<u>İrtifa Sabitleme</u>	40	Alperen YASA

Mekanik Alt Sistem Tasarımı

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
<u>PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri</u>	44	Ali DEREYURT
<u>Mekanik Alt Sisteme Genel Bakış</u>	45	Ali DEREYURT
<u>Görev Yüğü'nün Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni</u>	50	Ali DEREYURT
<u>Taşıyıcı'nın Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni</u>	54	Ali DEREYURT
<u>Görev Yüğü ve Taşıyıcı İçin Malzeme Seçimleri</u>	55	Ali DEREYURT
<u>Taşıyıcı ile Görev Yüğü Ayrılma Mekanizması</u>	57	Ali DEREYURT
<u>Kütle Bütçesi</u>	60	Ali DEREYURT

Haberleşme ve Veri İşleme Alt Sistem Tasarımı

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
<u>PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri</u>	66	Abdussamet KACI
<u>HAVİ Genel Bakış</u>	67	Abdussamet KACI
<u>İşlemci Seçimi</u>	68	Abdussamet KACI
<u>Kablosuz Haberleşme Konfigürasyonu</u>	70	Abdussamet KACI
<u>Görev Yüğü ve Taşıyıcı Antenleri</u>	71	Abdussamet KACI
<u>Telemetri Formatı</u>	72	Abdussamet KACI
<u>Video Aktarımı</u>	76	Abdussamet KACI
<u>Bonus Görev: Asenkron Video Transferi</u>	77	Abdussamet KACI
<u>Sistemler Arası Haberleşme Ağı (SAHA)</u>	79	Abdussamet KACI

Elektronik Alt Sistem Tasarımı

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
<u>PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri</u>	83	Abdullah Selim KÖKSAL
<u>Elektrik Alt Sistemine Genel Bakış</u>	84	Alperen YASA
<u>Elektrik Blok Şeması</u>	86	Abdullah Selim KÖKSAL
<u>Görev Yüğü'nün Bataryasının Özellikleri</u>	88	Alperen YASA
<u>Güç Bütçesi</u>	89	Abdullah Selim KÖKSAL
<u>Pil Geriliminin Ölçüm Yöntemi</u>	92	Alperen YASA

Uçuş Yazılımı Tasarımı

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
<u>PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri</u>	94	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
<u>Uçuş Yazılımına Genel Bakış</u>	96	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
<u>Uçuş Yazılımı Durum Diyagramı</u>	98	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
<u>Yazılım Geliştirme Planı</u>	101	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM

Yer İstasyonu Tasarımı

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
PDR' dan Sonra Yapılan Alt Sistem Değişiklikleri	105	Faruk Bera ZÜLALOĞLU
Yer İstasyonuna Genel Bakış	106	Faruk Bera ZÜLALOĞLU
Yer İstasyonu Anteni	107	Abdullah Selim KÖKSAL
Yer İstasyonu Yazılımı	108	Faruk Bera ZÜLALOĞLU

Özgün Görev

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
Özgün Görev 1	111	Ali DEREYURT
Özgün Görev 2	115	Faruk Bera ZÜLALOĞLU

Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi

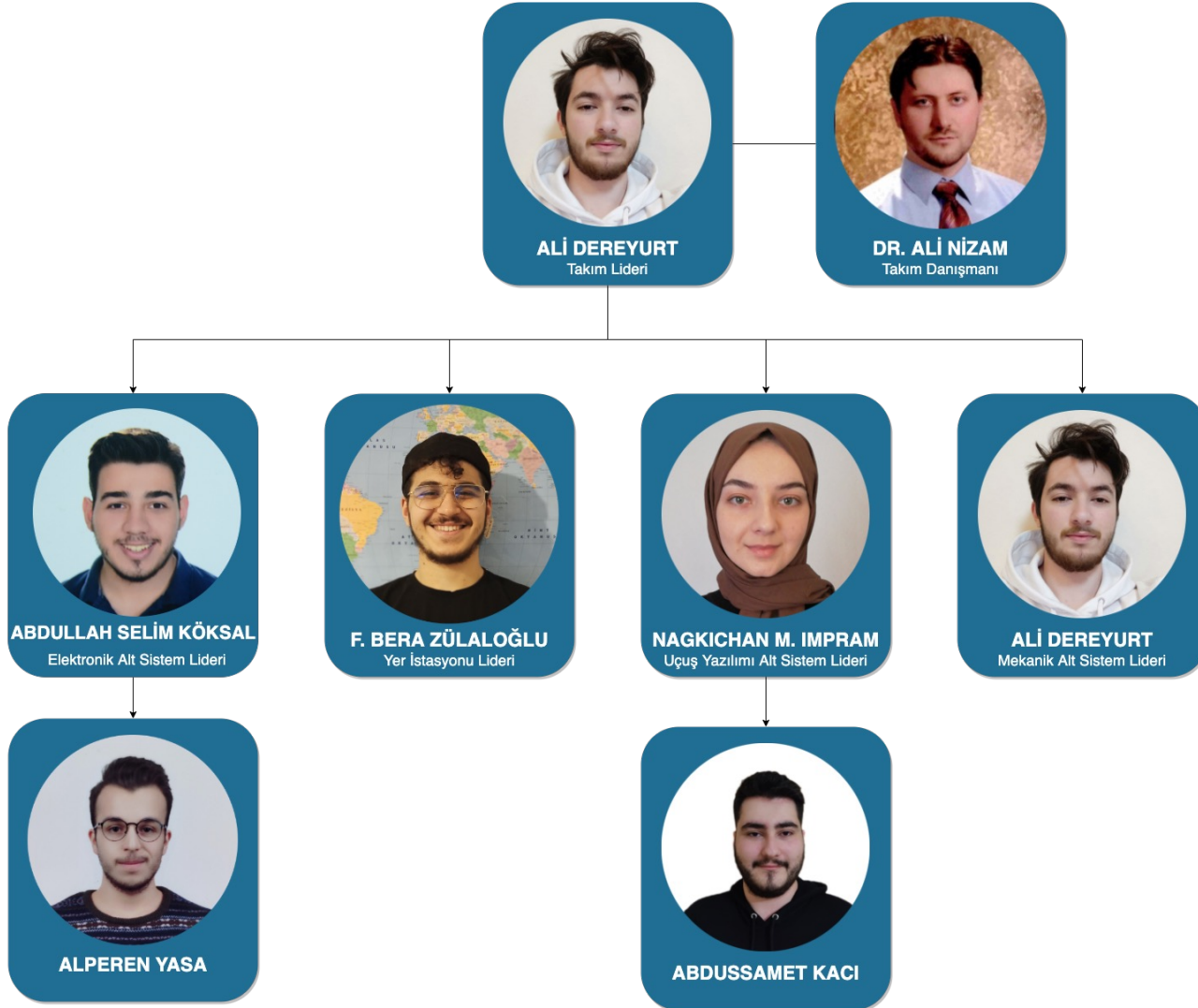
Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
Model Uydu'nun Birleştirme Aşamalarına ve Testlerine Genel Bakış	120	Ali DEREYURT
Alt Sistem Seviyesi Test Planı	122	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
HAVI Alt Sistem Test Planı	125	Abdussamet KACI
Elektrik Alt Sistem Test Planı	126	Alperen YASA
Uçuş Yazılımı Alt Sistem Test Planı	127	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
Yer İstasyonu Alt Sistem Test Planı	131	Faruk Bera ZÜLALOĞLU
Mekanik Tasarım Alt Sistem Test Planı	132	Ali DEREYURT
İniş Kontrol Alt Sistem Test Planı	134	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
Sistem Seviyesi Test Planı	136	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
Çevresel Testlerin Planı	137	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM

Görev Operasyonları ve Analizler

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
Olayların Görev Sırasına Genel Bakış	141	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM

Yönetim

Başlık	Sayfa Numarası	Hazırlayan
Model Uydu Bütçesi	144	Ali DEREYURT
Diğer Masraflar	146	Ali DEREYURT
Proje Takvimi	147	Ali DEREYURT
İster Uyumları	151	Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM
Sonuçlar	158	Ali DEREYURT



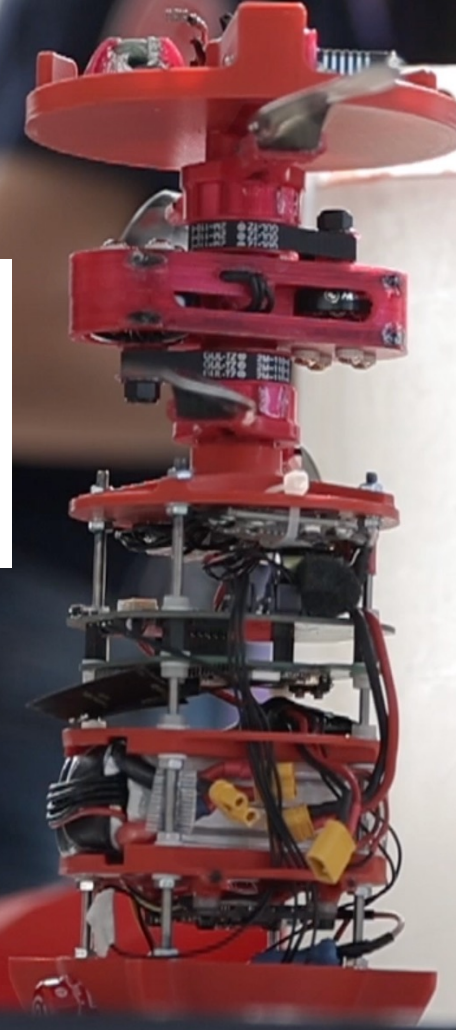
gr	Gram
SD	Secure Digital
PWM	Pulse-width modulation
I2C	Inter-Integrated Circuit
SPI	Serial Peripheral Interface
mAh	milliampere/hour
UART	Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter
USB	Universal Serial Bus
cd	Drag coefficient
3B	3-Boyut(lu
GPS	Global Position System
IMU	Inertail Measurement Unit
PFR	Post Flight Review
mA	Miliamper
V	Volt
°C	Derece Celcius
sn	Saniye
FR-4	Flame Retardant 4
TCP	Transmission Control Protocol
SPRAM	SPin-transfer torque RAM

Ah	Amper/hour
IP Adres	Internet Protocol Address
CAN	Controller Area Network
N	Newton
G	Yerçekimi ivmesi
PID	Proportional Integral Derivative
MHz	MegaHertz
ESC	Electronic Speed Control
M3	Metrik Sistem’de 3 mm
A	Amper
Hz	Hertz
ABS	Acrylonitrile butadiene styrene
mm	Millimeter
uA	Micro Amper
mV	Millivolts
PETG	Polyethylene terephthalate glycol
PLA	Polylactic acid
Li-Po	Lithium polymer
SCCB	Serial Camera Control Bus
EEPROM	Electrically erasable programmable read-only memory

kB	Kilobyte
MB	Megabyte
WiFi	Wireless fidelity
SD	Secure digital
AP	Acces Point
RP-SMA	Reverse Polarity SMA
csv	comma-separated values
Ch	Channel
LDO	Low-dropout
BLDC	Brushless DC electric motor
W	Watt
kΩ	Kiloohm
GHz	Gigahertz
VHF	Very high frequency
UHF	Ultra high frequency
SMA	Spinal Muscular Atrophy
M8	Metrik Sistem'de 8 mm
RPM	Revolutions per minute

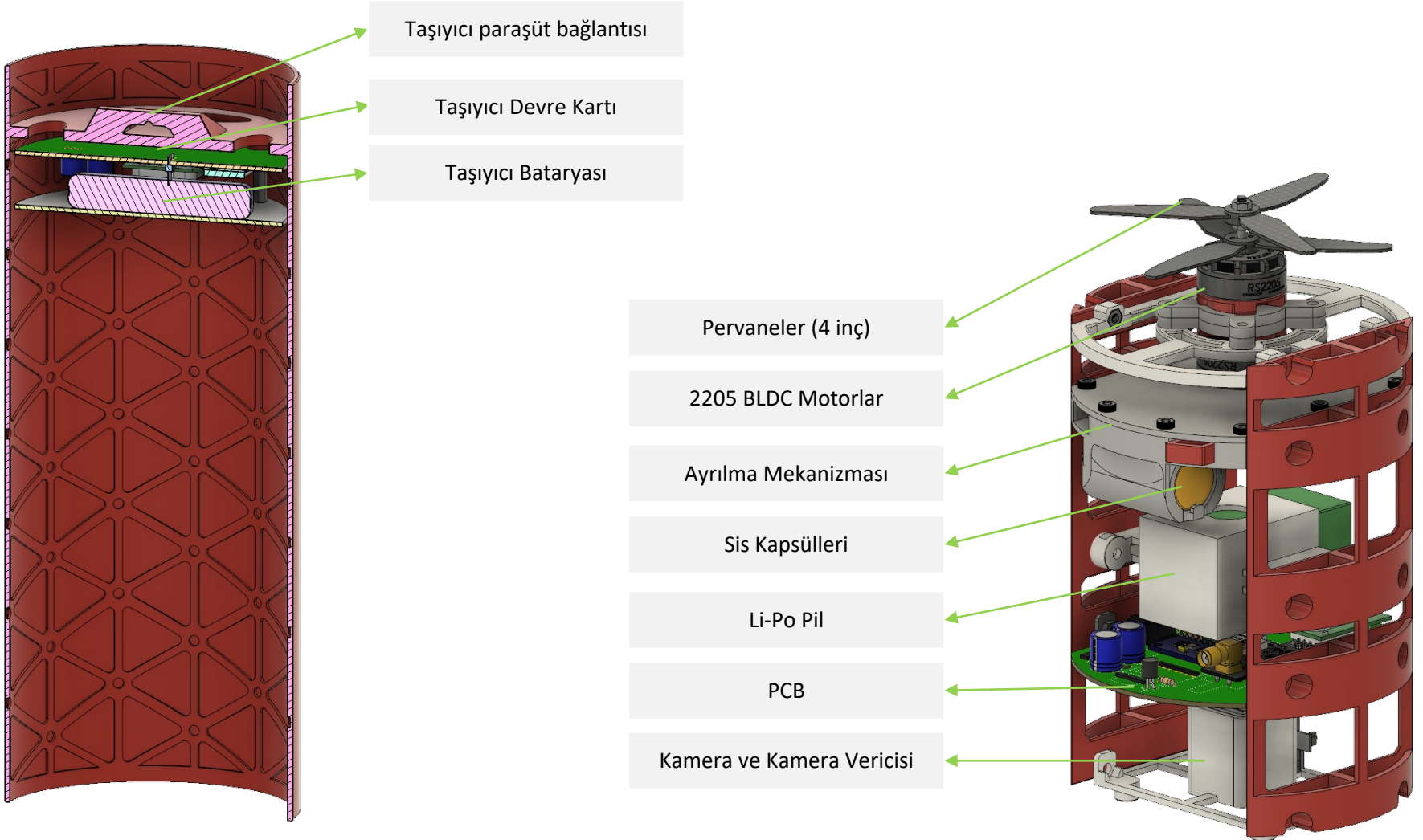
Sisteme Genel Bakış

Ali DEREYURT

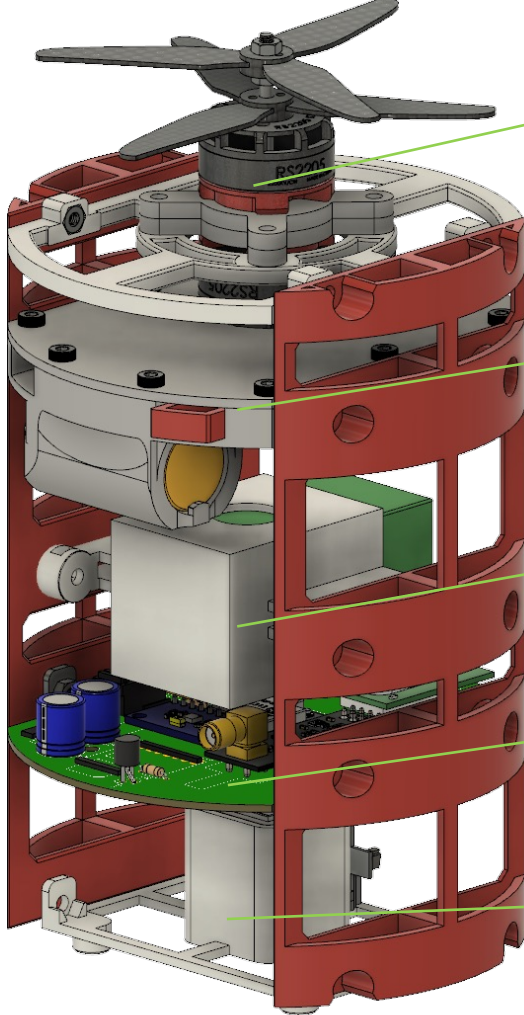


PDR'dan Sonra Yapılan Değişiklikler

- Görev yükü tasarımı güncellendi.
- Görev yükü mimarisi değiştirildi.
- Kamera analog video alıcısı eklendi.
- Buzzer'ın ses şiddetini artırmak için transistör eklemiştir.
- Yer istasyonu anteni güncellendi.



Görev Yüğü Tasarımı



Aktif İniş Sistemi

Aktif iniş sistemi; ters yöne dönen 2 adet BLDC motor ve pervaneden oluşur.

Ayrılma Mekanizması ve Sis Kapsülleri

Ayrılma mekanizması, bir kutu içinde 3 adet dişli parçadan oluşur. Bu kutunun altında servo motor ve 2 adet sis kapsülü bulunur.

Pil Katmanı

Lityum Polimer pil ve pilin oturduğu yuvadan oluşur.

PCB Katmanı

PCB katmanı Görev Yüğü'nün elektronik mimarisini barındırır.

Kamera Katmanı

Bu katmanda Analog Video Verici Kartı ve Görev Yüğü Kamerası bulunur.



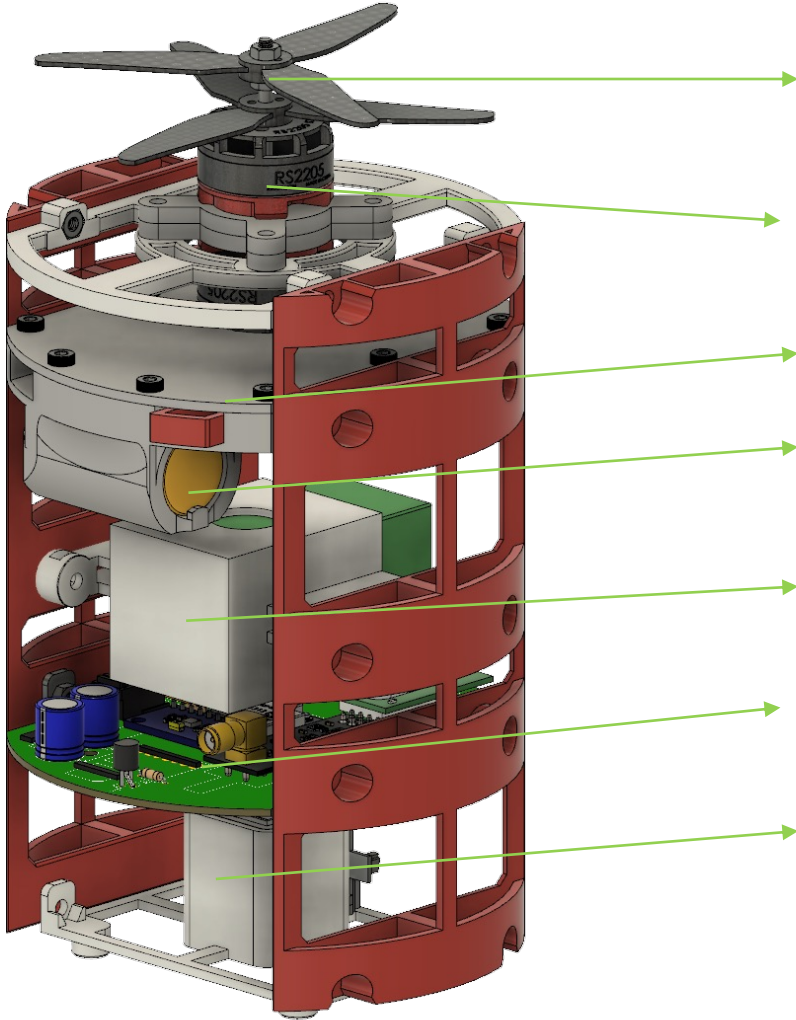
Taşıyıcı

Taşıyıcının üst kısmında paraşüt bölmesi bulunmaktadır. Paraşütün bağlanması için karabinanın tutturulacağı kısım bulunmaktadır.

Taşıyıcının dış kısmı düz ve iç kısmı izogrid desenlidir. Bu desen sayesinde dayanıklılıktan ödün vermeden ağırlık azaltılmıştır.

Dış Çap: 113 mm
İç Çap: 109 mm
Et Kalınlığı: 2 mm
Yükseklik: 300 mm



**Görev Yüğü**

Pervaneler (4 inç)

2205 BLDC Motorlar

Ayrılma Mekanizması

Sis Kapsülleri

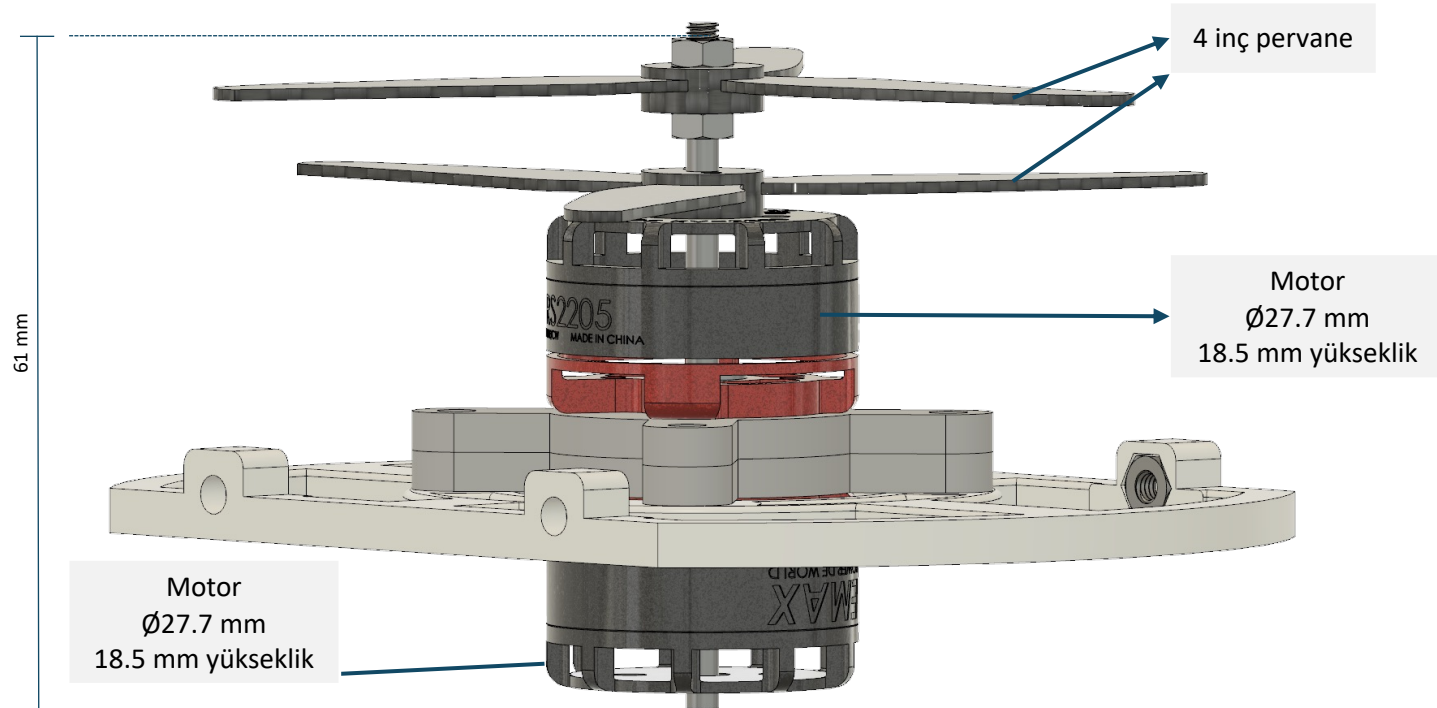
Li-Po Pil

PCB

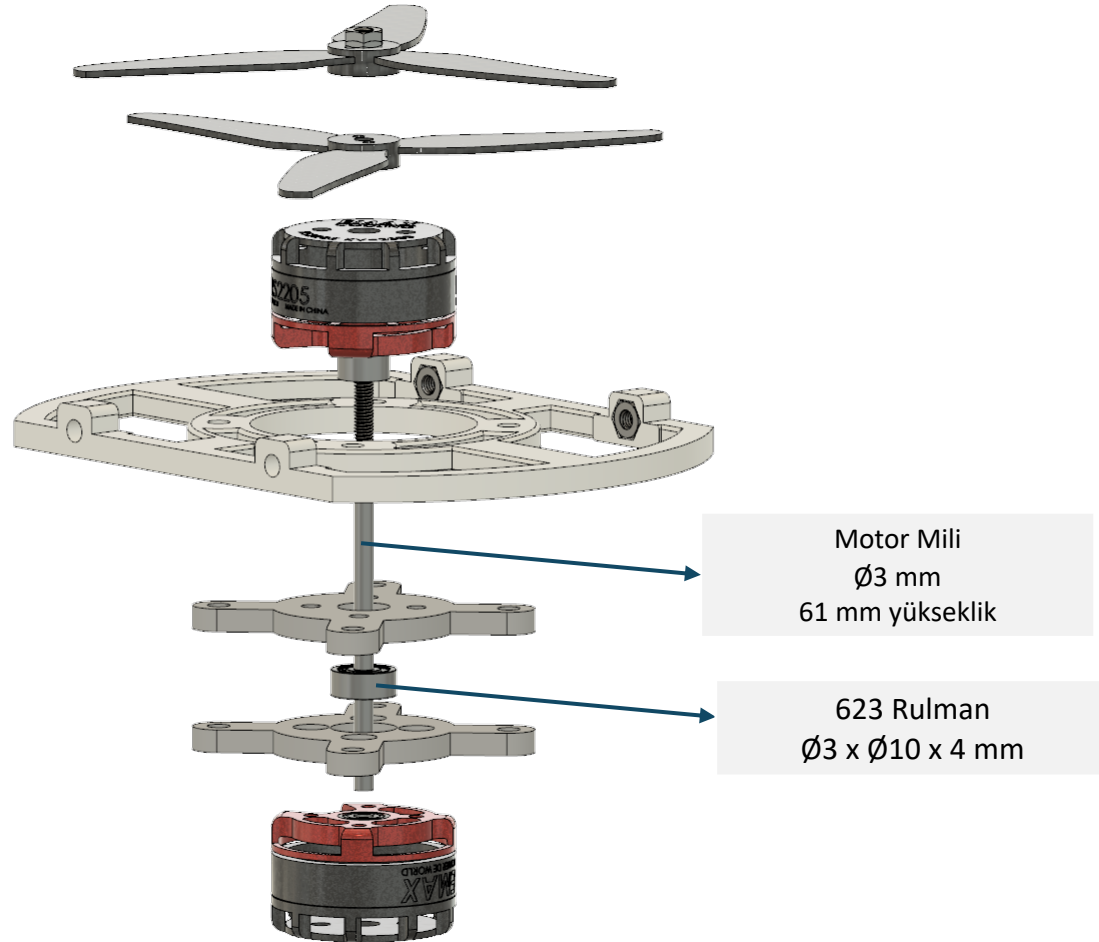
Kamera ve Kamera Vericisi

Dış Çap: 106 mm
Yükseklik: 198 mm

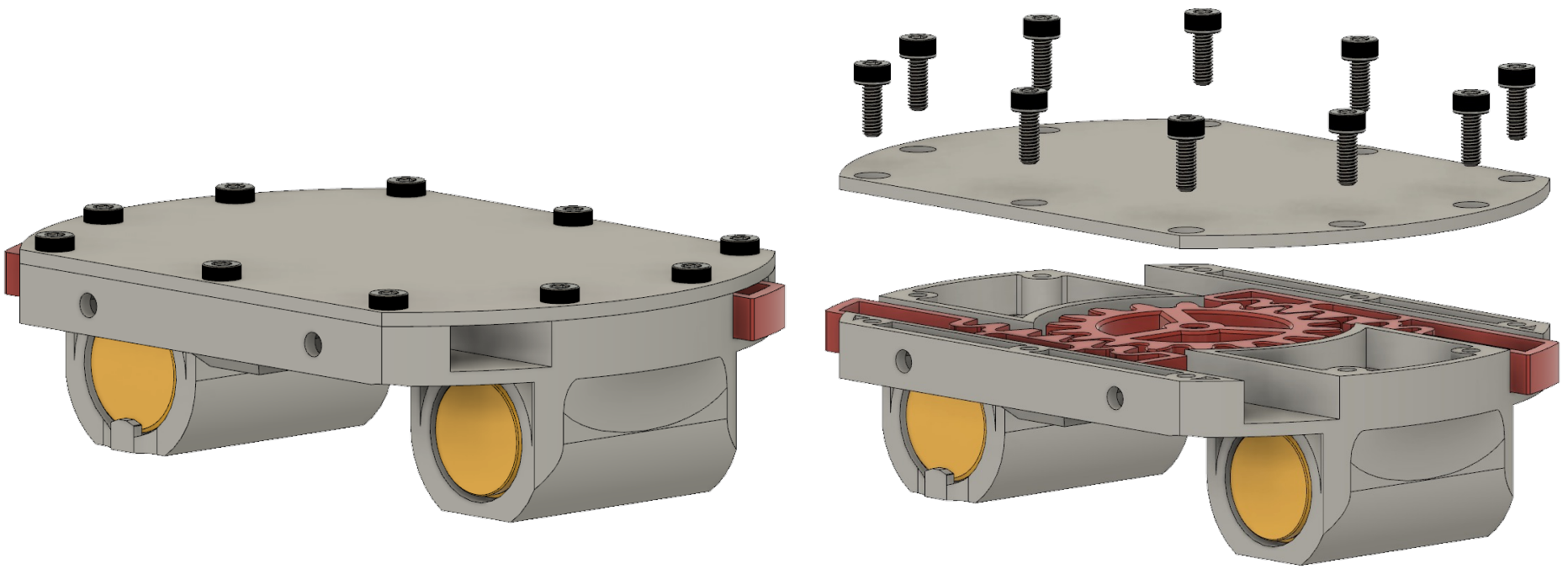
Aktif İniş Mekanizması Tasarımı



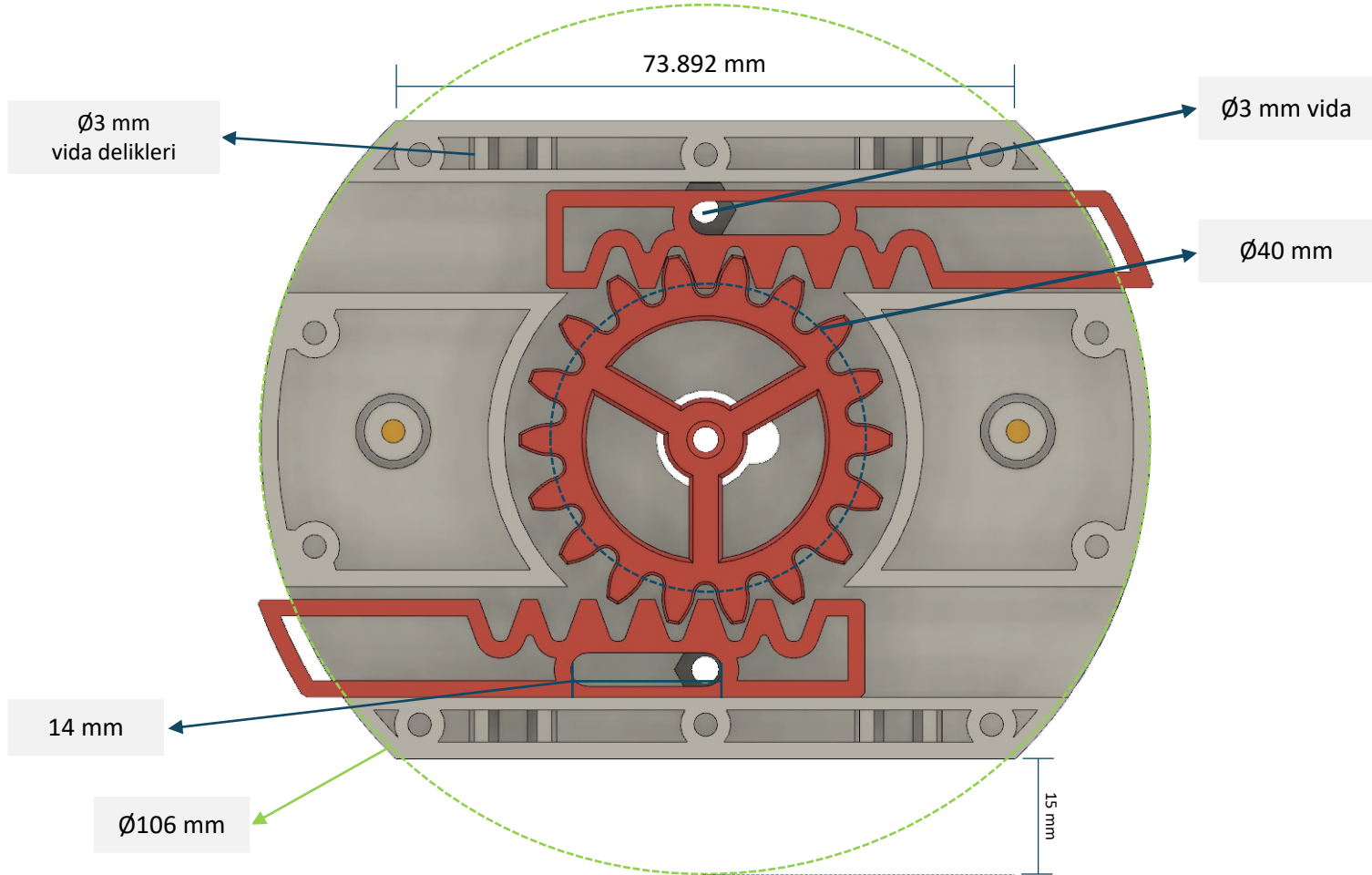
Aktif İniş Mekanizması Tasarımı

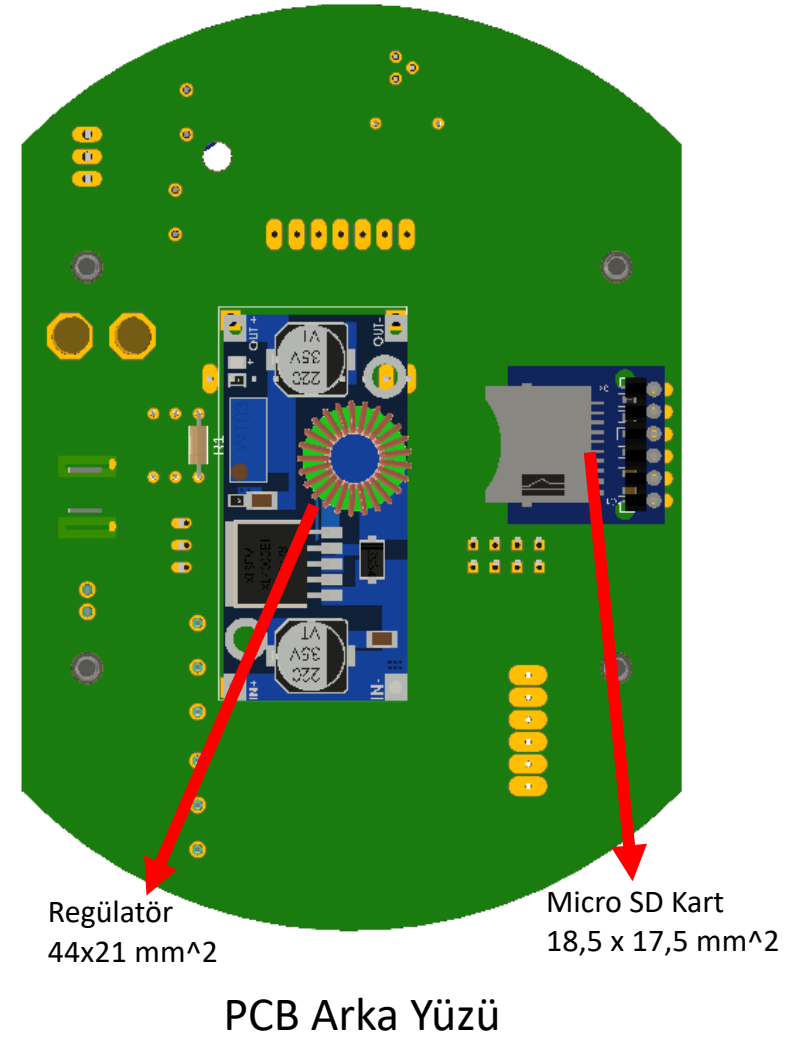
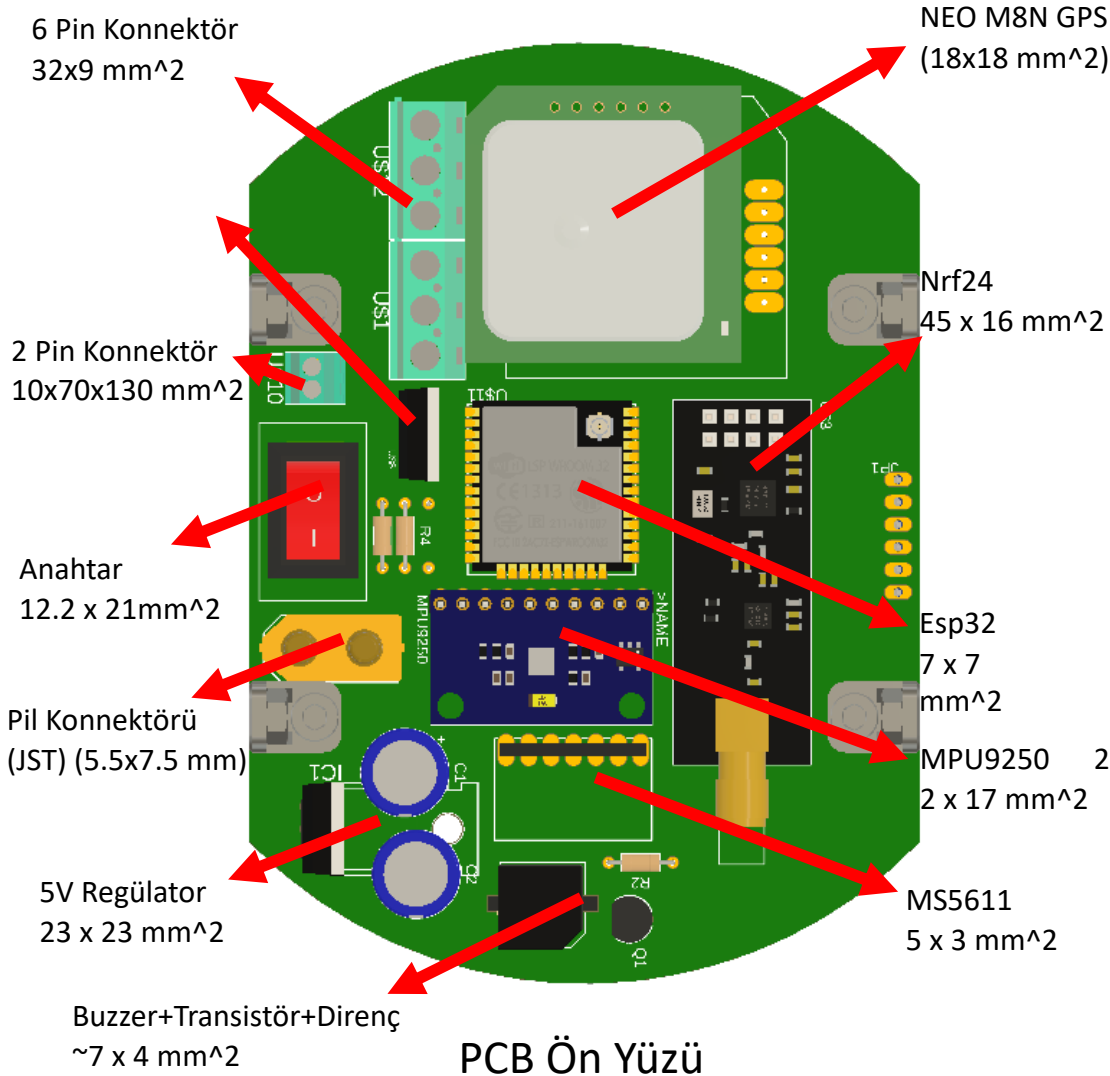


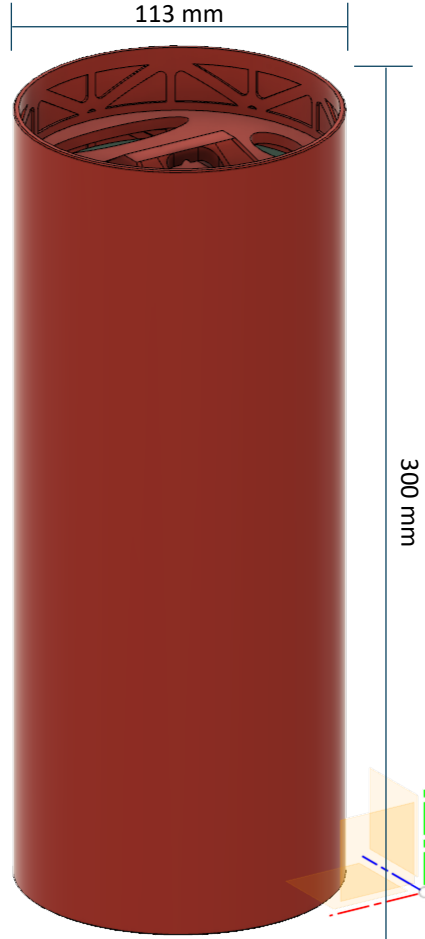
Ayrılma Mekanizması Tasarımı



Ayrılma Mekanizması Tasarımı

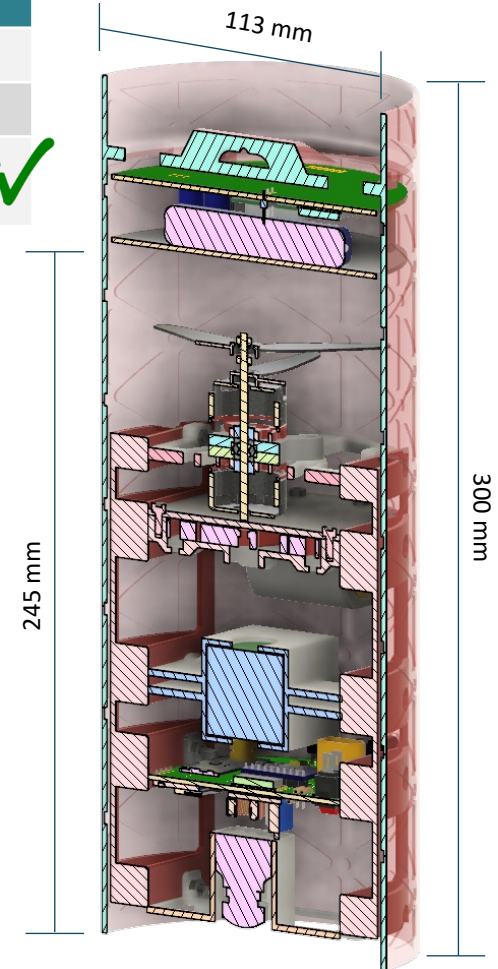
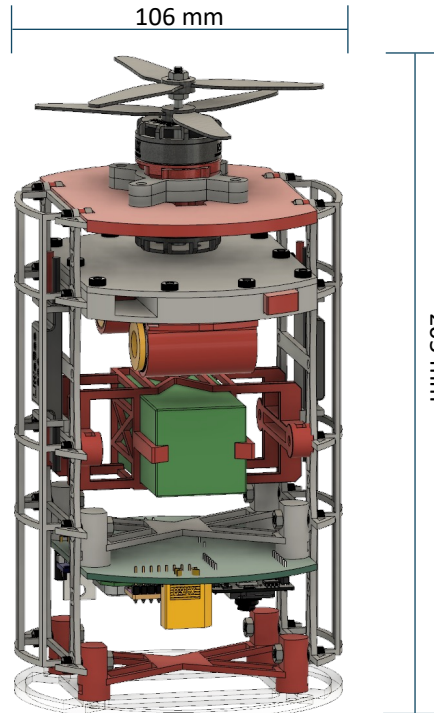


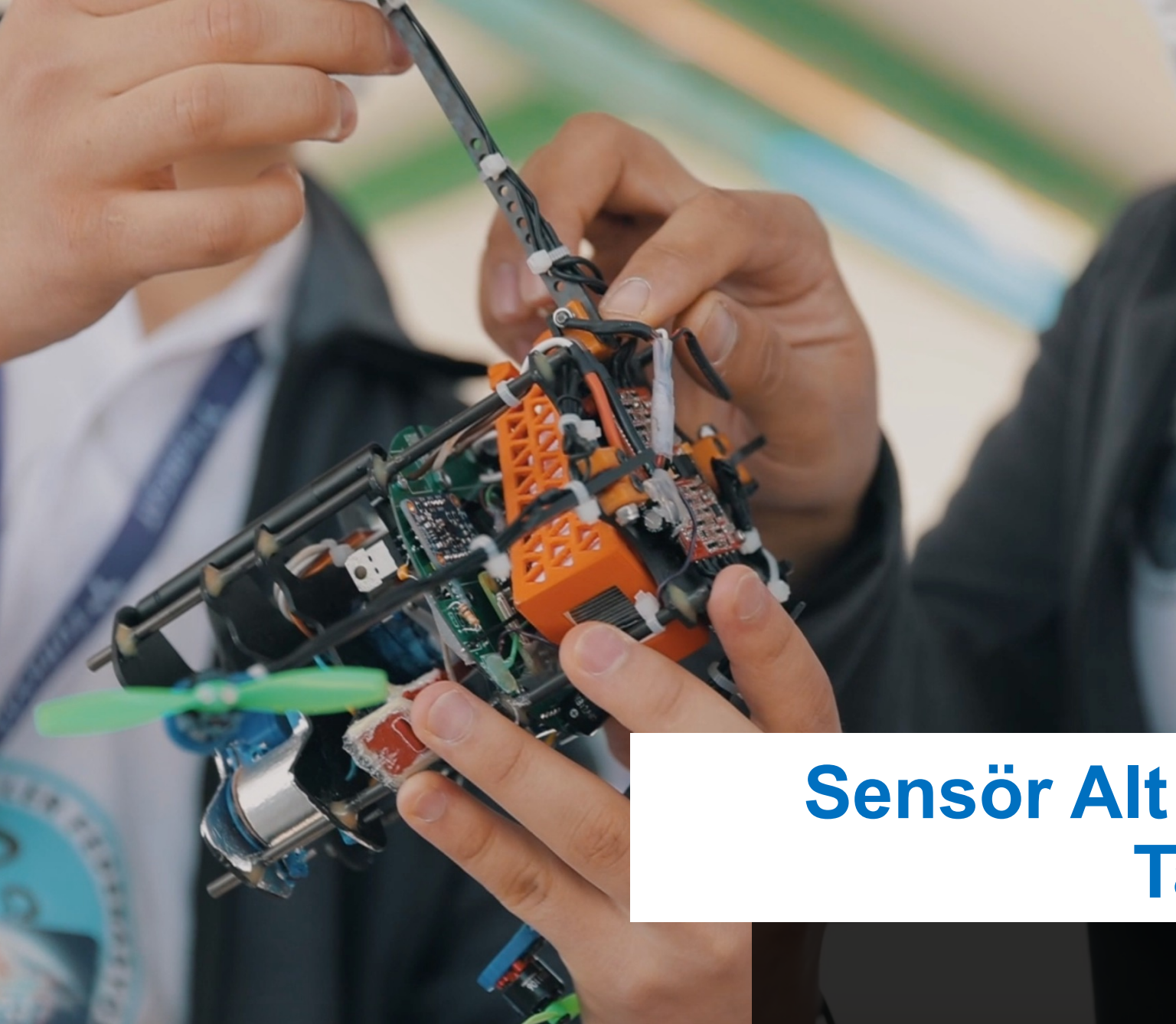




Kaynak	Boyutlar	
	Çap	Yükseklik
Kılavuz	113	300
Tasarım	113	300

Görev yükü taşıyıcının içerisindeki 245mmx113mm derinliğe ve genişliğe sahip olan boşlukta bulunacaktır. Sistem kılavuzdaki ölçülere uygundur. ✓





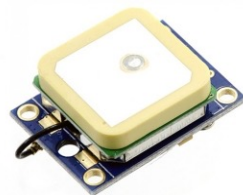
Sensör Alt Sistem Tasarımı

Alperen YASA

Sensör Mod eli	Ağırlık	Akım (mA)	Gerilim (V)	Boyut	Arayüz	Güncelleme Hızı	Çözünürlük	Kanal	Fiyat
GY-NEO6M	4 gr	45mA	5 V	18 x 18 mm ²	UART	5Hz	5 m	50	386 ₺
Adafruit Mini GPS PA1010D	4.4 gr	30mA	5 V	25.5 x 25.4 mm ²	UART, I2C	10Hz	3-2.5 m	33	425 ₺



Seçilen Sensör	Açıklama (Görev Yüğü)
GY-NEO6M	Daha uygun fiyatlı ve elimizde bulunmakta.(plastik aksam kullanılmayacak sadece modül kullanılacaktır.)



Sensör Modeli	Ağırlık	Akım (mA)	Gerilim (V)	Boyut	Arayüz	Frekans	Fiyat
ESP32-CAM(Wifi)	20 gr	1200mA	5 V	36 x 24 mm ²	-	2412 - 2484MHz	-
Nrf24(Rf)	4.4 gr	115mA	3.3V	45 x 16 mm ²	SPI	2.4-2.5 GHz	50 ₺



Seçilen Sensör	Açıklama (Görev Yüğü)
GY-NEO6M	- Düşük güç - Yüksek çıkış gücü - Aviyonik kod geliştirme optimizasyonu



Sensör Modeli	Ağırlık	Akım(mA)	Gerilim(V)	Boyut	Arayüz	Fiyat
ESP32-CAM(SD kart slotu)	20 gr(kartın bütünü)	310mA	5 V	36 x 24 mm ²	UMMC	-
Arduino Micro Sd Kart Modülü	3 gr	200mA(max)	3,3 V	18,5 x 17,5 mm ²	SPI	15 ₺



Seçilen Sensör	Açıklama (Görev Yüğü)
Arduino Micro Sd Kart Modülü	Kamera modülü haricen kullanılacağından dolayı ESP32-CAM değiştirildiğinden bu modül kullanılacaktır.



Sensör Modeli	Ağırlık	Akım(mA)	Gerilim(V)	Boyut	Arayüz	Çözünürlük	Fiyat
OV2640	1 gr	20 mA	5 V	5 x 5 mm ²	SSCB	640x480	100 ₺
DTX03 + Foxeer Razer Mini	19 gr (Kablo Dahil)	140mA-64mA (5V-12V)	4.5-25 V	21.8x29mm ²	CVBS	1200TVL	347 + 330 ₺



Seçilen Sensör	Açıklama
DTX03 + Foxeer Razer Mini	- Çekilen videonun otomatik olarak kaydedilmesi yazılımsal maliyeti azaltmaktadır. - Daha kaliteli görüntü sunmaktadır.



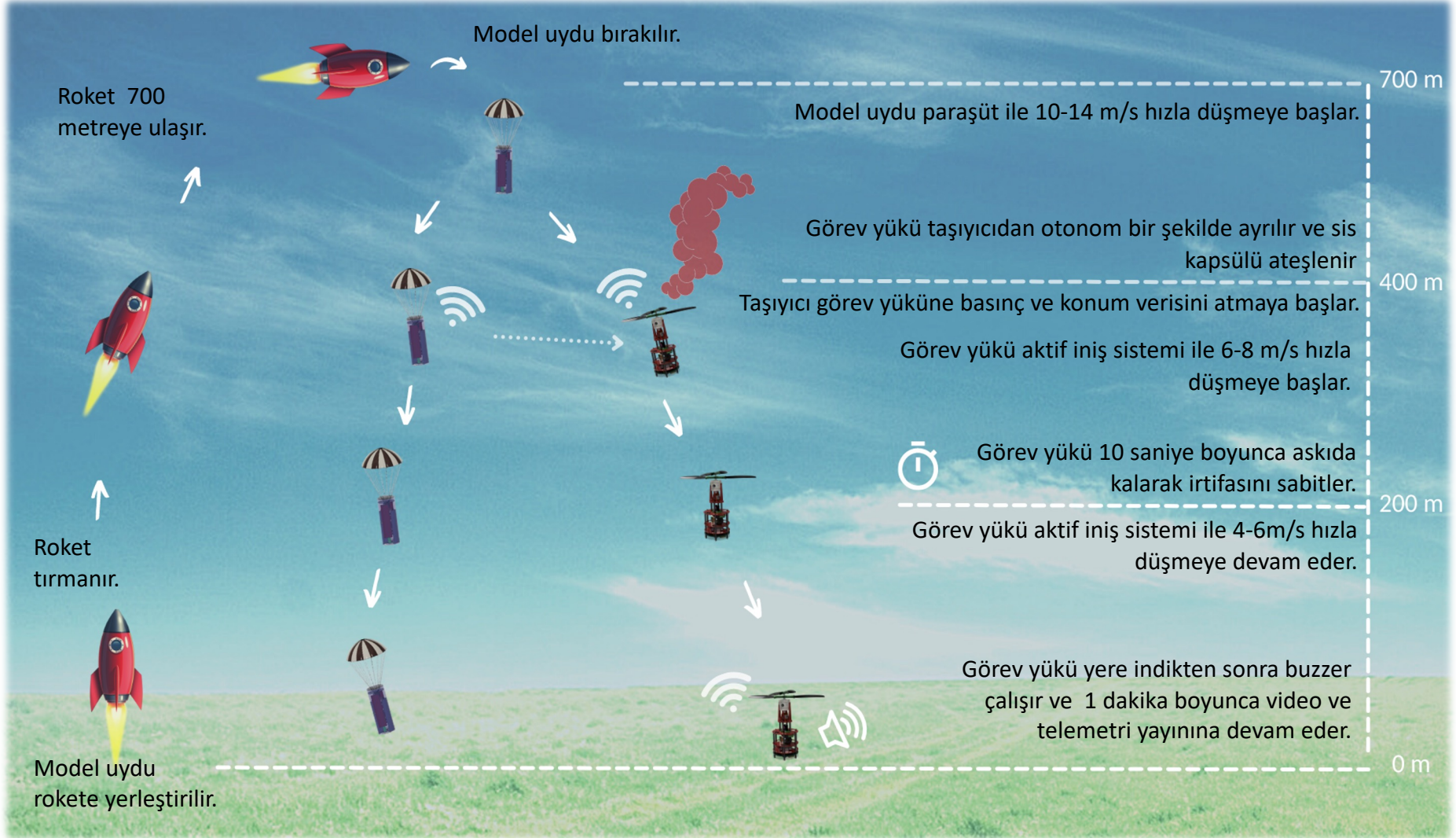
SENSÖR TİPİ	MODEL	SENSÖR ÖZELLİKLERİ
İvmeölçer	MPU9250	Uydunun eksenel ivme ve dönme verilerini elde etmeye yarar.
GPS (Görev Yüğü)	Adafruit Mini GPS PA1010D	Görev yükünün konum verilerini sağlar.
GPS (Taşıyıcı)	GY-NEO6MV2	Taşıyıcının konum bilgilerini elde eder.
Basınç / Sıcaklık / Yükseklik (Görev Yüğü)	MS5611	Basınç ve sıcaklık verilerini elde eder aynı zamanda basınç verisi ile yükseklik ölçümünü de yapar.
Basınç / Sıcaklık / Yükseklik (Taşıyıcı)	BMP280	Taşıyıcının basınç, yükseklik ve sıcaklık verilerini elde eder.
Kamera	DTX03 + Foxeer Razer Mini	Anlık olarak uçuş anının görüntülenmesini ve kaydedilmesini sağlar.
Pil Gerilim	Gerilim Bölücü Devre	Pil durumunu ölçmek için kullanılır.
Mesafe sensörü	VL53L0X	Uydunun taşıyıcıdan ayrılıp ayrılmadığını kontrol eder.

A photograph of two parachutes falling against a clear blue sky. On the left, a large red parachute is fully deployed, with its suspension lines and a dark cylindrical object (likely a payload or container) visible below it. Further to the right and lower in the frame, a smaller yellow parachute is also visible, with a small dark object hanging beneath it. The sky is a uniform light blue, and the overall scene suggests a controlled descent or a parachute test.

İniş Kontrol Sistemi Tasarımı

Ali DEREYURT

PDR'dan sonra herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.



Model Uydu

Gereksinimler

Model Uydu Paraşütü

400 metreye kadar, Model Uydunun (Taşıyıcı + Görev Yüğü) 10-14 m/s hızla inmesi gerekmektedir.

Gerekli paraşütün yarıçap hesaplama formülü:

$$r = \sqrt{\frac{2mg}{\pi C_d \rho V^2}}$$
$$0.1782 \text{ metre} = \sqrt{\frac{2 \times 0.75 \times 9.81}{3.14 \times 1.2 \times 1.229 \times 12^2}}$$

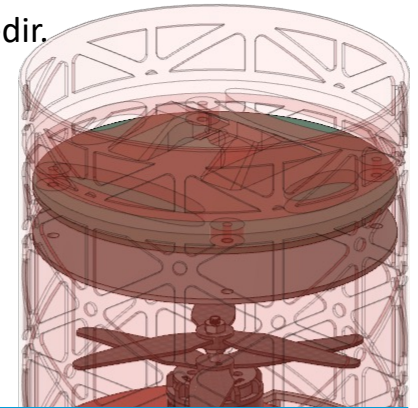
Model Uydunun paraşütün yarıçapı yaklaşık **15 cm** olması gerekmektedir.

Hava yoğunluğu Aksaray için 1.229 kg/cu m alınmıştır.

Pi sayısı 3.14 ve yerçekimi ivmesi 9.81 m/s^2 alınmıştır.

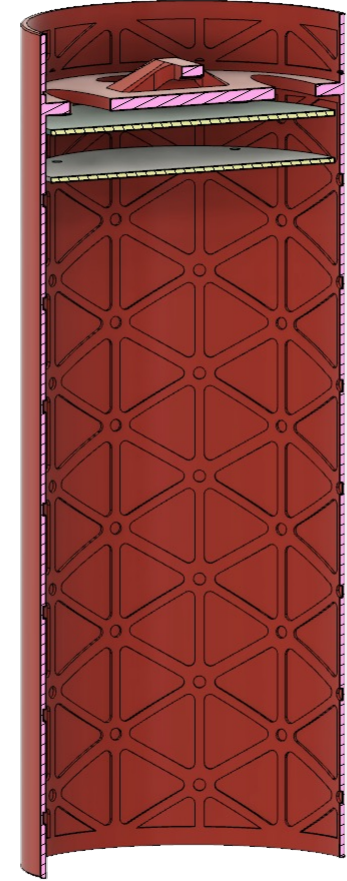
Model uydu ağırlığı 750 gram olarak alınmıştır.

Kaynak: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/rktvrecv.html>



Taşıyıcı Ayrılma Sonrası

Durum	İrtifa (m)	Hız (m/s)	Süre (sn)
Model Uydu Ayrılma öncesi	700-400	12	25
Görev Yüğü taşıyıcıdan Ayrıldıktan sonra	400-0	5,5	72



Görev Yüğü Ayrılma Sonrası

Zaman (saniye)		Durum	İrtifa (m)		Hız (m/s)	Motor İtkisi (gr)
Başlangıç	Bitiş		Başlangıç	Bitiş		
0	0,7	Ayrılma	400	397	0->7	0
0,7	28,7	Alçalma	397	200	7	747,6
28,7	30,1	200-İrtifa Sabitleme	200	199,8	7 -> 0	1495,2
30,7	40,7	İrtifa Sabitleme	199,8	199,8	0	747,6
40,7	41,2	İrtifa Sabitleme-iniş	199,8	198,5	0->5	0
41,2	80,9	iniş	198,5	0	5	747,6

Görev Yüğü Ayrılma Sonrası

Zaman (saniye)		Durum	Kullanılan denklem 1	Denklem 1 sonuç	Kullanılan denklem 2	Denklem 2 sonuç
Başlangıç	Bitiş					
0	0,7	Ayrılma	$V = at$	t=0,7 sn	$y = y_0 + vt$	y=397 m
0,7	28,7	Alçalma	$y = y_0 + vt$	t=28 sn	-	-
28,7	30,1	200-İrtifa Sabitleme	$V = v_0 + at$	t=1,4 sn	$y = y_0 + Vt + \frac{1}{2}at^2$	y=199,8 m
30,7	40,7	İrtifa Sabitleme	-	-	-	-
40,7	41,2	İrtifa Sabitleme- iniş	$V = v_0 + at$	t=0,5 sn	$y = y_0 + Vt + \frac{1}{2}at^2$	y=198,5 m
41,2	80,9	iniş	$y = y_0 + vt$	t=39,7 sn	-	-

	İrtifa (m)	Hız (m/s)	Süre (sn)
Taşıyıcı+ Görev Yüğü	700	0	0
Taşıyıcı+ Görev Yüğü	400	12	25

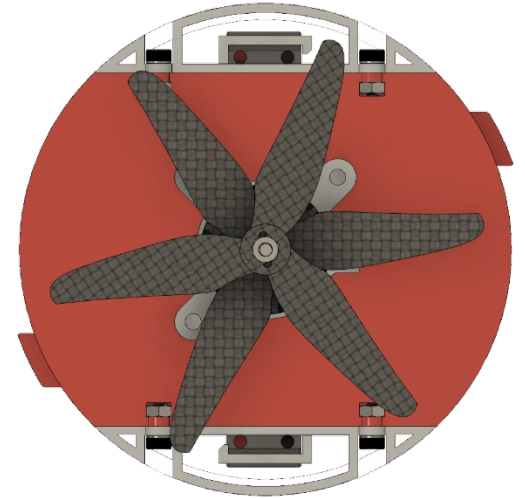
Taşıyıcı'dan Görev Yüğü Ayrıldıktan Sonra

	İrtifa (m)	Hız (m/s)	Süre (sn)
Alçalma	400	12	25
	0	12	0

Görev Yüğü Taşıyıcıdan Ayrıldıktan Sonra				
	İrtifa (m)	Hız (m/s)	İtki (gr)	Süre (sn)
Alçalma	400	7	408	0
	200	7		25
İrtifa sabitleme	200	0	408	10
iniş	200	5	408	40

Görev Yüğü Ayrılma Sonrası

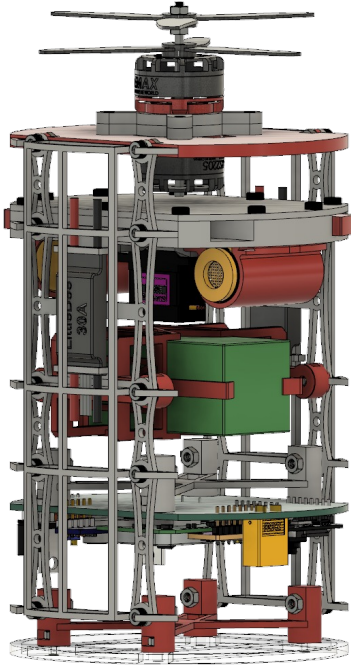
	Denklemler	
Maksimum RPM	$RPM = V_{cc} * KV$	➤ $16.8 * 2300 = 38640 \text{ RPM}$
Nominal RPM	$RPM = V_{cc} * KV$	➤ $14,8 * 2300 = 34040 \text{ RPM}$
Pervane'nin Taradığı Alan	$A = \pi r^2$	$A = \pi r^2 = 5^2 \pi = 78,5 \text{ cm}^2$
Not		Yapılan hesaplamalarda motordaki itki değerleri kullandığımız 4 inch'lik pervaneye göre yapılmıştır.



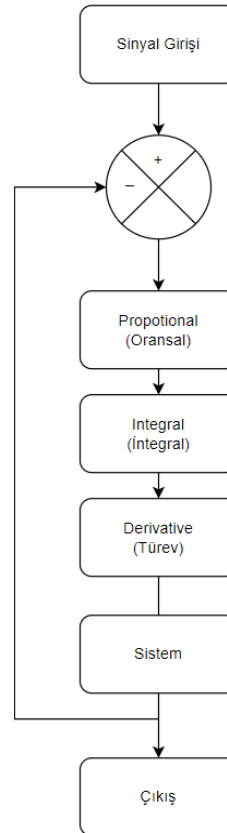
Stabilizasyon Adı	Yöntem
PID Algoritması	Proportional Integral Derivative (PID) denetleyici kontrol döngüsü yöntemini ölçtüğümüz iniş hızı verisini işleyip PWM değerine dönüştürüp hangi oranda yavaşlaması veya ne kadar hızlı tepki vermesi gibi kontrolleri yaparak yazılımsal olarak stabilizasyon sağlanır.
P Algoritması	İniş hızına göre motorlara verilen PWM değerini belirlemek. Bu yöntemde sadece motora gitmesi gereken PWM ve P oranı tespit edilir.
Açısal Momentum Stabilizasyonu	Motorda oluşan tek yönlü torku sıfırlamak için ters yöne dönen bir motor daha sisteme entegre edilerek bu açısal momentumdan kaynaklı tork giderilir.
Mekanik Stabilizasyon	Görev Yüğü'nün ağırlık merkezi aşağıda tutularak gövdenin stabilite marjini artırılır.

Seçilen Yöntemler :

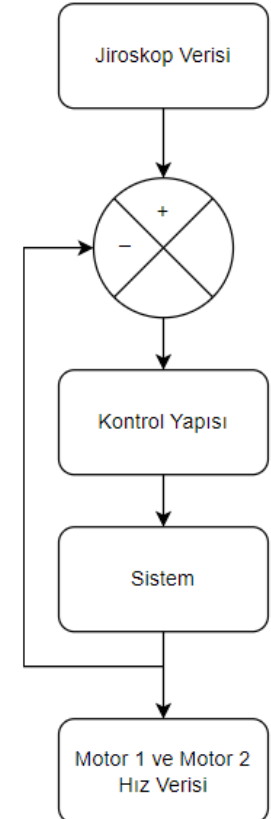
Mekanik Stabilizasyon



PID Algoritması



Açısal Momentum Stabilizasyonu



- İrtifa sabitleme sırasında motor 19 amper çekmektedir. Bu da irtifa sabitleme sırasında toplam 0.136 wh tüketmektedir.
- 1'i bu orana bölünürse pilin yavaşlama ve irtifa sabitlemenin yaklaşık olarak 7 defa yapabilir olduğu bulunur.

$$\frac{T_{yavasla} * I_{yavasla} + T_{sabit} * I_{sabit}}{Pil\ Kapasite(Ah)}$$

$$\frac{6sn * 50 A + 10 * 19 A}{0,850 mAh} = 0,136 \qquad \frac{1}{0,136} = 7,34$$



Mekanik Alt Sistem Tasarımı

Ali DEREYURT

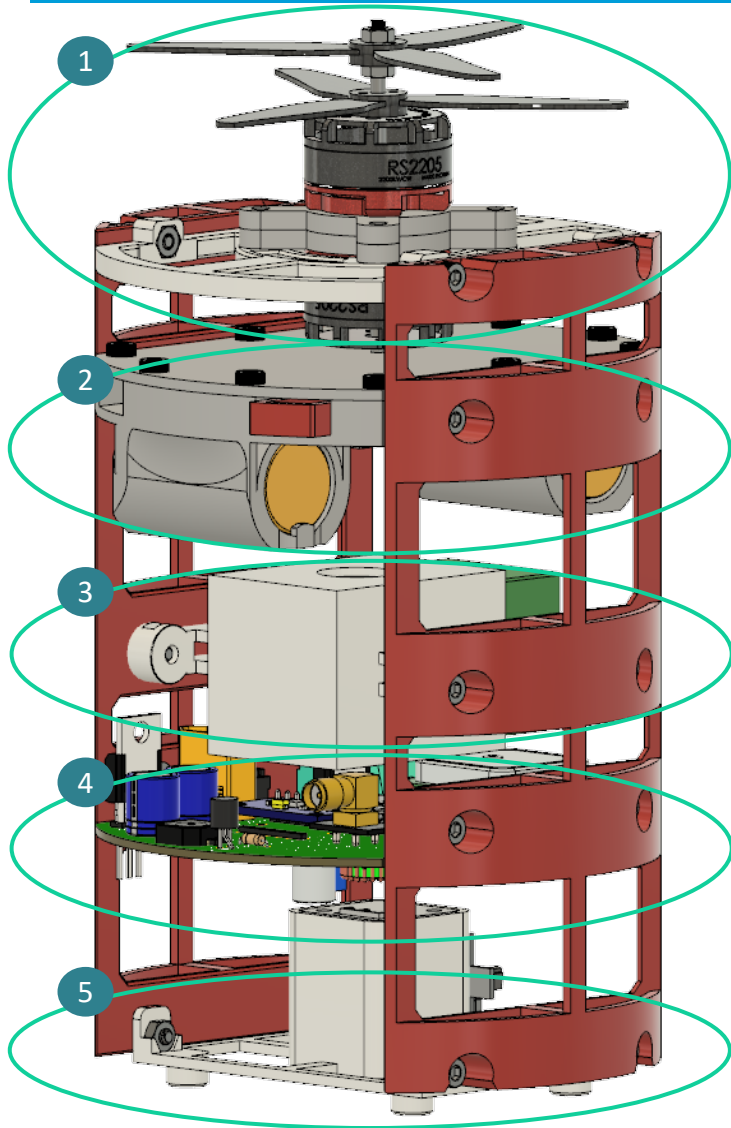
Değişiklik	Açıklama
Görev Yüğü katmanları arasındaki bağlantı elemanı tasarımı değiştirildi.	FDM makineler ile eklemeli imalat yöntemiyle PETG malzemeden üretilen bağlantı elemanı Z eksenı etrafında istenilenden daha fazla burkulmaya müsaade ettiğinden, ayrıca çubuk tarzı tasarım kablolama için ayrılan boşluklar ile görev yüğü katmanlarını yeterince izole etmediğinden daha geniş düzleme sahip yeni tasarım yapıldı.
Aktif iniş sistemi motorlarını tutan parça güncellendi.	Hafiflik ve üretim kolaylığı için parça revize edildi.
Ayrılma mekanizması dişlileri güncellendi.	Ağırlık azaltılması amacıyla parçalar revize edildi.
Sis kapsüllerinin yuvaları güncellendi.	Üretim kolaylığı amacıyla kaydırmalı olarak takılabilen sis kapsülleri yuvaları, montaj kolaylığı ve mukavemet parametreleri göz önünde bulundurularak yekpare hale getirildi.
PCB tutucu parça güncellendi.	Görev yüğü PCB'sini katmanları bir arada tutan bağlantı elemanına sabitleyen plastik parça, daha hafif ve daha az yer kaplayacak şekilde revize edildi.
Pleksi katmanı, kamera katmanı ile değiştirildi.	Görev yüğü mimarisindeki değişiklikten ötürü, görev yükünü düşme anında koruyacak olan pleksi katmanı, görev yüğü kamerasını ve vericisini tutacak olan katmanla değiştirildi. Katmanın altına 4 adet ayak tasarlanarak pleksi katmanı ile aynı işlevi görmesi hedeflendi.



Model Uydu	
Komponent	Malzeme
Pasif İniş Sistemi	Paraşüt kumaşı, ripstop.
Taşıyıcı	ABS (3B Baskı)
Görev Yüğü	- Katmanlar için PETG ve PLA, - M3 somunlar, - M3 vidalar.

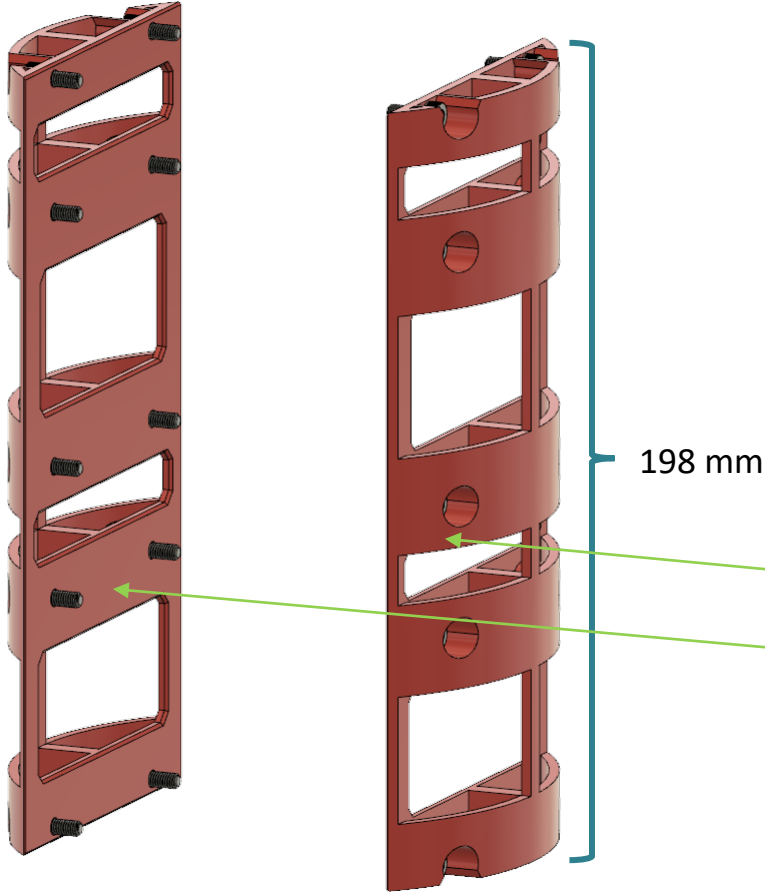


Taşıyıcı	
Komponent	Malzeme
Taşıyıcı	ABS (3B Baskı) Dış yüzeyi düz, iç yüzeyi izogrid desenlidir.
Paraşüt	Ripstop Paraşüt Kumaşı
Paraşüt Bağlantısı	- Karabina - Naylon ip



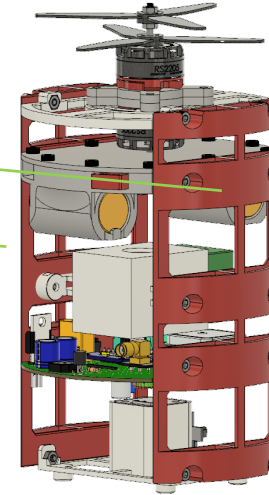
Görev Yüğü	
Komponent	Malzeme
1 – Aktif İniş Sistemi	Though PLA, PETG
2 – Ayrılma Mekanizması ve Sis Kapsülleri	PETG, ABS
3 - Pil	Li-Po, PETG
4 - PCB	Though PLA
5 – Kamera Katmanı	PETG

Görev Yüğü Bağlantı Elemanı

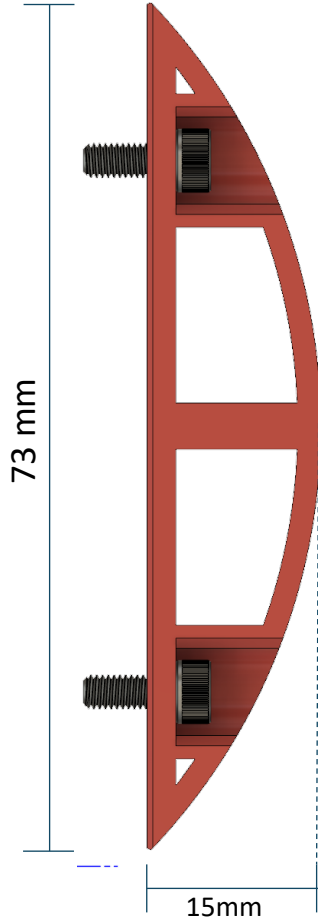


Açıklama

Görev yükü katmanlar şeklinde tasarlanmıştır. Bu katmanları bir arada tutmak için özgün bir parça tasarlandı. Parçada her bir katmanın hizasında sağda ve solda ikişer adet olacak şekilde M3 vida yuvaları bulunmaktadır. Parça, katmanlar ile birleşince daire şeklinde görev yükünü tamamlayacak şekilde tasarlanmıştır.



Görev Yüğü Bağlantı Elemanı



Avantajlar

- Diğer yöntemlerde herhangi bir katmanı değiştirmek için sökerken en alttan o katmana kadar her şeyi sökmek gerekirken, bu tasarımda ilgili **katman aradan çekip çıkarılabilir.**
- Katmanlar arasında giden kablolar için güvenli bir yol oluşturarak montajı kolaylaştırır.
- ESC, Anten gibi yatayda sığması mümkün olmayan komponentler, bağlantı elemanının güvenli bölgesinde dikey olarak muhafaza edilebilir.
- Neon turuncu veya yeşil renkte üretilecek olan bu parçalar, ayrılmadan sonra görev yükünün görünürlüğünü artıracaktır.

Dezavantajlar

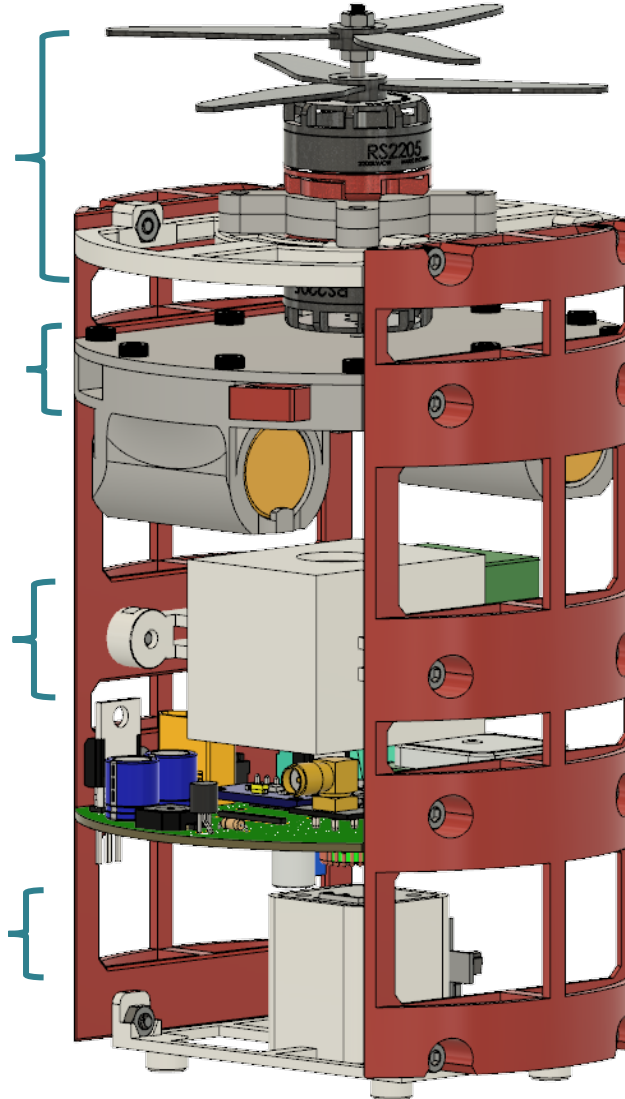
- Birer çift olarak bu parçaları üretmek yaklaşık olarak 1 gün sürmektedir.
- Katmanlar arasındaki mesafe değiştiğinde bu parçaların yeniden üretilmesi gerekmektedir.

Aktif iniş Sistemi: Aktif iniş sistemi; ters yöne dönen 2 adet BLDC motor ve pervaneden oluşur.

Ayrılma Mekanizması: Ayrılma mekanizması, bir kutu içinde 3 adet dişli parçadan oluşur. Bu kutunun altında servo motor ve 2 adet sis kapsülü bulunur.

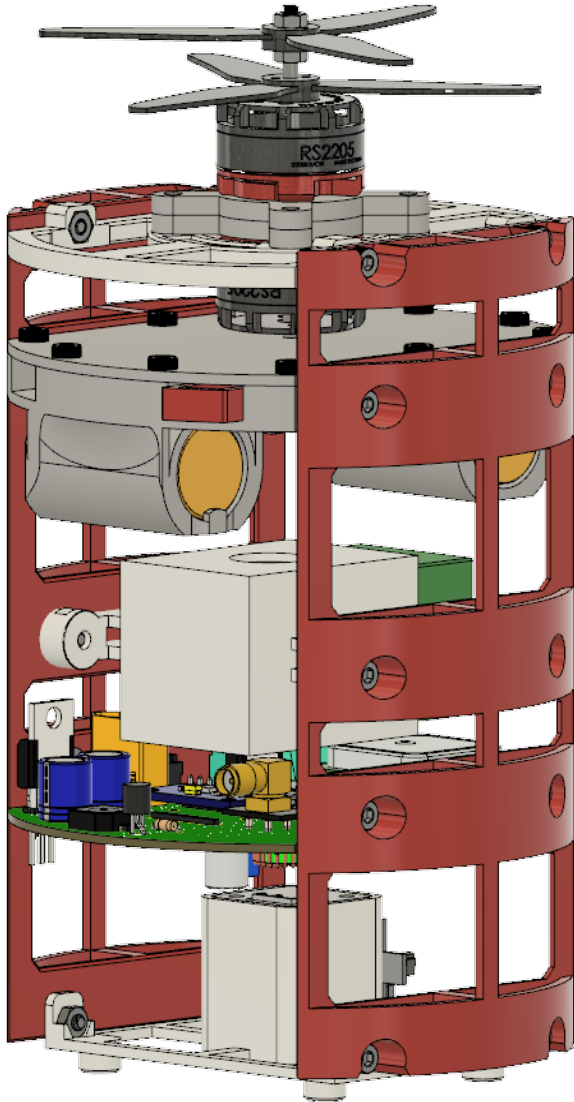
Pil Katmanı: Lityum Polimer pil ve pilin oturduğu yuvadan oluşur.

Kamera Katmanı: Bu katmanda Analog Video Verici Kartı ve Görev Yüğü Kamerası bulunur.



Sis Kapsülleri: Ayrılma mekanizmasının altında 2 adet sis kapsülü bulunur.

PCB: Sistemde kullanılacak olan tüm elektronik bileşenler bir araya toplanarak uydunun bu katmanına konumlandırılacaktır.



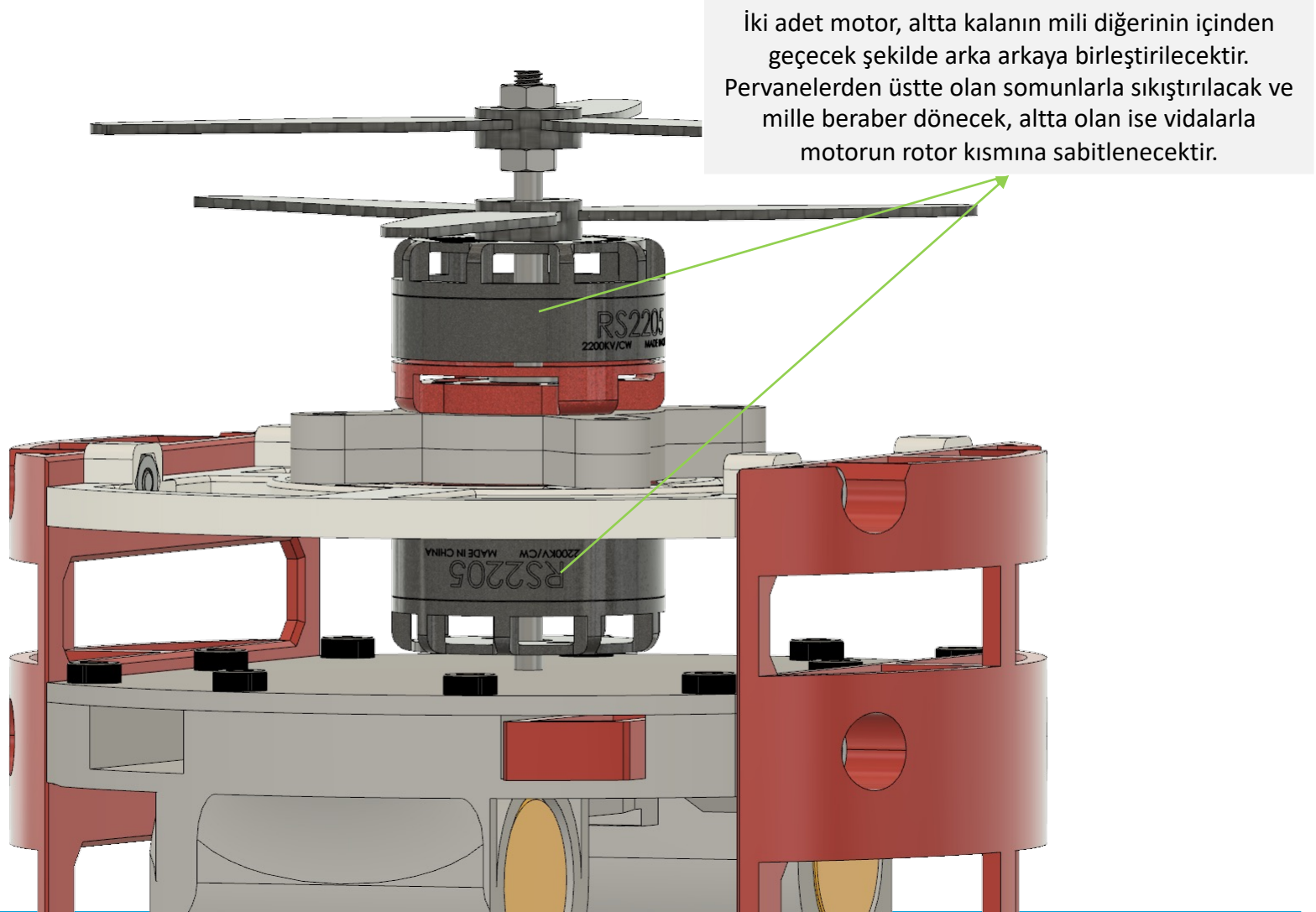
İki adet motor, altta kalanın mili diğerinin içinden geçecek şekilde arka arkaya birleştirilecektir. Pervanelerden üstte olan somunlarla sıkıştırılacak ve malle beraber dönecek, altta olan ise vidalarla motorun rotor kısmına sabitlenecektir.

Ayrılma Mekanizması kutu şeklinde aktif iniş sisteminin altında bulunmaktadır. Onun altında ise Özgün Görev 1 için seçilen sis kapsülleri bulunmaktadır.

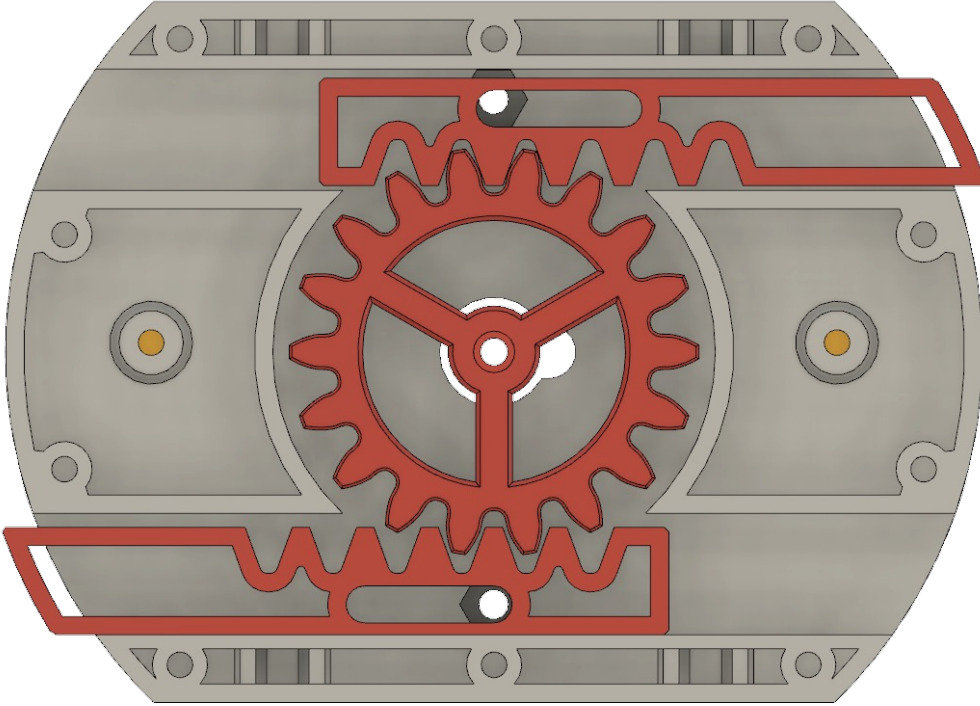
Pil katmanı, pilin hızlı bir şekilde takılıp çıkartılabilmesi ve uçuş esnasında güvende olması için mandallı tasarlanmıştır.

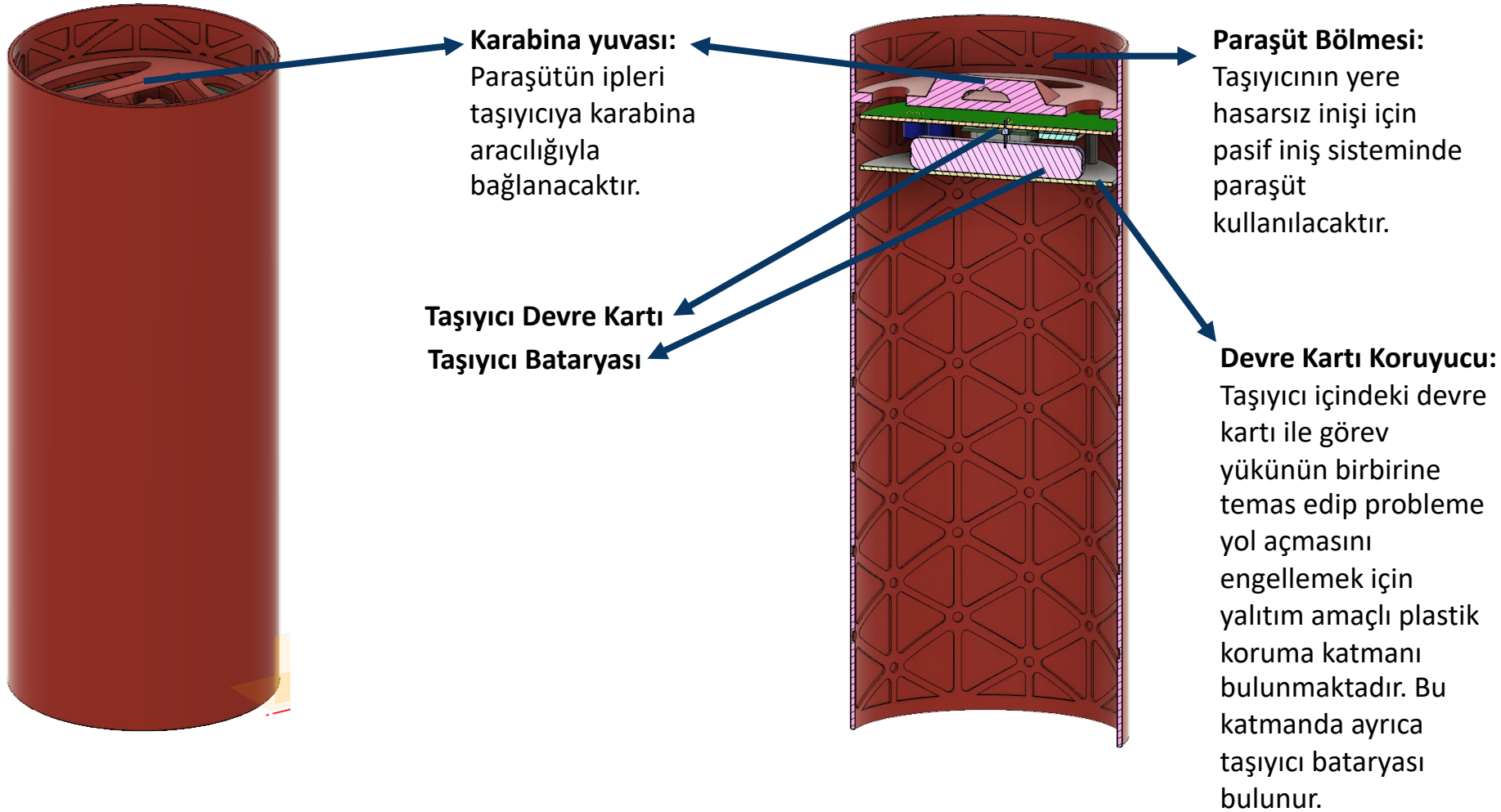
PCB katmanının sabitlenmesi için plastik bir parça tasarlanmıştır, 8 adet vida ve somun ile tutturulmaktadır.

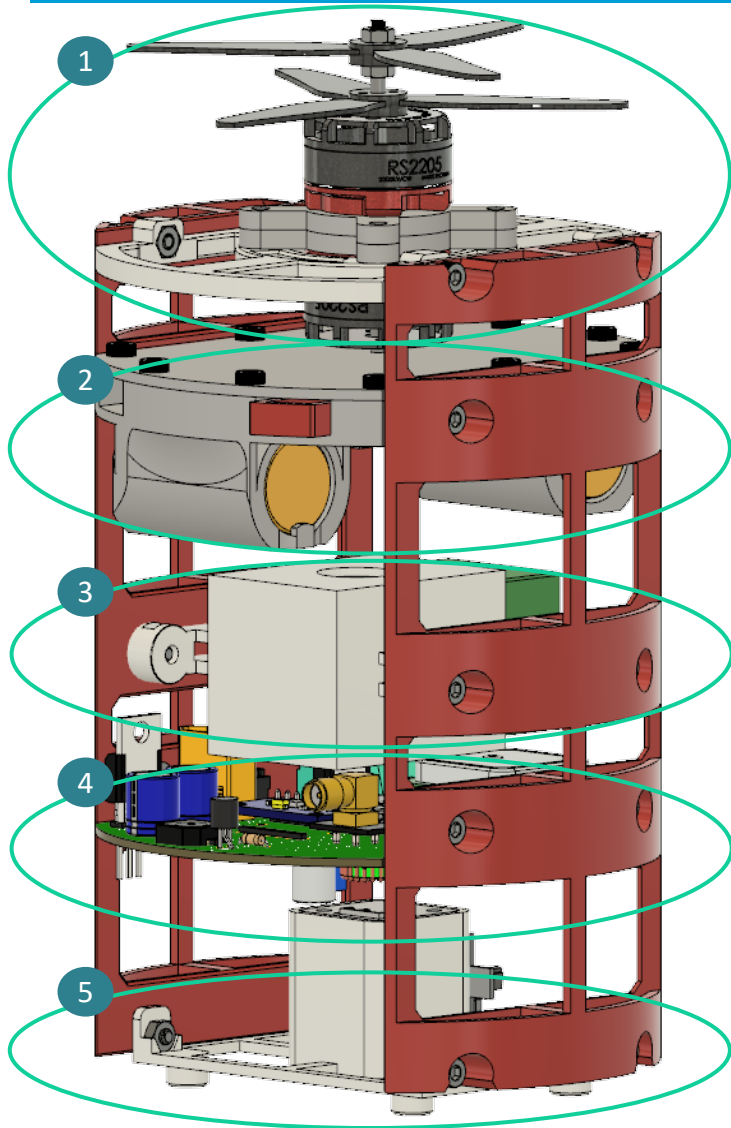
Kamera katmanı, uydunun yere bakan kamerasını içermektedir.



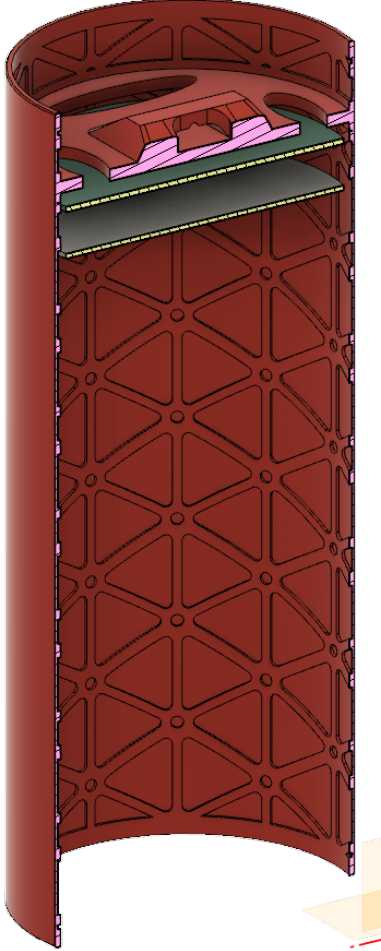
Ayrılma Mekanizması, toplamda 3 adet dişliden oluşmaktadır. Ortadaki dişli döndüğünde kenarlardaki dişli çubukları, oldukları havuzlarda ileri ve geri hareket ettirir.



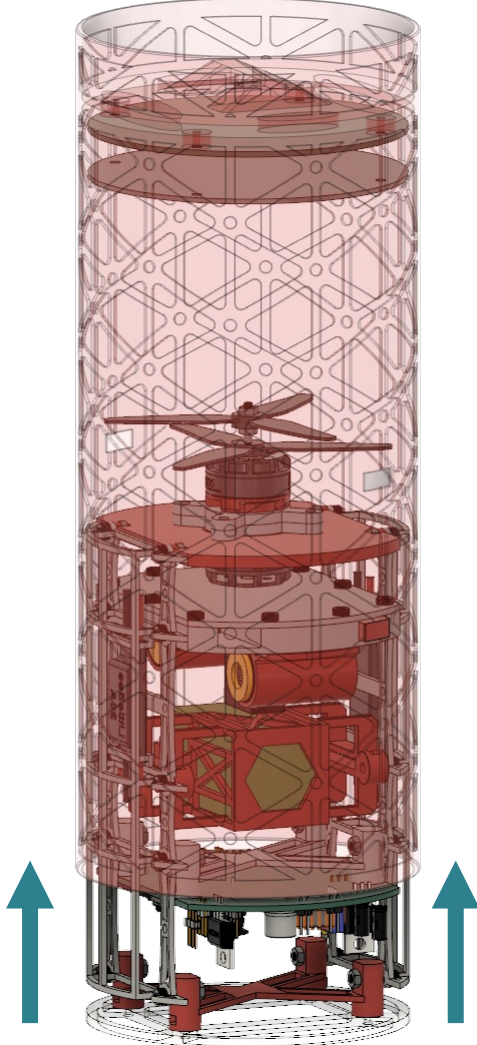




Görev Yüğü	
Komponent	Malzeme
1 – Aktif İniş Sistemi	Though PLA
2 – Ayrılma Mekanizması ve Sis Kapsülleri	PETG, ABS
3 - Pil	Li-Po, PETG
4 - PCB	PETG
5 – Kamera Katmanı	PETG
Katman Bağlantı Elemanı	Though PLA



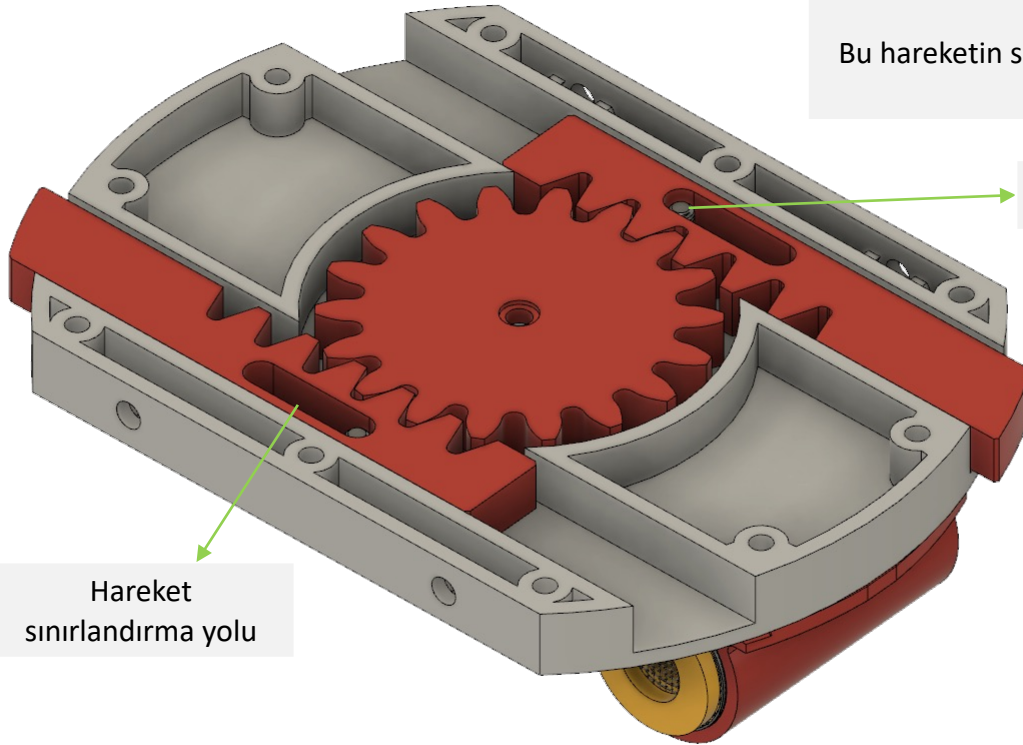
Taşıyıcı	
Komponent	Malzeme
Taşıyıcı Gövdesi	ABS
Distans	Pirinç
Vida	Çelik
Karabina	Aluminyum
Paraşüt	Ripstop Paraşüt Kumaşı



Taşıyıcı ile Görev Yüğü montajlanması için:

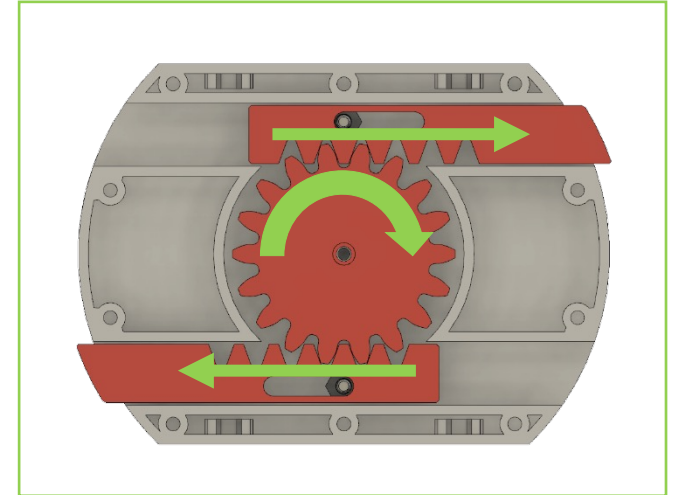
- Ayrılma Mekanizması dilleri elle içeri itilir.
- Görev Yüğü, alt kısımdan Taşıyıcının içine itilir.
- Servo motora güç verilerek dillerin dışarı çıkması sağlanır. Böylece kilitlenme tamamlanmış olur.

Ayrılma Mekanizması, toplamda 3 adet dişliden oluşmaktadır. Ortadaki dişli döndüğünde kenarlardaki dişli çubukları, oldukları havuzlarda ileri ve geri hareket ettirir. Bu hareketin sınırlandırılması için çubuklara yol açılmış olup, bu yol bir M3 vida ile kontrol edilmektedir.

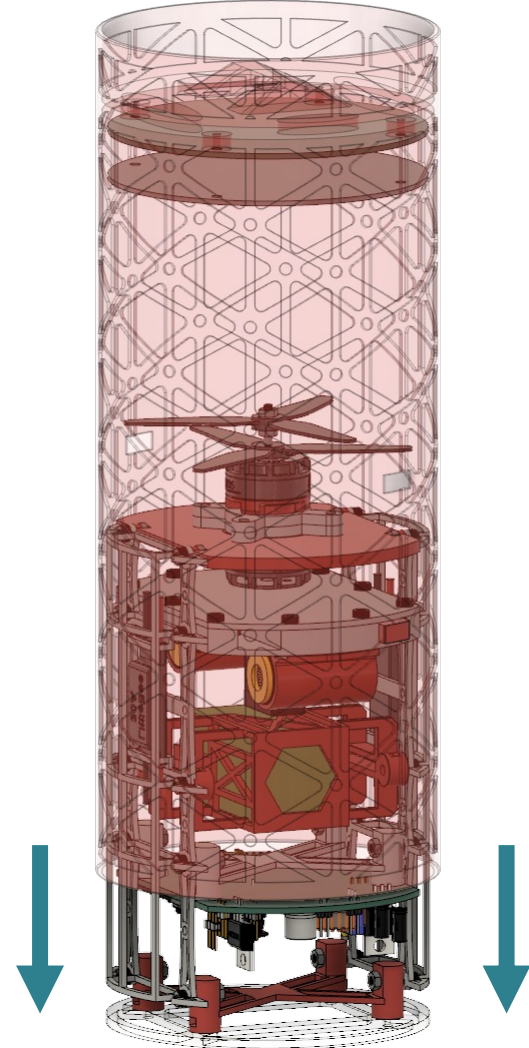
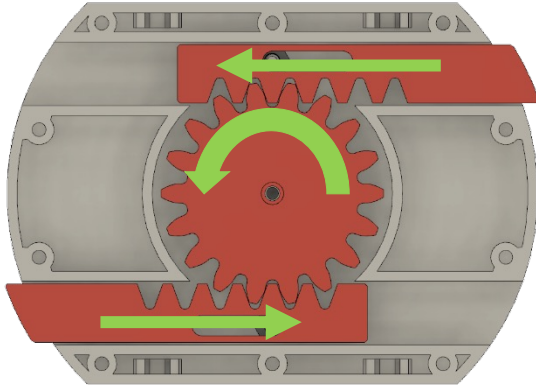


M3 Vida

Hareket
sınırlandırma yolu



Servo motor çalışıp ortadaki dişliyi döndürdüğünde dişli çubuklar içeri çekilir ve ayrılma gerçekleşir.



Görev Yüğü - Mekanik				
Komponent	Adet	Birim Ağırlık (gr)	Toplam Ağırlık (gr)	Kaynak
M3 vida(plastik)	30	0,2 gr	6 gr	Tahmini
Pleksi distans	1	7 gr	7 gr	Tahmini
Batarya tutacağı	1	20 gr	20 gr	Ölçüm
Yanal İskelet Bağlantı	2	10 gr	20 gr	Ölçüm
Sis kapsülü	2	5 gr	10 gr	Ölçüm
Motor ana ve ara bağlantılar	1	28 gr	28 gr	Tahmini
Motor Bağlantı Vidaları ve Somunları	4	1,4 gr	5.6 gr	Datasheet
Ayrılama Mekanizması	1	75 gr	75 gr	Tahmini
Pervane	2	2 gr	4 gr	Ölçüm
Toplam:			155.6 gr	

Taşıyıcı - Mekanik				
Komponent	Adet	Birim Ağırlık (gr)	Toplam Ağırlık (gr)	Kaynak
Taşıyıcı Gövdesi	1	182 gr	182 gr	Ölçüm
Distans (plastik)	4	1 gr	4 gr	Ölçüm
Paraşüt	1	50 gr	50 gr	Tahmini
Naylon ip	4	0.5 gr	2 gr	Tahmini
Karabina	1	9 gr	9 gr	Ölçüm
Toplam:			247 gr	

Görev Yüğü - Elektronik				
Komponent	Adet	Birim Ağırlık (gr)	Toplam Ağırlık (gr)	Kaynak
ESP32 Cam	1	10 gr	10 gr	Ölçüm
Buzzer	1	1 gr	1 gr	Tahmini
Switch	1	3 gr	3 gr	Tahmini
Nrf24	1	3	3	Tahmini
Micro sd card adaptörü	1	3	3	Tahmini
5V regülatör	1	3 gr	3 gr	Datasheet
3V regülatör	1	6 gr	6 gr	Tahmini
MPU9250	1	2 gr	2 gr	Tahmini
MS5611	1	1,6 gr	1.6 gr	Datasheet
GPS	1	5 gr	5 gr	Datasheet
Servo Motor	1	14 gr	14 gr	Datasheet
ESC	2	1 gr	22 gr	Datasheet
BLDC Motor	2	30 gr	60 gr	Datasheet
Direnç,Transistör, Konnektör vs.	-	7 gr	7 gr	Tahmini
4S Li-Po	1	103 gr	103 gr	Datasheet
FR-4 (PCB Plaka)	1	10gr	10 gr	Tahmini
Toplam:			253 gr	

Taşıyıcı - Elektronik				
Komponent	Adet	Birim Ağırlık (gr)	Toplam Ağırlık (gr)	Kaynak
BMP280	1	3 gr	3 gr	Ölçüm
ESP32 WROOM	1	5 gr	5 gr	Tahmini
Switch	1	5 gr	5 gr	Tahmini
5V regülatör	1	3 gr	3 gr	Datasheet
3V regülatör	1	4 gr	4 gr	Tahmini
VL53L0X	1	2 gr	2 gr	Tahmini
GPS NEO 6M	1	8 gr	8 gr	Tahmini
2S Li-Po	1	52gr	52 gr	Datasheet
Direnç , konnektör vs.	-	3 gr	3 gr	Tahmini
FR-4 (PCB Plaka)	1	10 gr	10 gr	Tahmini
Toplam:			92 gr	

	Görev Yüğü	Taşıyıcı	Toplam
Elektronik	253 gr	92 gr	345gr
Mekanik	155.6 gr	247 gr	417.6
Toplam	408.6 gr	339 gr	747.6 gr

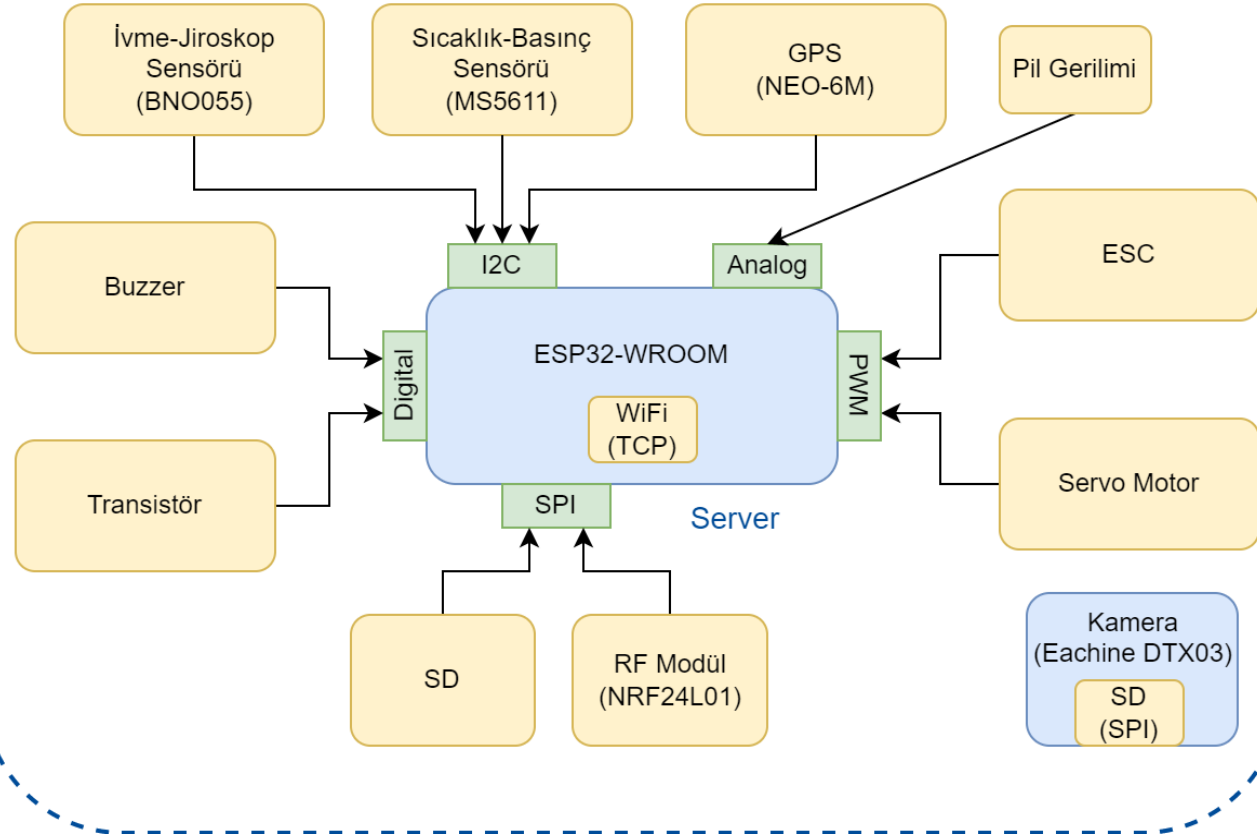
Haberleşme ve Veri İşleme Alt Sistem Tasarımı

Abdussamet KACI

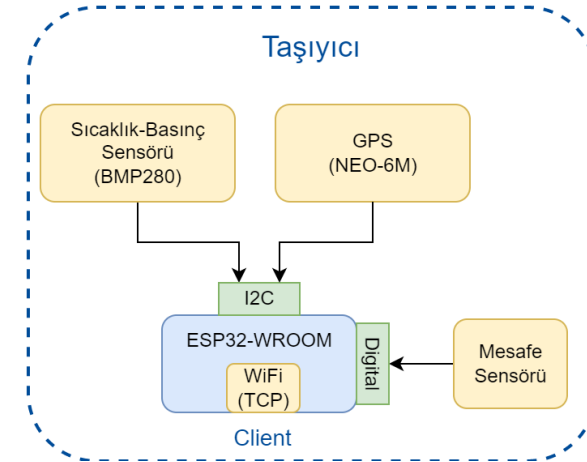


No	PDR'dan Önce	PDR'dan Sonra	Açıklama
1	Canlı video için ESP32-Cam kullanılacaktı	Bu görev için Eachine DTX03 kullanılacaktır.	Asenkron video atımında ESP32, ESP32-Cam'den SPI aracılığıyla SD karttan dosyayı okuyup atacaktı. Ancak ESP32-Cam modülündeki SPI hattı bu iş için kullanılamaz durumda.
2	Asenkron video atımı görevi için ESP32 WiFi modülü kullanılacaktı	Bu görev için Nrf24l01 RF modülü kullanılacaktır	Yukarıdaki sebepten ötürü ESP32-Cam modülü kullanılamayacağından dolayı ESP32 üzerinden dosya alımı işlemi yapılırken, bir RF modülü ile bu iş yerine getirilecektir.
3	Depolama için ESP32-Cam'in SD kart modülü kullanılacaktı	Bu görev için SD kart modülü eklendi	No 1'de belirtilen nedenlerden ötürü depolama birimi de olmayacağı için yeni bir SD kart modülü eklenmiştir.
4	Canlı video aktarımında WiFi modülü kullanılacaktı	Bu görev için RF modülü kullanılacaktır	No 1'de belirtilen nedenlerden dolayı canlı video WiFi modülü ile aktarılamayacaktır. Onun yerine hazır aldığımız kameranın RF modülü kullanılacaktır.
5	Canlı video aynı depolama biriminde kaydedilecekti	Bu görev için farklı bir SD kart modülünde kaydedilecektir	No 1'den ötürü ayrı bir kamera modülü kullanılacağından dolayı o modül içerisinde hazır bulunan karta kayıt gerçekleştirilecektir.

Görev Yükü



Taşıyıcı



Model	Ağırlık (gr)	Akım (mA)	Gerilim (V)	Boyut (mmxmm)	Arayüz	Hız (MHz)	Hafıza Birimi	Fiyat
ESP32-WROOM 32U	9	80	5	19.20 x 18.00	I2C(1) & SPI(2) UART(1) & PWM(32) Digital(10) & Analog(16)	260	520 kB (SPRAM) 4 MB (Flash) 512 MB EEPROM	120 ₺



Seçilen İşlemci	Açıklama (Görev Yüğü)
ESP32-WROOM-32U	- Az sayıda arayüze sahip olmasına rağmen hızı ve hafızası fazlasıyla yeterlidir - Sensör verilerinin işlenmesi için ESP32-WROOM 32U seçilmiştir.



Model	Ağırlık (gr)	Akım (mA)	Gerilim (V)	Boyut (mm ²)	Arayüz	Hız (MHz)	Hafıza Birimi	Fiyat
ESP32-WROOM 32U	9	80	5	19.20 x 18.00	I2C(1) & SPI(2) UART(1) & PWM(32) Digital(10) & Analog(16)	260	520 kB (SPRAM) 4 MB (Flash) 512 MB EEPROM	120 ₺



Seçilen İşlemci	Açıklama (Taşıyıcı)
ESP32-WROOM-32U	Taşıyıcıda fazla işlem gerektirmeyen işler olsa da görev yükü ile haberleşeceğinden dolayı WiFi modülü içeren ESP32 seçilmesine karar verilmiştir.



```
#include "camera_pins.h"

const char* ssid = "TALIA_AEROSPACE";
const char* password = "123456";

void startCameraServer();
```

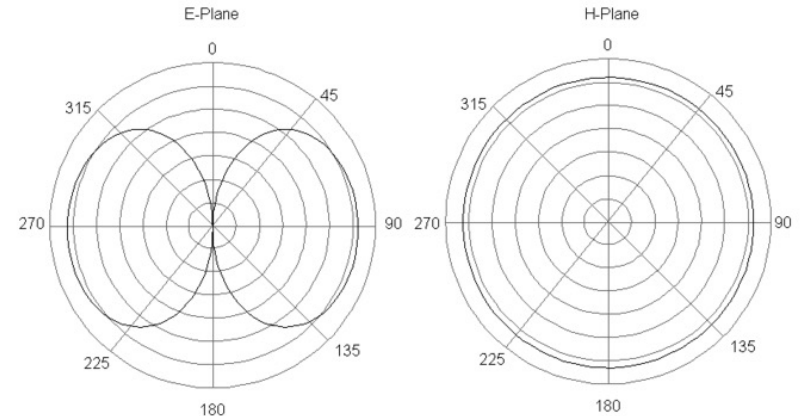


- Kablosuz haberleşme modülü olarak ESP32 WROOM kartında bulunan dahili WiFi modülü kullanılacaktır.
- ESP32 WROOM, TCP protokolü ile haberleşmeyi gerçekleştirmektedir.
- Yer istasyonundan model uyduya aktaracağımız 300 kB'lık video verisi ve model uydudan yer istasyonuna canlı video görüntüsü ve telemetri verilerini göndermek için ESP32 WROOM modülü kullanılacaktır.
- Model uydu ile yer istasyonu arasında veri aktarım frekansı 1Hz olarak ayarlanacaktır.
- Konfigürasyon kısmında ssid değişkeni takım adımız «TALIA_AEROSPACE» olarak, şifre ise örnek olması açısından olması açısından «123456» olarak set edilecektir. Güvenlik amacıyla atış alanında bu şifre değiştirilecektir.
- Port 80'de asenkron bir web server başlatılacaktır. WiFi modülünün kendi internet ağını yayması için Access Point (AP) modunda başlatılacaktır.
- Haberleşmeden önce sabit bir IP adresi belirlenecektir.

Model	Frekans (GHz)	Yön	Anten Kazancı	Bağlantı Tipi
Dipol Anten	2.4	Omni	2 dBi	RP-SMA



Seçilen Model	Açıklama
Dipol Anten	ESP32 WROOM üzerinde bulunan PCB anten, yaptığımız testlerde 950 metre çekim gücü sağlarken daha yüksek kazançlı Dipol Anten 1500 metreye kadar çekim mesafesi sunmaktadır. Bu anteni Görev yüğü ve Taşıyıcıda kullanmaktayız.



Telemetri	Açıklama	Veri Tipi	Veri Boyutu	Örnek
<TAKIM NO>	Yarışma komitesi tarafından verilen takım numarasıdır.	Short	2 bytes	405365
<PAKET NUMARASI>	Sensörlerden toplanan verilerden oluşan ve yer istasyonuna gönderilecek olan her bir pakete tek tek verilen ardışık numaralardır.	Integer	4 bytes	77
<GÖNDERME ZAMANI>	Gerçek zamanlı saat verisi olup Gün/Ay/Yıl, Saat/Dakika/Saniye şeklindedir.	String	19 bytes	21/08/2022/10:15:54
<BASINÇ1>	Görev yükü üzerindeki sensör ile ölçülen atmosferik basınç değeridir. Birimi pascaldır.	Float	4 bytes	90325
<BASINÇ2>	Taşıyıcı üzerindeki sensör ile ölçülen atmosferik basınç değeridir. Birimi pascaldır.	Float	4 bytes	90327
<YÜKSEKLİK1>	Görev Yüğü'nün uçuşa başladığı noktadaki yüksekliğidir.	Float	4 bytes	206.50
<YÜKSEKLİK2>	Taşıyıcı'nın uçuşa başladığı noktadaki yüksekliğidir.	Float	4 bytes	300.65
<İRTİFA FARKI>	YÜKSEKLİK1 ile YÜKSEKLİK2 arasındaki mutlak fark değeridir. Birimi metredir.	Float	4 bytes	94.15

Telemetri	Açıklama	Veri Tipi	Veri Boyutu	Örnek
<İNİŞ HIZI>	İniş hızı verisidir. Birimi m/s'dir.	Float	4 bytes	7.2
<SICAKLIK>	Ölçülen sıcaklık verisidir. Birimi 'Celsius' derecedir.	Float	4 bytes	20.57
<PİL GERİLİMİ>	Görev Yüğü'nün gücünü gösterir. Birimi Volttur.	Float	4 bytes	3.7
<GPS1 LATITUDE>	Görev Yüğü'nün enlemsel konumudur.	Float	4 bytes	41.008240
<GPS1 LONGITUDE>	Görev Yüğü'nün boylamsal konumudur.	Float	4 bytes	28.978359
<GPS1 ALTITUDE>	Görev Yüğü'nün GPS'ten alınan yükseklik verisidir.	Double	8 bytes	18.20
<GPS2 LATITUDE>	Taşıyıcı'nın enlemsel konumudur.	Float	4 bytes	41.008250
<GPS2 LONGITUDE>	Taşıyıcı'nın boylamsal konumudur.	Float	4 bytes	28.978370
<GPS2 ALTITUDE>	Taşıyıcı'nın GPS'ten alınan yükseklik verisidir.	Double	8 bytes	18.18
<UYDU STATÜSÜ>	Model Uydu'nun görev süresince içinde bulunduğu durumu gösterir.	String	19 bytes	Sabit

Telemetri	Açıklama	Veri Tipi	Veri Boyutu	Örnek
<PITCH>	Pitch eksenindeki eğim açısıdır. Birimi derecedir.	Float	4 bytes	-2.13
<ROLL>	Roll eksenindeki eğim açısıdır. Birimi derecedir.	Float	4 bytes	-3.25
<YAW>	Yaw eksenindeki eğim açısıdır. Birimi derecedir.	Float	4 bytes	152.88
<VIDEO AKTARIM BİLGİSİ>	300 KB'lık video verisinin model uyduya atılıp atılmadığının bilgisini verir.	String	19 bytes	Evet
Telemetri Paketi:			139 bytes	

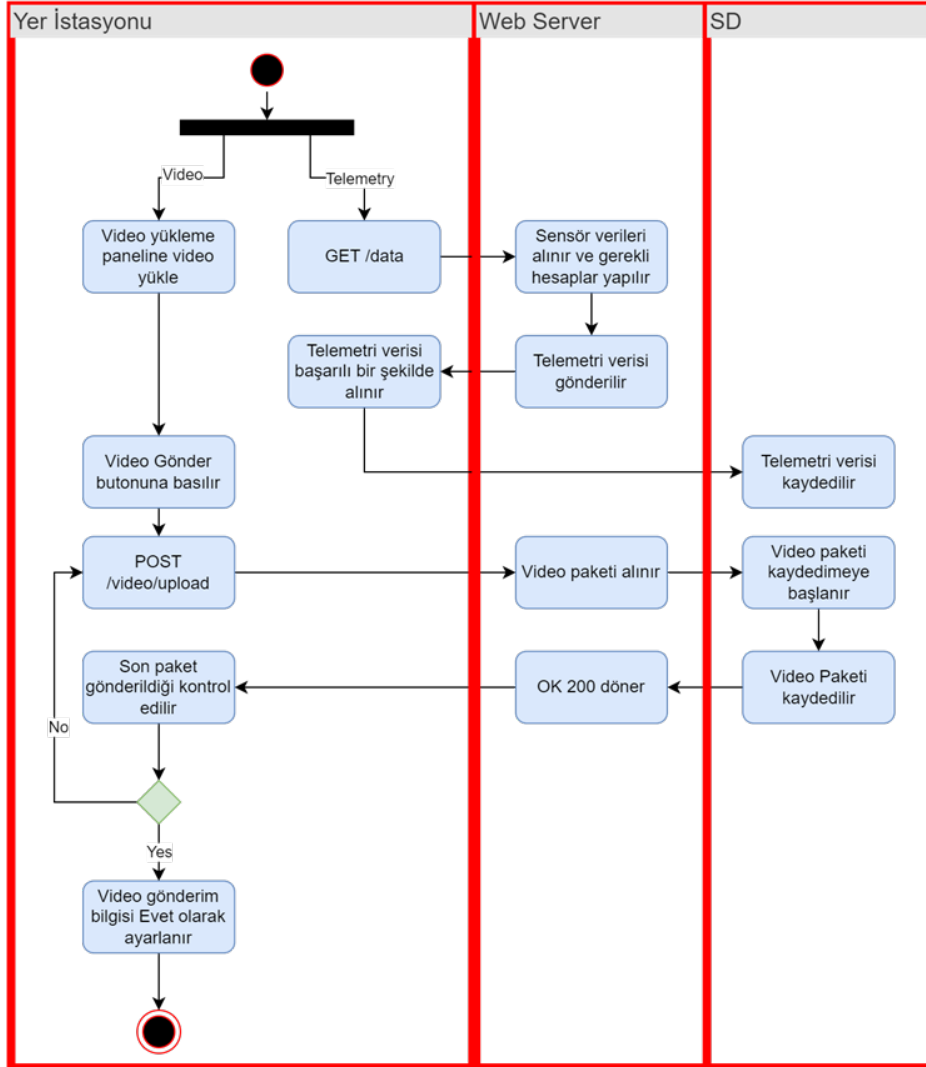
Telemetry Formatı

<TAKIM NO>,<PAKET NUMARASI>,<GÖNDERME SAATİ>,<BASINÇ1>,<BASINÇ2>,<YÜKSEKLİK1>,<YÜKSEKLİK2>,<İRTİFA FARKI>,<İNİŞ HIZI>,<SICAKLIK>,<PİL GERİLİMİ>,<GPS1 LATITUDE>,<GPS1 LONGITUDE>,<GPS1 ALTITUDE>,<GPS2 LATITUDE>,<GPS2 LONGITUDE>,<GPS2 ALTITUDE>,<UYDU STATÜSÜ>,<PITCH>,<ROLL>,<YAW>,<DÖNÜŞ SAYISI>,<VIDEO AKTARIM BİLGİSİ>



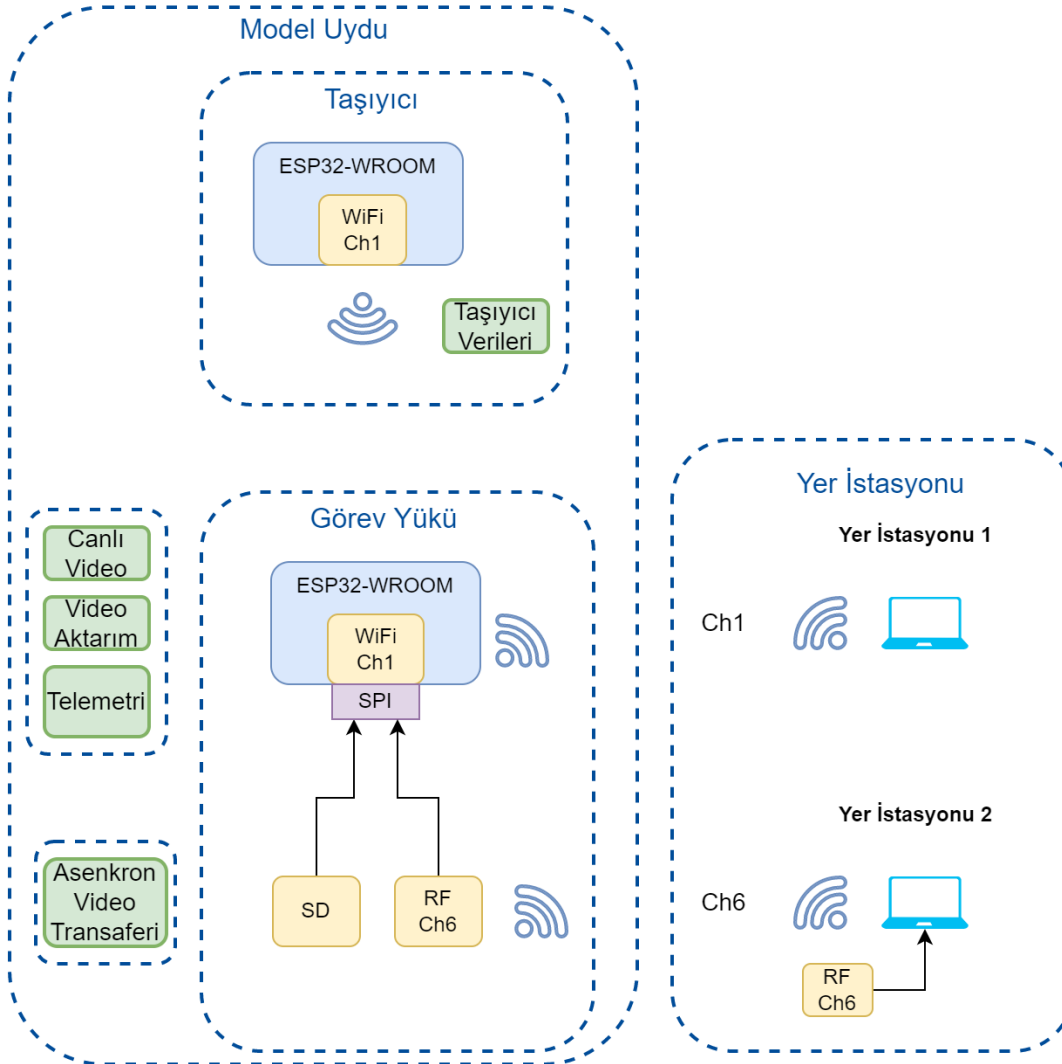
- ✓ Telemetry verileri csv dosyasına başlıklarıyla kaydedilecektir.

TMUY2022_405365_TLM.csv



- ✓ Video yer istasyonundaki panele yüklenir
- ✓ Daha sonra model uyduya video paketi TCP protokolü üzerinden POST isteğiyle gönderilir.
- ✓ Video paketleri iletilirken buna paralel olarak telemetry verileri de istenir ve kaydedilir.
- ✓ Her video paketi geldiğinde kayıt yapılır ve son paket de iletildiğinde video aktarım bilgisi Evet olarak ayarlanır ve bu süreç sonlanır

Bonus Görev: Asenkron Video Transferi (1/2)



- Yer istasyonundan model uyduya channel 1 üzerinden video aktarılmıştır.
- Bu aktarılan video SD karta kaydedilmiştir.
- Yer istasyonu 2, channel 6 üzerinden videoyu istemek için komut atar.
- ESP32-WROOM SPI üzerinden SD karttaki video dosyasını çeker ve bunu farklı frekansta çalışan bir RF modülü aracılığıyla channel 6 üzerinden yer istasyonu 2'ye aktarır.

Telemetri verileri ESP32-WROOM modülü ile hesaplanacaktır. Ardından SPI üzerinden NRF24L01 ile atılıp oradan da telemetri verisi channel6 üzerinden yer istasyonu 2'e gönderilecektir.

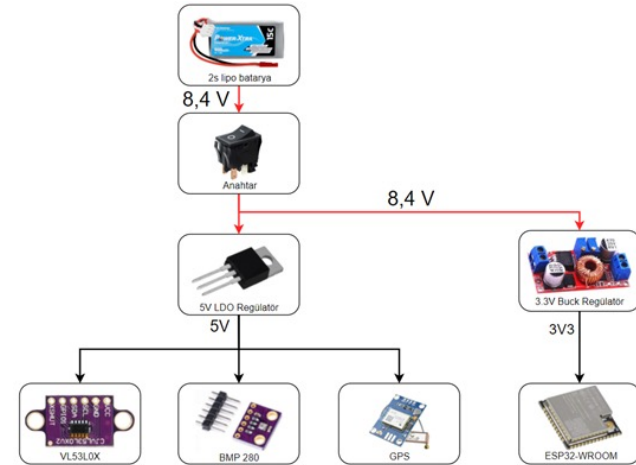
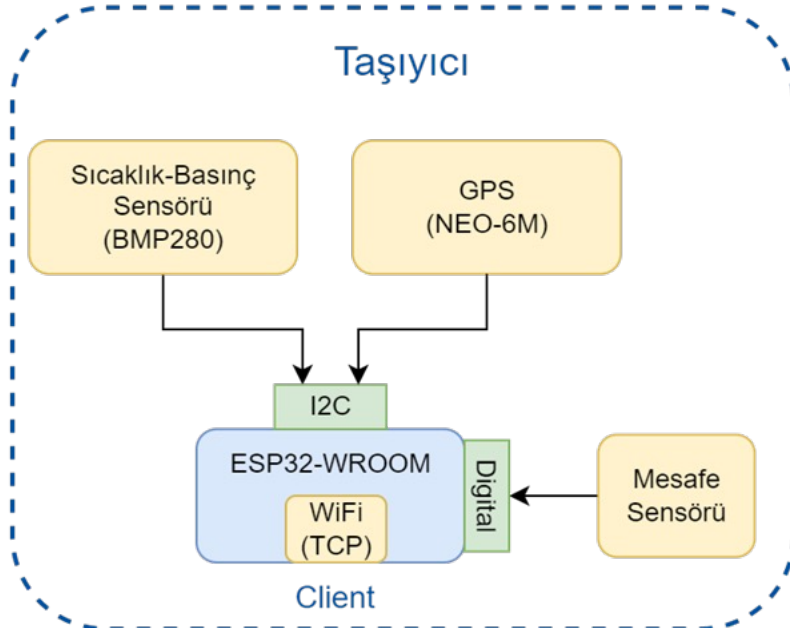
Canlı video aktarımı Eachine DTX03 ile, 300 kB'lık video dosyasının aktarılması ise ESP32-WROOM modülü ile yapılmaktadır.

Channel 1 üzerinden aktarılan veriler 2412 MHz frekansta aktarılır.

Channel 6 üzerinden aktarılan veriler 2437 MHz frekansta aktarılır.

Yer istasyonu 1'de ekstra bir haberleşme modülü kullanılmayacaktır. Bilgisayarın WiFi modülü ile çalışılacaktır. Yer istasyonu 2'de ise RF modülü yerleştirilecektir. Anten olarak Model Uydu'da Robber Duck anten kullanılacaktır. Yer istasyonlarında TL-ANT2424B çanak anteni kullanılacaktır.

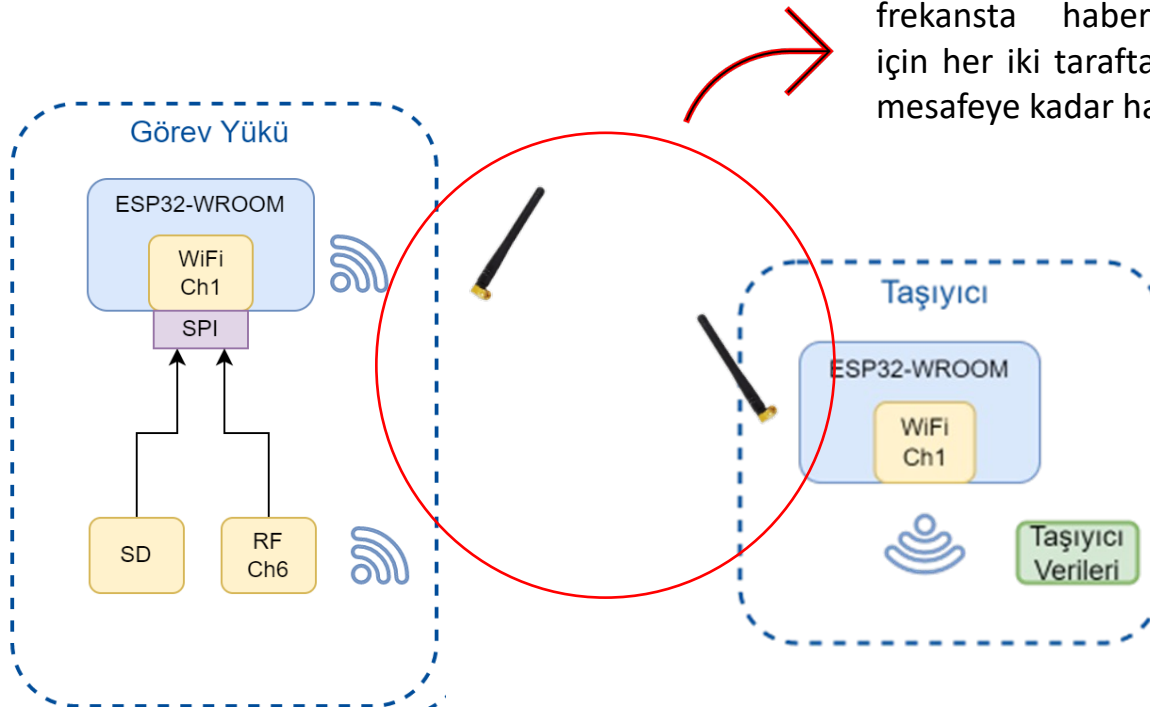
Mikroişlemci	Barometre	Gps	Mesafe Sensörü	3V Regülatör	5V Regülatör
Esp32-Wroom	Bmp 280	Ublox Neo 6m	VL53L0X	XL4015	LM7805



- Taşıyıcıya gücü 2s 800mAH lipo batarya ile sağlayacağız. Taşıyıcıyı elektriksel olarak açıp kapatmak içinde batarya 'ya seri bağlı anahtar kullanılacaktır. Kullandığımız batarya sisteme 1 saatten fazla çalışma süresi bulunmaktadır.

Model	Frekans (GHz)	Yön	Çekim Mesafesi (m)	Bağlantı Tipi
Rubber Duck Anten	2.4	Omni	1500	RP-SMA

Görev yükü ve Taşıyıcı Wifi aracılığıyla 2412 MHz frekansta haberleşecektir. Haberleşmenin kopmaması için her iki tarafta da Rubber Duck anten vardır. ~ 1 km mesafeye kadar haberleşme sağlanır.

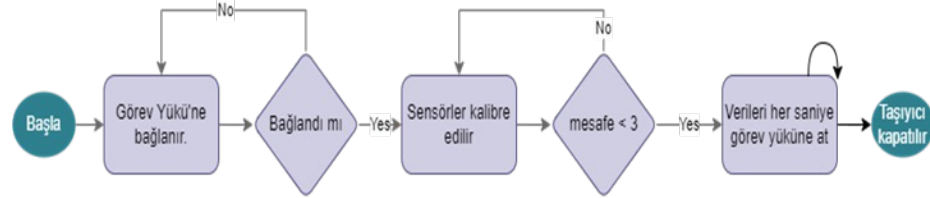


Yer İstasyonu Arayüzü:



İrtifa değişimi yer istasyonu arayüzünde rakamsal olarak gösterilir.

Akış Diyagramı :

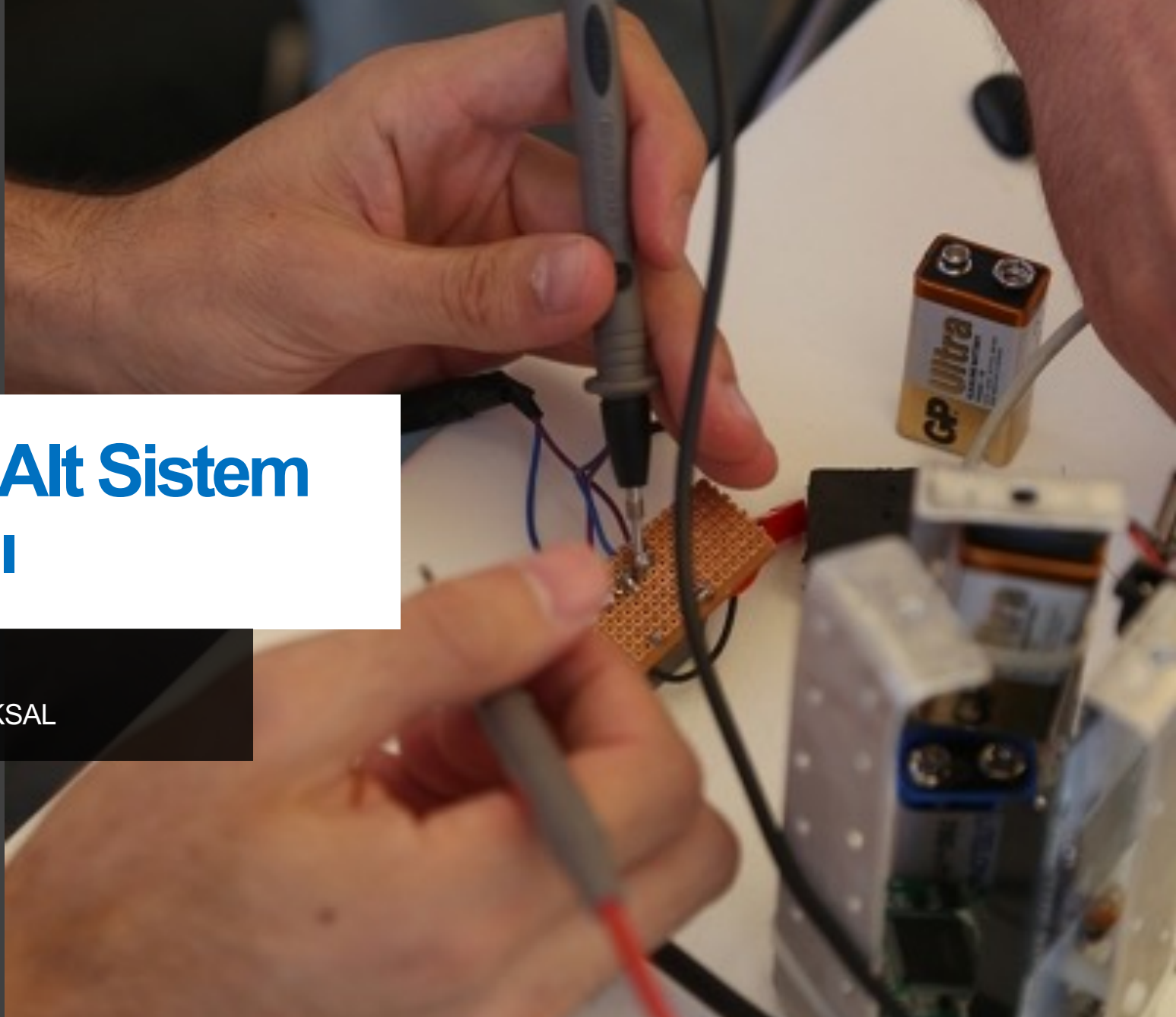


- Ayrılma Taşıyıcı üzerinde bulunan mesafe sensöründen tespit edilir.
- Taşıyıcı yere indiğinde güç düğmesinden manuel olarak kapatılana kadar verileri Görev Yüğü'ne her saniye atmaya devam eder.

Elektrik Alt Sistem Tasarımı

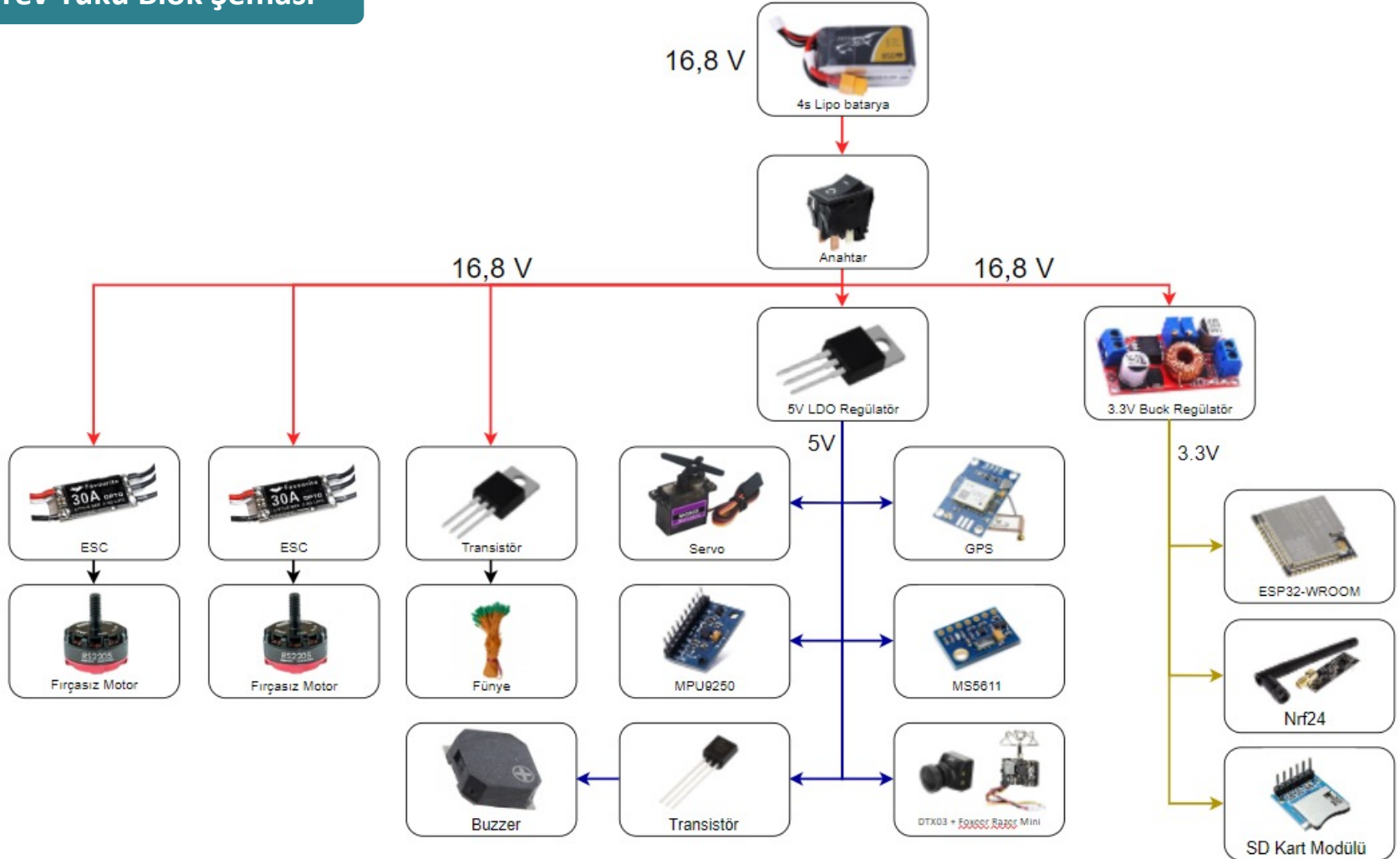
Alperen YASA

Abdullah Selim KÖKSAL

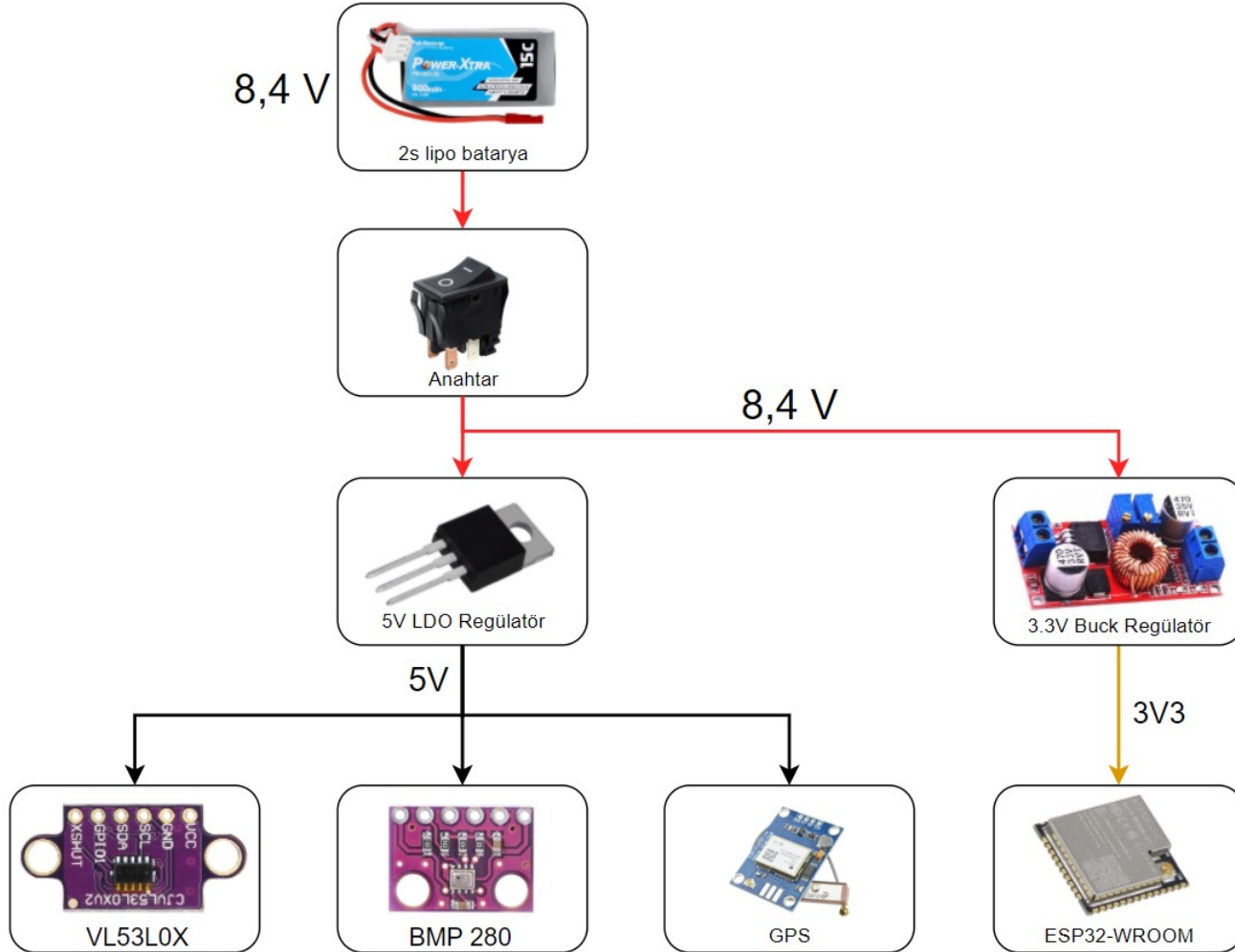


Başlık	Eklenenler	Çıkarılanlar	Nedeni	Slayt No.
Görev yükü Komponenti	Buzzer için Transistör	-	Buzzer'ı daha efektif bir şekilde kullanmak için transistör ile sürülmektedir.	56,58
Görev yükü Komponenti	DTX03 + Foxeer Razer Mini	ESP32-CAM	Video kaydı, yazılımsal ve donanımsal olarak büyük bir yük olduğundan otomatik kayıt yapabilen bir kamera modülüne geçilmiştir.	24,60
GPS	GY-NEO6M	Adafruit gps	Daha uygun fiyatlı	25

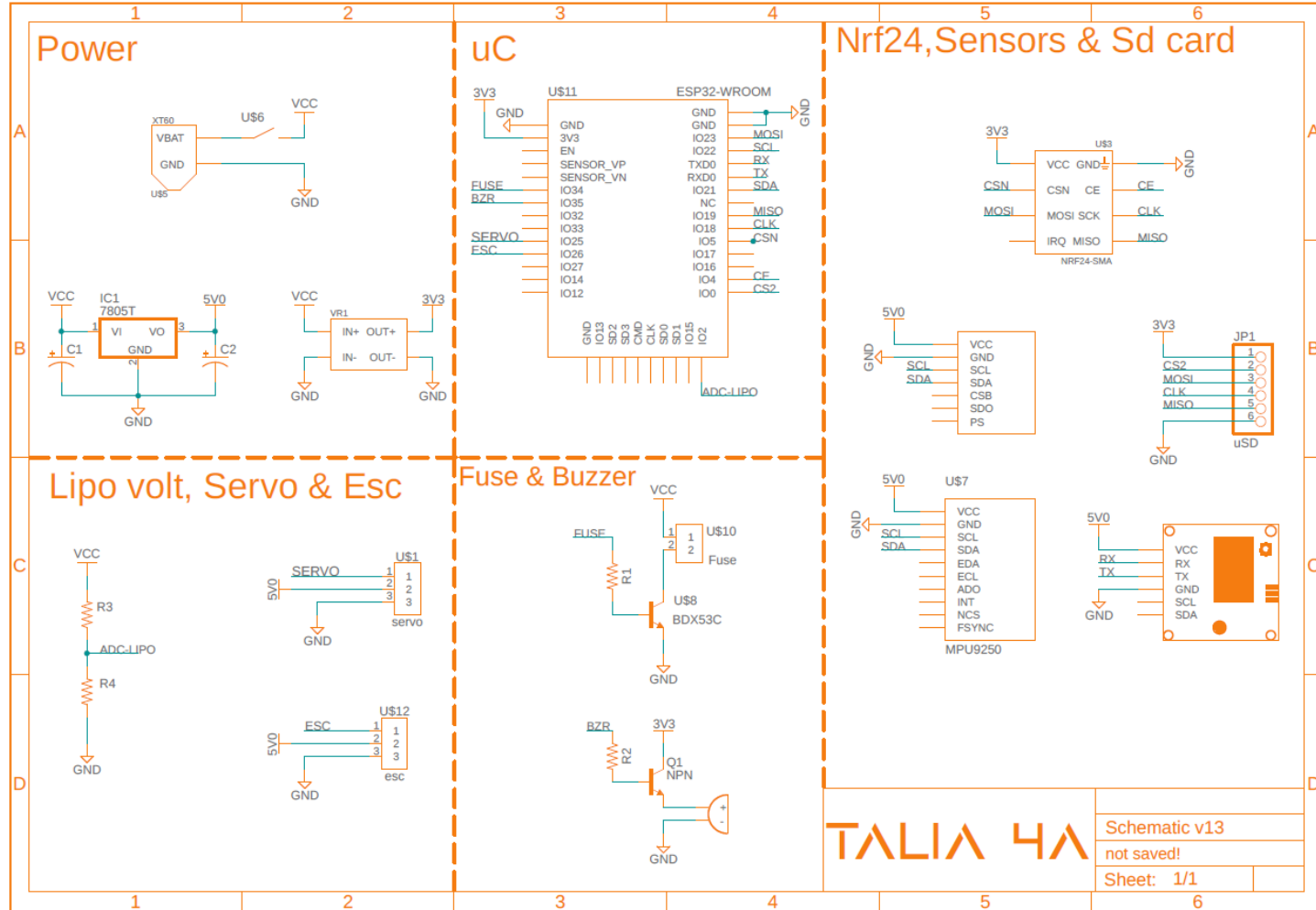
Görev Yüğü Blok Şeması



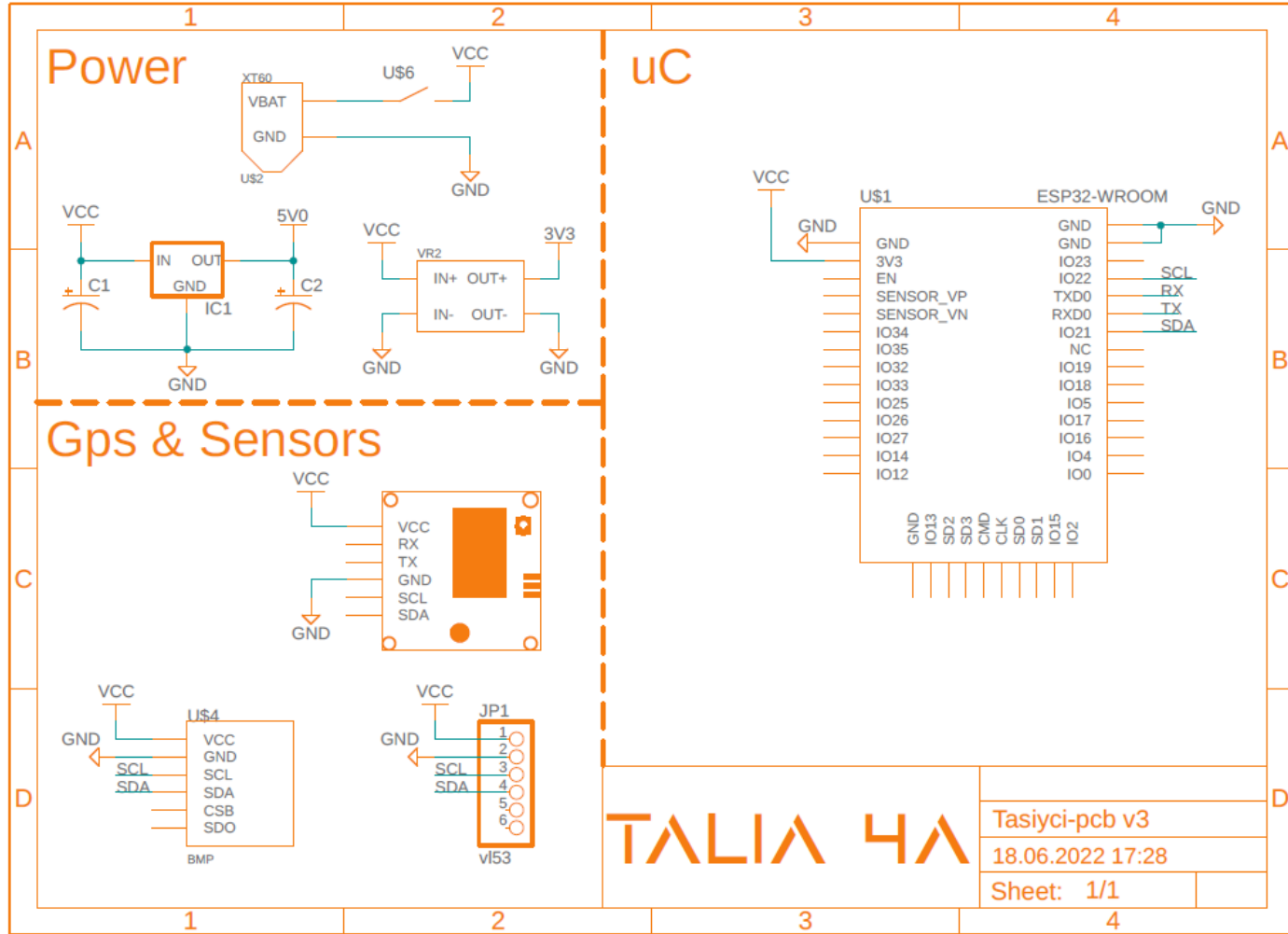
Taşıyıcı Blok Şeması



Görev Yüğü Elektronik Şematığı



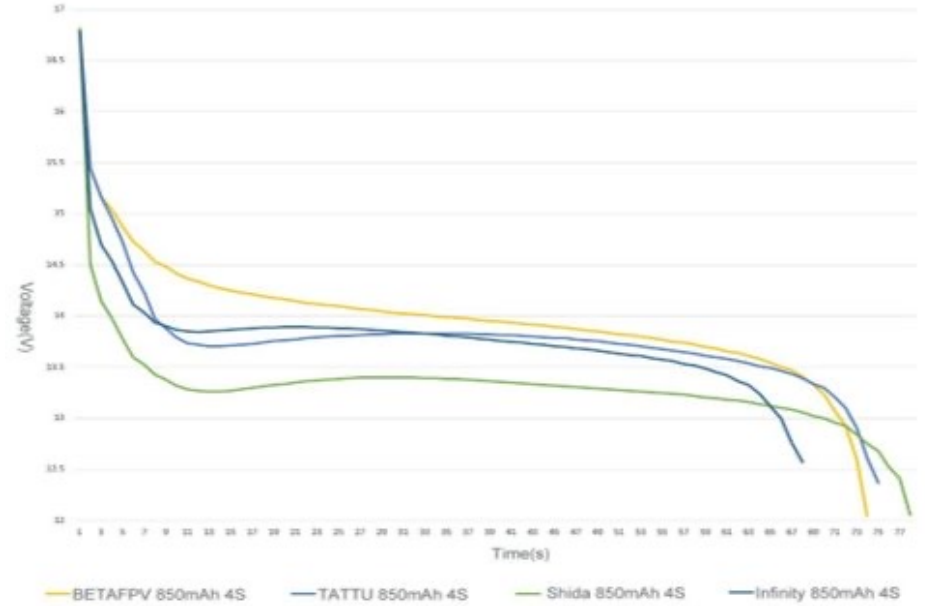
Taşıyıcı Elektronik Şematığı



Pil Modeli	Pil Tipi	Ağırlık	C Değeri	Gerilim(V)	Boyut	Hücre Sayısı	Kapasite	Fiyat
Tattu	Li-Po	107 gr	75C	14.8V	6x3x3.5 cm^2	4S1P	850mAh	559 ₺



Seçilen Pil	Açıklama
Tattu	- Sistemimiz için en uygun enerji yoğunluğuna sahip olduğu için seçilmiştir. - Sağladığı sürekli akım değeri ortalamanın üzerindedir. - Sistem için uygun, kabul edilebilir boyutlardadır. - Sisteme yeterli güç kapasitesini sunmaktadır. - Ortalama bir maliyete sahiptir.



Komponent	Volt (V)	Akım (mA)	Tolerans (mA)	Güç (W)	Süre (saniye)	Kaynak
Esp32	3,3	1200	50	4,125	80	Datasheet
Nrf24	3,3	100	10	0,363	80	Datasheet
3V Buck Converter(verimsizlik)	3,3	180	20	0,66	80	Datasheet
nrf 24	3,3	100	10	0,363	80	Datasheet
uSd card	3,3	200	50	0,825	80	Tahmini
MS5611	5	10	5	0,075	80	Tahmini
Mpu9250	5	10	5	0,075	80	Tahmini
Buzzer	5	100	10	0,55	80	Tahmini
SG90 Servo	5	400	50	2,25	1	Tahmini
GPS M8N	5	50	20	0,35	80	Datasheet
Eachine DTX03	5	550	50	3	80	Datasheet
Foxeer fpv	5	140	20	0,8	80	Datasheet
Im7805 (verimsizlik)	11,8	1260	100	16,048	80	Hesaplama
ESC & BLDC	16,8	20000	1000	352,8	80	Datasheet
FUSE	16,8	500	100	10,08	1	Simulasyon

Çalışan Sistemler	Güç	4s 850 mAh Lipo Batarya ile Çalışma Süresi
- Aktif iniş - Aviyonik	387 W	137 saniye
Aviyonik	13 W	78 dakika

Not: Esp32 ve nrf24 için çekebileceği maksimum akım değeri yazılmıştır. Yazılan koda göre tüketim değişmektedir.

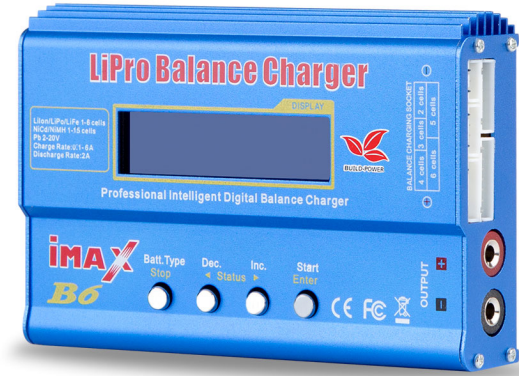
Taşıyıcı Güç Bütçesi

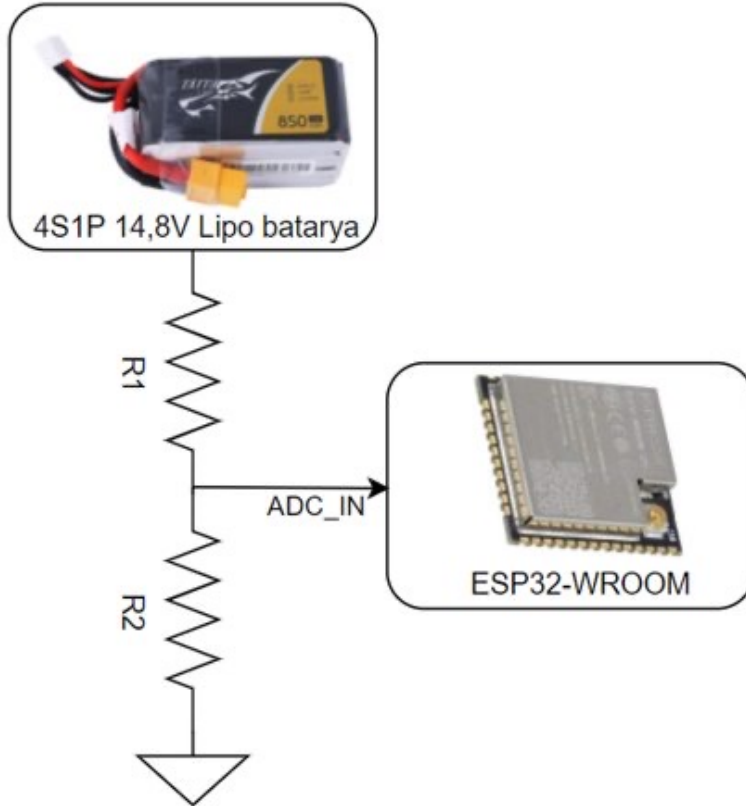
Komponent	Volt (V)	Akım (mA)	Tolerans (mA)	Güç (W)	Süre (saniye)	Kaynak
Esp32	3,3	1200	50	4,125	80	Datasheet
3v Buck Converter	3,3	180	20	0,66	80	Datasheet
bmp	5	10	5	0,075	80	Tahmini
lazer	5	10	5	0,075	80	Tahmini
gps	5	50	20	0,35	80	Datasheet
Lm7805(verimsizlik)	3,4	70	20	0,306	80	Hesaplama

Çalışan Sistemler	Güç	2s 800 mAh lipo batarya ile çalışma süresi
Aviyonik	5,5 W	72 Dakika

Not: Esp32 ve nrf24 için çekebileceği maksimum akım değeri yazılmıştır. Yazılan koda göre tüketim değişmektedir.

- Görev Yüğü ve Taşıyıcı'daki pillerimizi yandaki görmüş olduğunuz şarj aleti ile şarjını gerçekleştirilecektir.
- Görev yükündeki 4s 850mAh lipo pilimizin şarj süresi 1 saat 15 dakikadır.
- Taşıyıcıdaki 2s 800mAh lipo pilimizin şarj süresi ise 1 saat 15 dakikadır.
- Bu şarj aleti ile lipo pil içerisinde hücrelerin her birini dengeli şarj ederek pillerimizi güvenli olarak şarj etmenin yanında kullanım ömrü de kısaltmamış oluruz.





Çalışma Prensibi

- Batarya gerilimini okumak için, kontrolcünün 0-3.3V ADC gerilim aralığına uygun gerilim değeri elde edilecek şekilde hesaplanmış olan dirençlerle gerilim bölücü yapılacak ve bu gerilim bölücünden okunan değere göre bataryanın kaç volt olduğu öğrenilip kalan batarya kapasitesi öğrenilecektir.
- Uygun direnç değerleri aşağıda hesaplanmıştır. R2 direnci üzerine yaklaşık olarak maksimum 3.2V gerilim düşümü olmaktadır. Hata payları yazılımsal olarak giderilecektir.
- Gerilim bölücü yöntemi hem görev yükünde hem de taşıyıcıda kullanılacaktır.

$$\frac{V_{batarya}}{R_1 + R_2} * R_2 = 3.3V$$

$$\rightarrow R_1 = 12K \Omega, R_2 = 3.3K \Omega$$

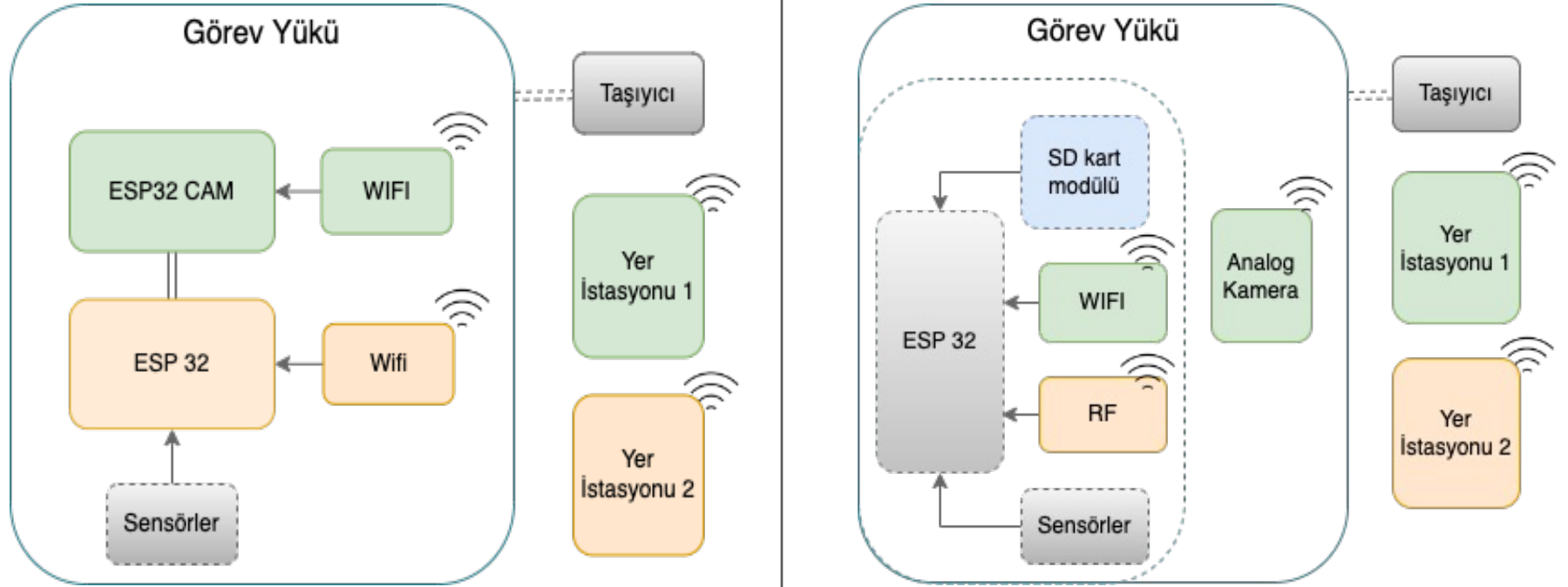
Uçuş Yazılımı Tasarımı

Nagkichan MOUSTAFA IMPRAM

Uçuş Yazılımı Mimarisi

PDR

CDR



Telemetri
Bonus Görev

PDR	CDR	Açıklama
Canlı video aktarımı için ESP32-Cam kullanılmaktadır.	Canlı video aktarımı için Eachine DTX03 kullanılacaktır.	ESP32, ESP32-Cam üzerinde bulunan SD karttaki dosyaya SPI bağlantısıyla erişilememiştir. Bu sebeple ESP32-Cam modülü yerine Eachine DTX03 kamera modülü seçilmiştir. Canlı video görüntüleri üzerinde bulunan SD karta kaydedilecektir ve yine üzerinde bulunan RF modülü ile yer istasyonuna canlı video görüntülerini aktaracaktır.
Bonus görev için ESP32 modülü kullanılmaktadır.	Bonus görev için Nrf24I01 RF modülü kullanılacaktır.	ESP32 ile ESP32-Cam SPI bağlantısı kurulamadığı için ESP32-Cam modülü kullanılmayacaktır. Bu sebeple farklı freknsa çalışabilen Nrf24I01 RF modülü kullanılacaktır. (Telemetri verileri ESP32 WiFi ile atkarılmaya devam edecektir.)
Depolama için ESP32-Cam'in SD kart modülü kullanılmaktadır.	Depolama için harici SD kart modülü kullanılacaktır.	ESP32-Cam kullanılmayacağından dolayı telemetri verileri ve asenkron video transferi için harici SD kart modülü kullanılacaktır.
Pil gerilimi düşmesi durumunda aktif iniş sisteminin gücü kesilecektir.	Pilin geriliminin pili tehlikeye sokacak şekilde düşmesi halinde irtifa sabitleme görevi iptal edilerek uçuşu tehlikeye sokmadan iniş sağlanabilir.	Pil zayıflığı tespit edildiğinde aktif iniş sisteminin kapatılması görev yükünün yere çakılmasıyla sonuçlanacağı için doğru bir çözüm olarak görülmemiştir.
	Sensörlerin örnekleme sıklığı düşürülebilir.	

Uçuş Yazılımının Temel Görevleri

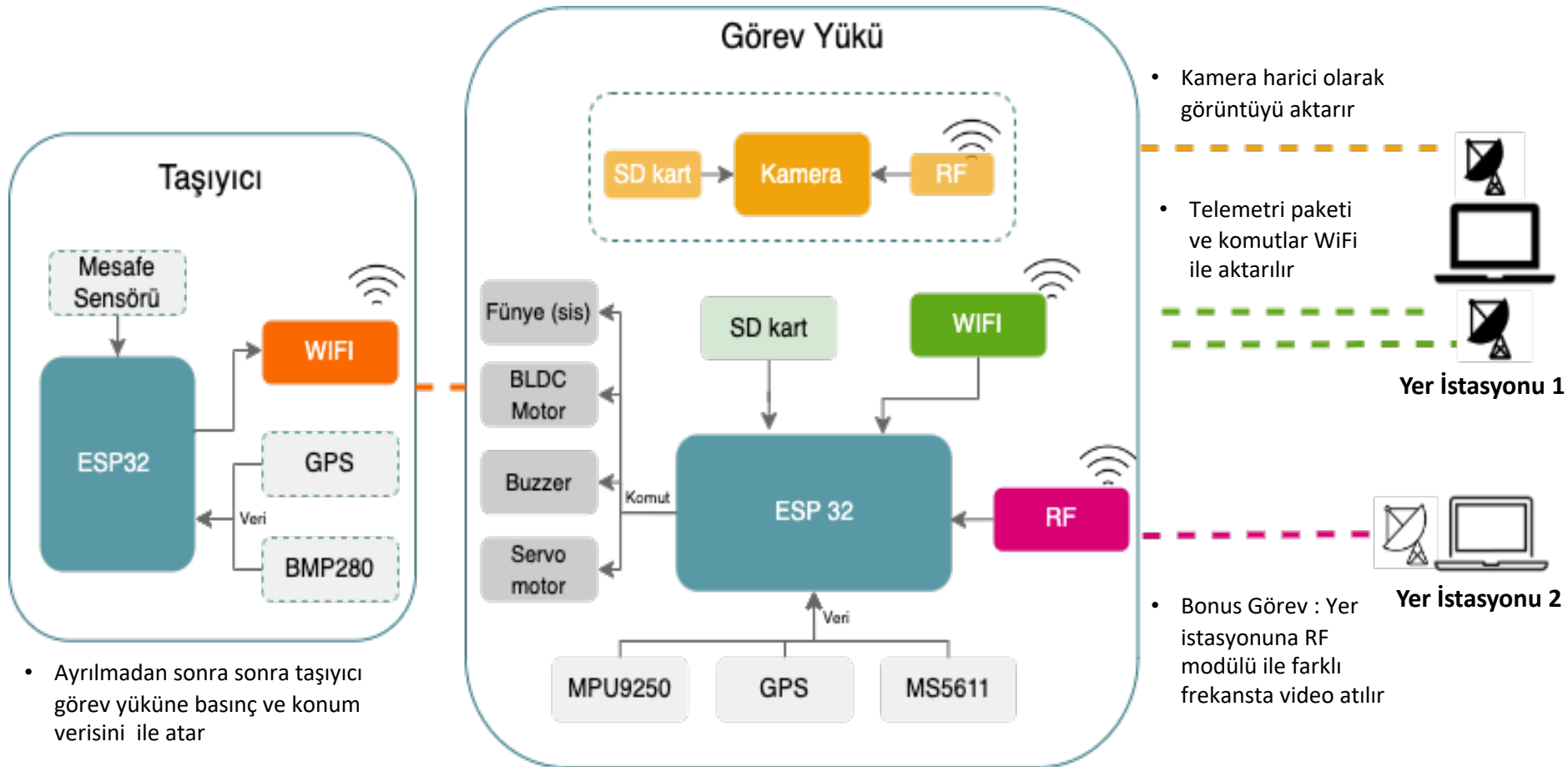
- Sensörlerin kalibrasyonu yapılır ve yer istasyonu ile haberleşme sağlanır.
- Sensörlerden ve kameradan toplanan veriler ile telemetri paketi oluşturulur. Her saniye yer istasyonuna gönderilir ve tüm veriler SD karta kaydedilir.
- Roketten ayrıldıktan sonra 400 metre irtifaya geldiğinde ayrılma mekanizması çalışır.
- Taşıyıcıdan gelen veriler telemetri paketine eklenir.
- Aktif iniş sistemi ile görev yükünün iniş hızı 6-8 m/s hıza düşürülür.
- 200 metre irtifada 10 saniye askıda kalır. Ardından 4-6 m/s ile düşmeye devam eder.
- Yere 20 metre mesafede iniş yavaşlatılır ve görev yükü yere inince 1 dakika boyunca telemetri yayınına devam eder. Buzzer, sistemi kapatıncaya kadar açık kalır.
- Uçuş esnasında 300 KB'lık video görev yüküne gönderilip SD karta kaydedilir.

Geliştirme Ortamı

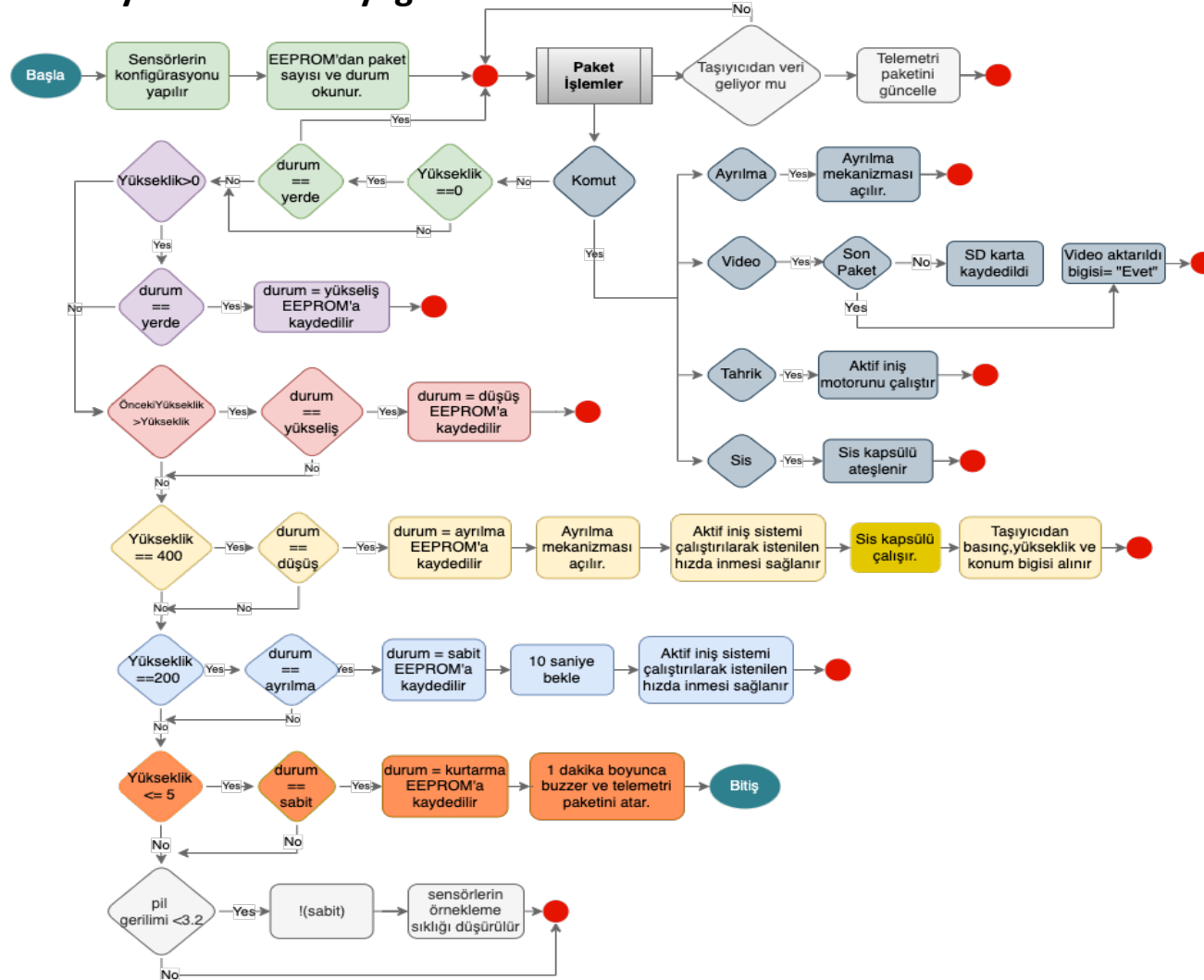
- ARDUINO IDE

Programlama Dilleri

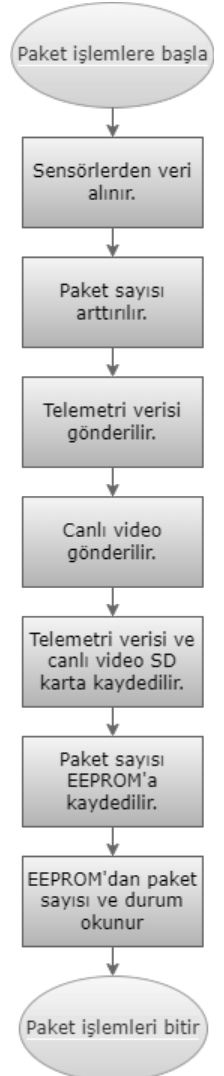
- C/C++



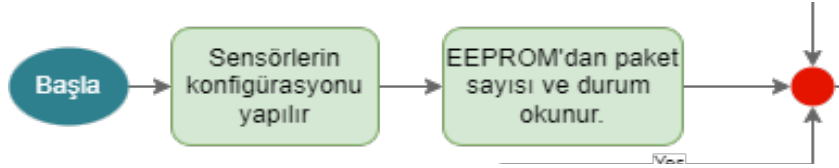
Görev yükü durum diyagramı:



Durumlar
Yerde
Yükseliş
Düşüş
Ayrılma
Özgün
Sabit
Kurtarma
Komut

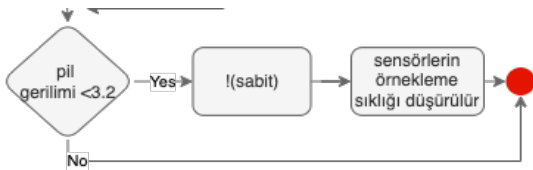


İşlemcinin yeniden başlaması durumunda:



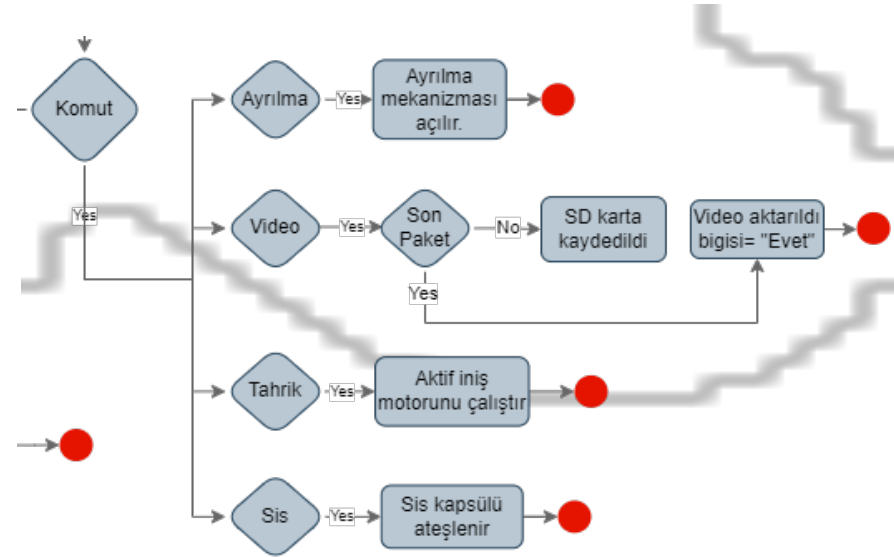
- EEPROM'dan paket sayısı ve durum bilgisi okunarak kaldığı yerden çalışmaya devam eder.

Güç Yönetimi:

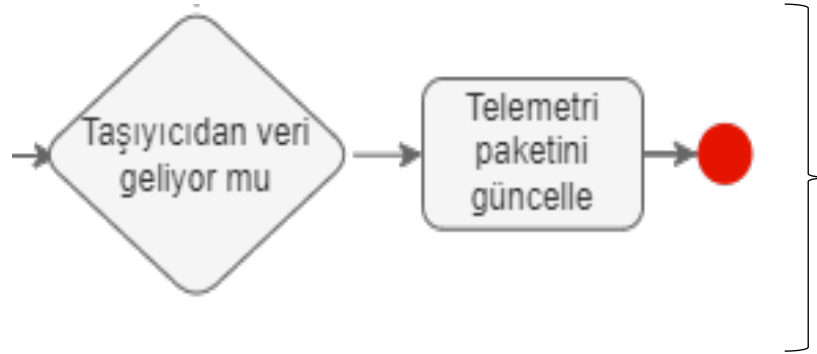


- Pilin geriliminin pili tehlikeye sokacak şekilde düşmesi halinde irtifa sabitleme görevi iptal edilerek uçuşu tehlikeye sokmadan iniş sağlanabilir.
- Sensörlerin örnekleme sıklığı düşürülebilir.

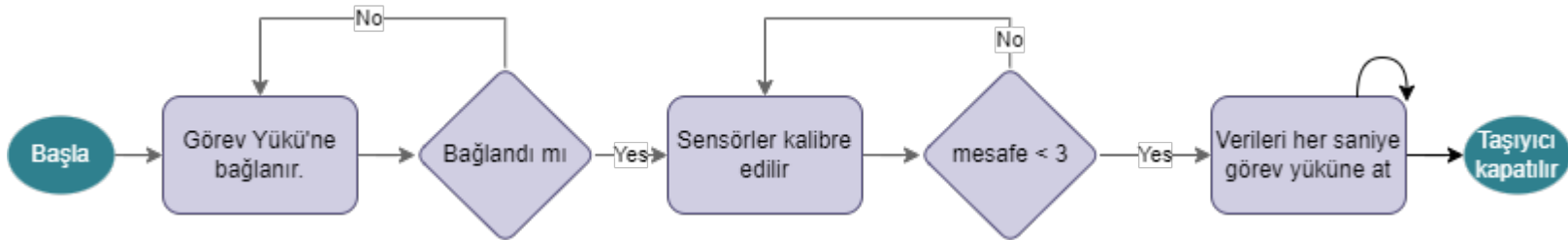
Yer istasyonundan gelen komutların işlenmesi:



- Ayrılma: Ayrılmama durumunda ayrılma mekanizmasını çalıştırır.
- Video: Yer istasyonundan 300 KB'lık video görev yüküne gönderilir.
- Tahrik: Manuel tahrik komutu
- Sis: Sis kapsülü ateşlenir



Taşıyıcı durum diyagramı:



- Ayrılmayı Taşıyıcı üzerinde bulunan mesafe sensöründen tespit eder.
- Taşıyıcı yere indiğinde güç düğmesinden manuel olarak kapatılana kadar Görev Yüğü'ne her saniye veri atmaya devam eder.

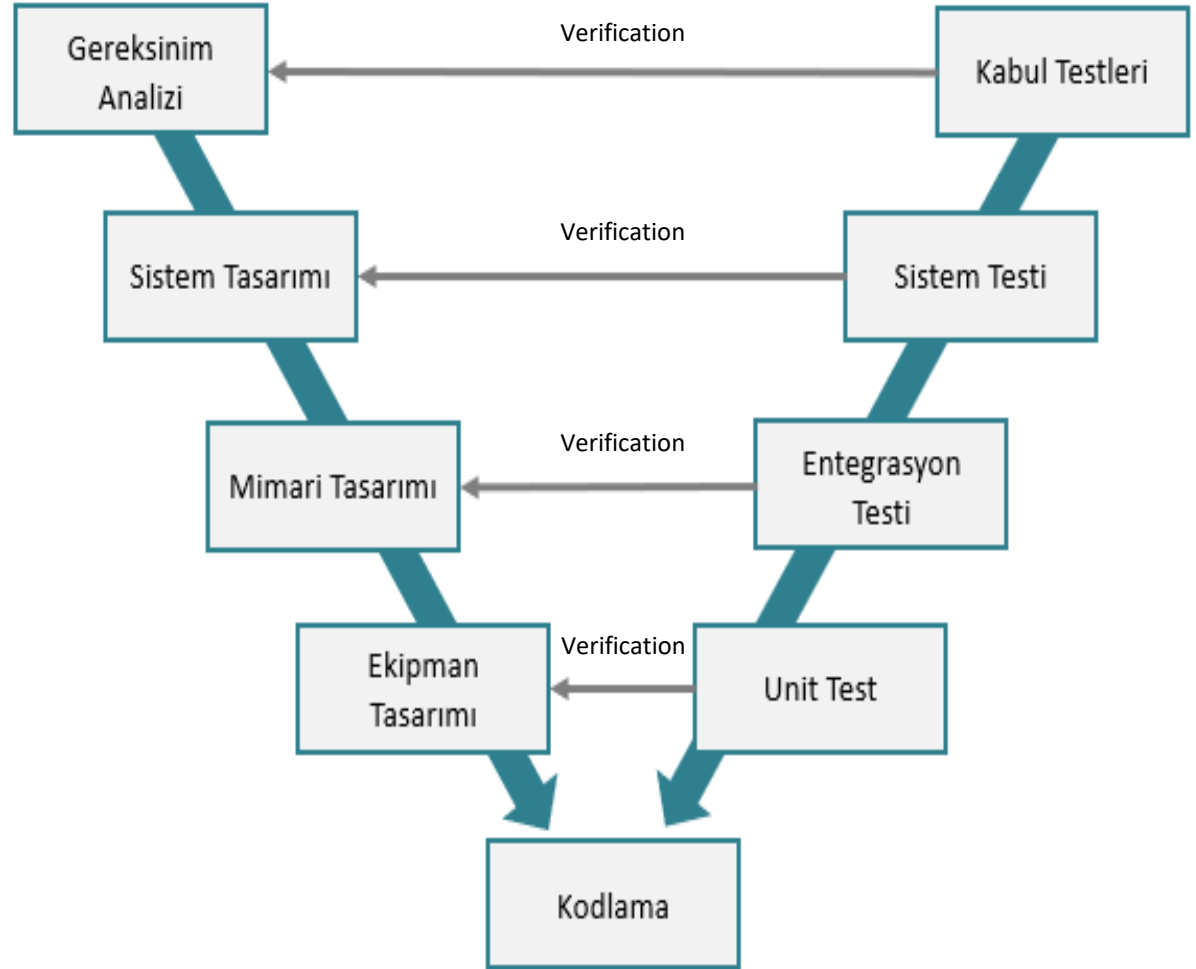
Prototip Oluşturma Yöntemleri:

- **Breadboard** üzerinde sensörler tek tek yerleştirilecek her adımda birer sensör ekleyerek sistem oluşturulacak. Bir hata olması durumunda son eklenen sensör çıkarılacak ve hata sebebi araştırılacak. Breadboard üzerinde tüm sensörler denendikten sonra delikli panele geçilecektir ve sistem bir araya getirilmiş olacaktır.
- **Delikli panel** üzerinde sensörler tek tek yerleştirilecek ve sistem oluşturulacak. Lehimle oluşturulan yollar kontrol edilecek ve bir problem (kısa devre, temassızlık vs.) olmaması durumunda sensörler yerleştirilip geliştirme yapılacaktır. Algoritmaların birçoğu delikli panel prototipi üzerinde denenecektir. Sistem nihai halini alınca PCB üretilecektir.

Yazılım Geliştirme İçin Kullanılacak Alt Sistemler

Alt Sistem	Amaç
Sensör Alt Sistemi	Sensörlerin haberleşme protokollerini öğrenip her bir sensörün kütüphanesi bulunacak ve bu kütüphanelerin çalışma mantıkları incelenecektir.
Mekanik Alt Sistem	Mekanik altsisteminden aktif iniş sistemi ve ayrılma mekanizması için gerekli prototipler ve gerekli bilgiler (servo açısı vs.) alınıp, bunlar üzerinden yazılım geliştirilecektir.
Elektrik Alt Sistem	Elektrik altsisteminden gerekli sensör ve elektronik komponent bağlantıları elde edilip buna göre prototip oluşturulacak ve bu prototip üzerinde yazılım geliştirilecektir.
Yer İstasyonu	Yer istasyonundan komutlar (ayrılma, füyve ateşleme vb.) ve 300 KB'lık video paketi gönderilecek ve geliştirilen uçuş yazılımında bunların algoritmaları geliştirilip denenecektir.

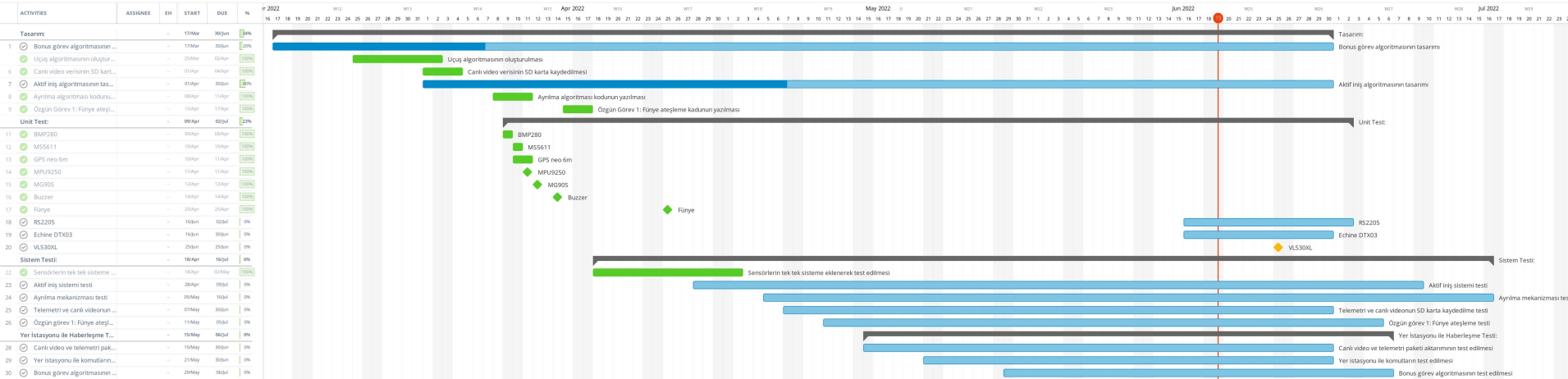
Test Metodolojisi	
Test	Açıklama
Unit Test	Ekipman Testletlerinin yapılması.
Entegrasyon Testi	Ekipmanların birleştirilip testinin yapılması.
Sistem Testi	Uçuş Yazılımı sistem testinin yapılması.
Kabul Testleri	Tüm görevlerin yerine getirildiği, Uçuş Yazılımı sisteminin diğer Alt Sistemlerle birlikte çalışma testinin yapılması.



Uçuş Yazılımı

Read-only view, generated on 19 Jun 2022

 Instagantt

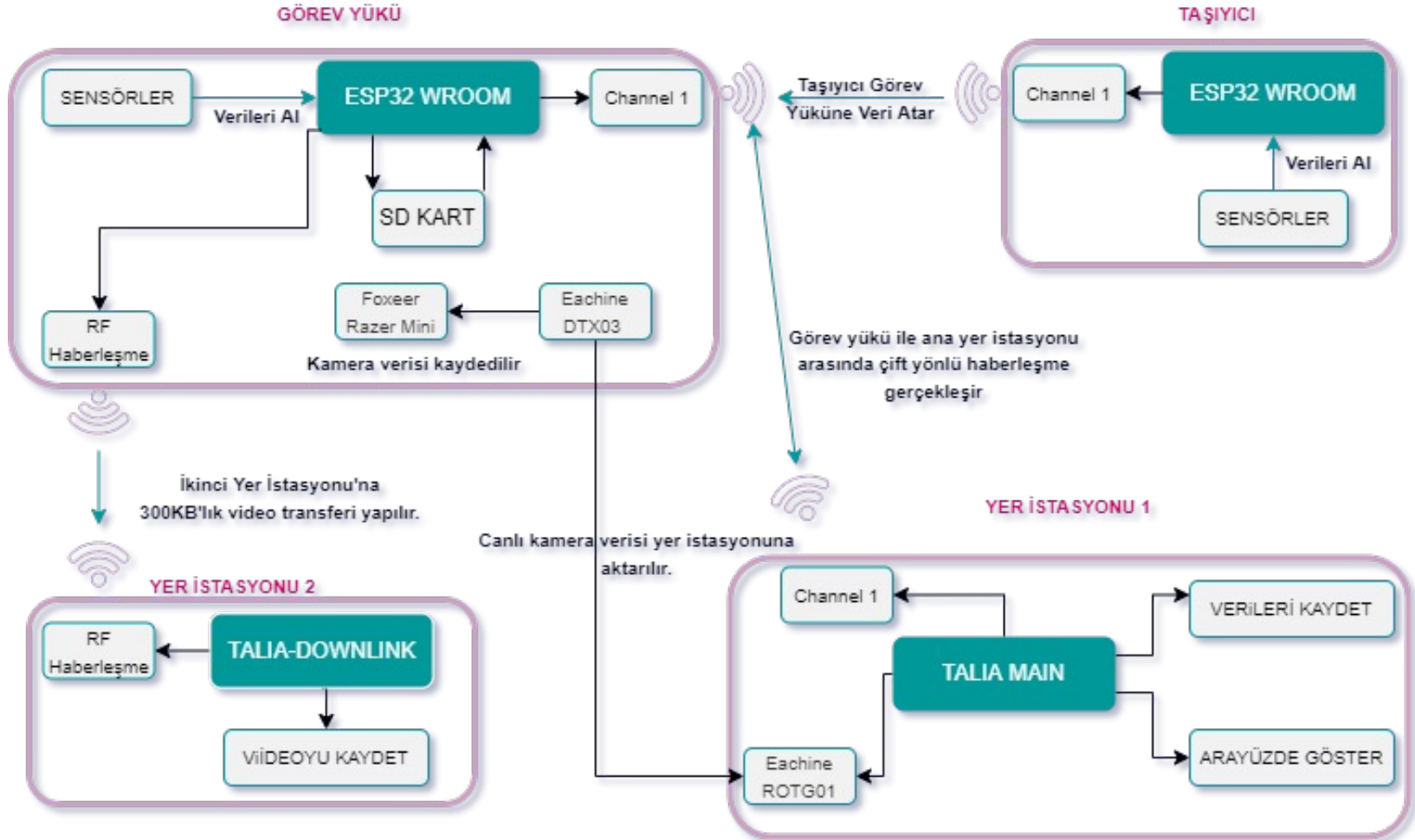




Yer İstasyonu Tasarımı

Faruk Bera ZÜLALOĞLU

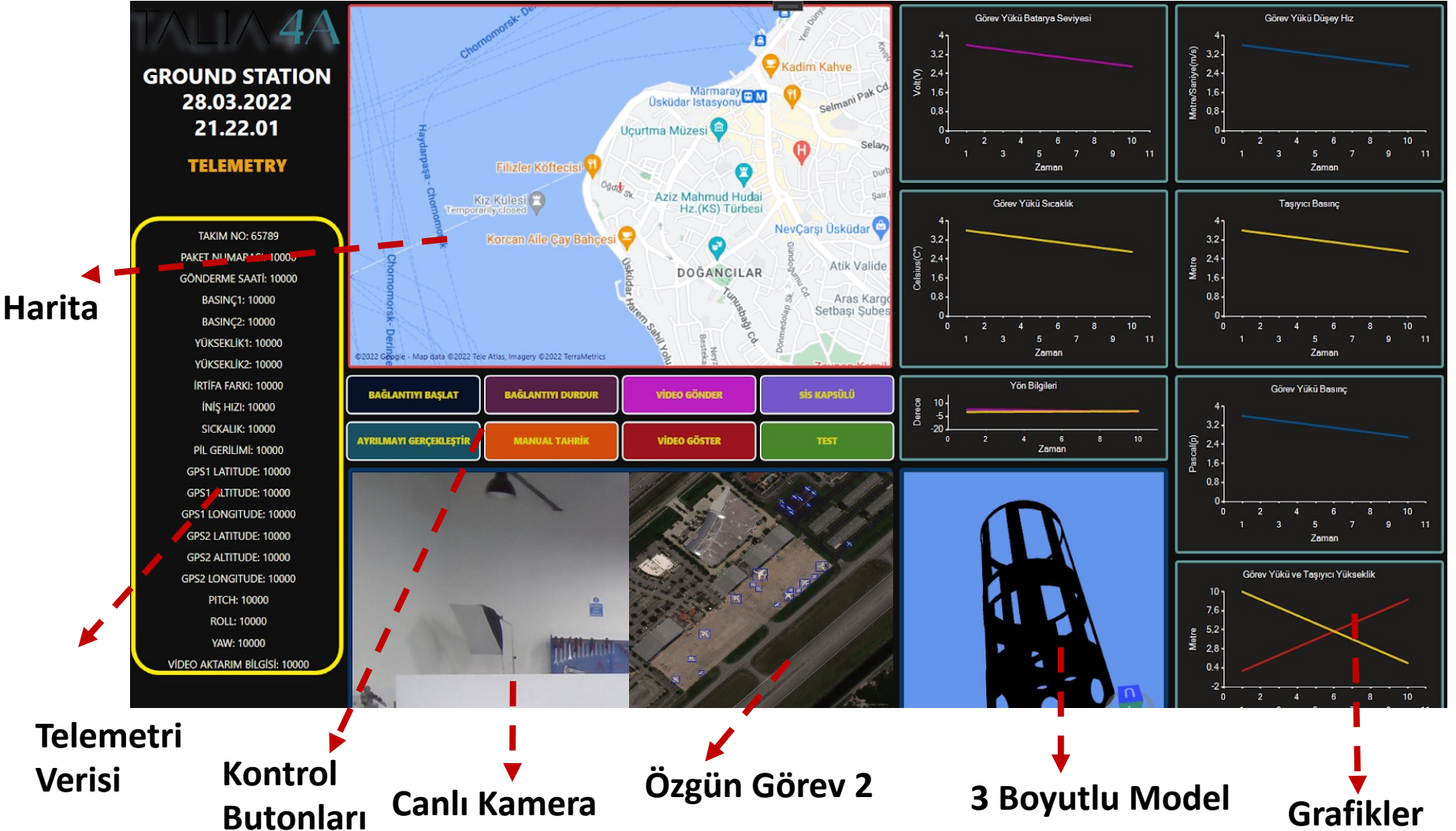
- **ESP32 CAM yerine ESP32 WROOM kullanılmaya karar verilmiştir ve model uyduda bulunan iki adet ESP32 modülü tek adete düşürülmüştür.** Bunun sebebi kamera modülü olarak kullandığımız Eachine DTX03 ve Eachine ROTG01 cihazları gerçek zamanlı video aktarımı için yeterlidir. Aynı zamanda Eachine DTX03 ile yanında bulunan Foxeer Razer Mini cihazı model uydudaki kamera verisini sd karta kaydetme işlevinide görmektedir. ESP32 CAM modülünün yaptığı görevleri artık bahsettiğimiz cihazlar yapmaktadır. Bu nedenle kaldırılmıştır.

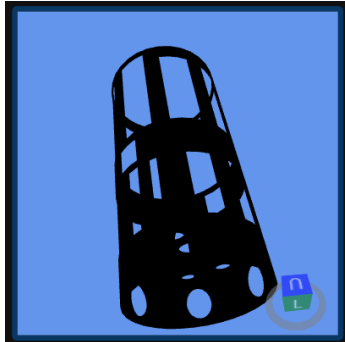
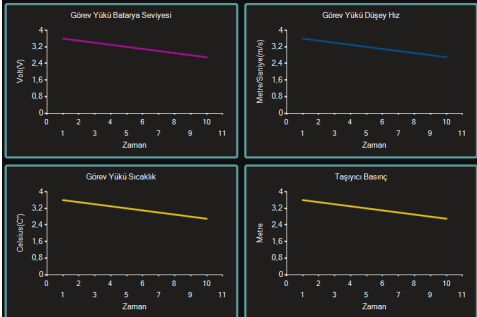
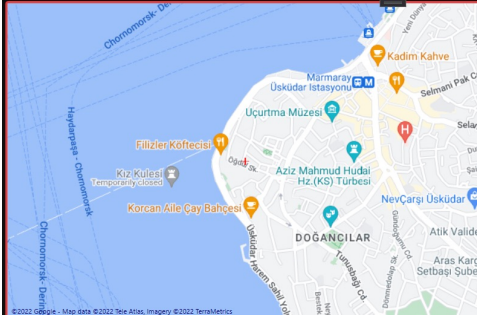


ANTEN KURULUMU

- Tripot ve anten yanımızda getireceğimiz birçok yardımcı eşya gibi (lehim aleti, matkap takımı, vidalar vb.) büyük bir bavulun içerisinde uçuş alanına getirilecektir. Görev öncesinde iki kişi tarafından kurulumu sağlanacaktır.
- Yer istasyonu tripot üzerine yerleştirilerek takım üyelerinden biri tarafından uçuş günü yönü uyduya bakacak şekilde ayarlanacaktır. Anten kabloları tripodun bacaklarına klipslerle bağlanarak kablo karışıklığı önlenecektir.
- Yagi Anten ve TL-ANT2424B yüksek kazançlı antenler kullanılarak ve antenlerin doğrultusu uyduyu hedef alacak şekilde konumlandırılarak veri sürekliliği sağlanacaktır.







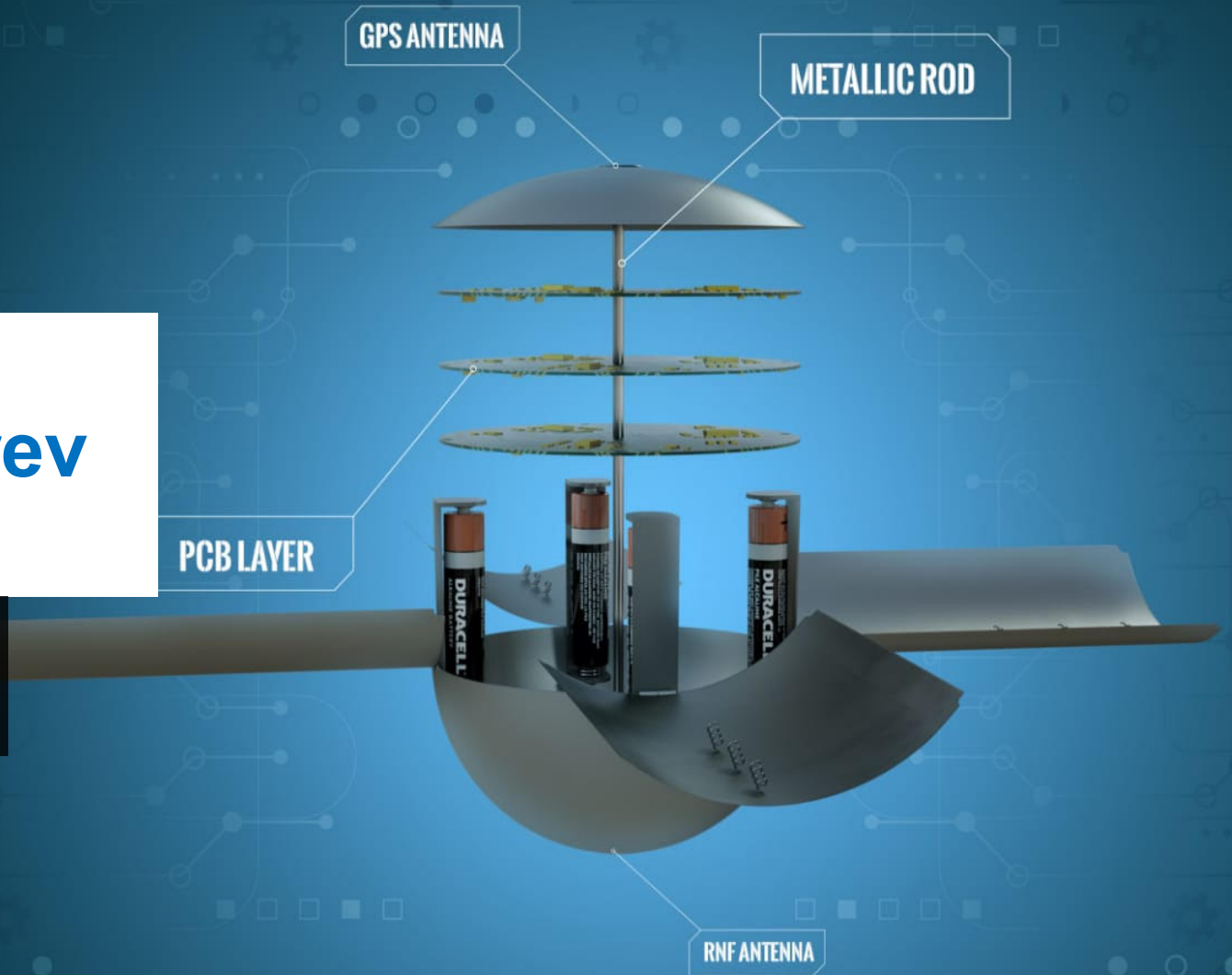
Kütüphaneler Ve Kullanım Amaçları

1. Gmap: Harita arayüzü için kullanılmıştır.
2. HelixToolkit : 3 boyutlu uydu modelini göstermek için kullanılmıştır.
3. WindowsForms.DataVisualization: Grafik arayüzü için kullanılmıştır.
4. Accord : Video kaydetmek için kullanılmıştır.
5. Aforge : Canlı kamera verilerini görüntüleyebilmek için kullanılmıştır.

Özgün Görev

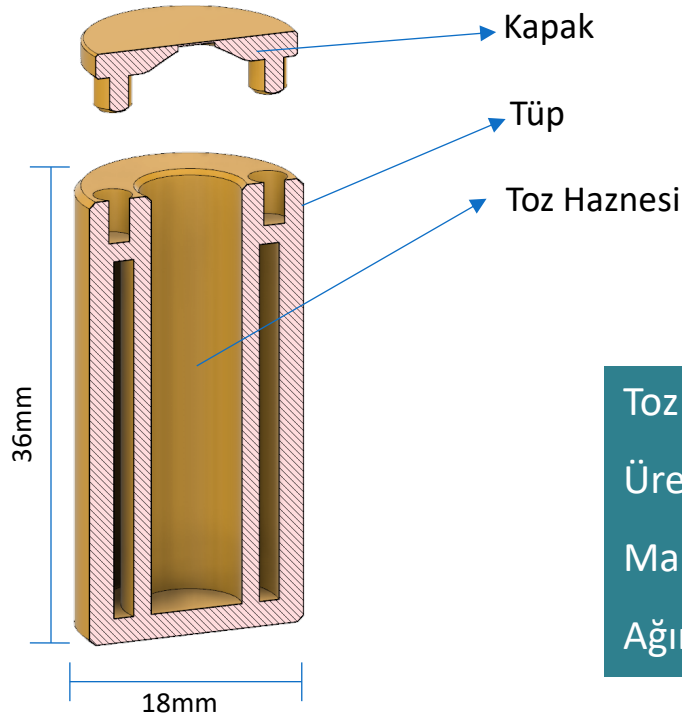
Ali DEREYURT

Faruk Bera ZÜLALOĞLU



Görev Yüğü taşıyıcıdan ayrıldıktan sonra görev yükünün atmosfer içerisinde görünürlüğünü arttırabilmek için sis kapsülleri tasarladık.

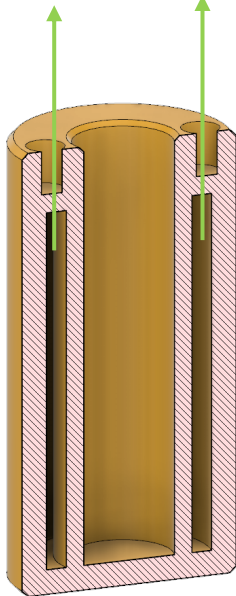
Sis kapsülleri, potasyum nitrat temelli toz karışımın doldurulup yakıldığı kapsüllerdir.



Toz Kapasitesi	3 gram
Üretim Yöntemi	Eklemeli İmalat (FDM)
Malzeme	ABS
Ağırlık	7 gram (toz hariç)

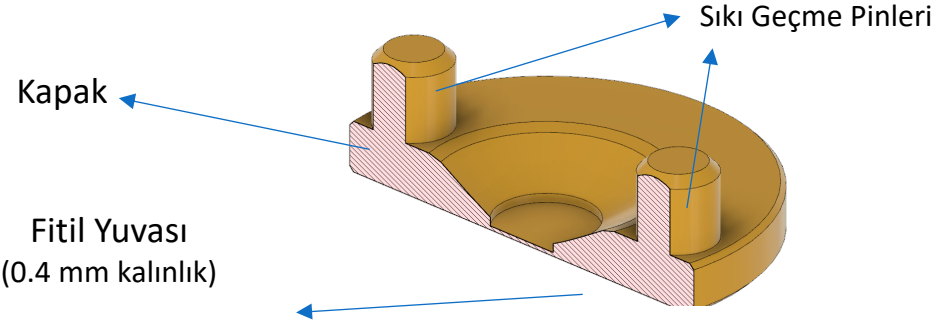
İçerideki tepkimeden dolayı oluşan ısının dışarı yansımaması için termos benzeri bir tasarımla, iç ve dış duvar arasında hava boşluğu bırakılmıştır. Eklemeli imalat teknolojisi sayesinde bu tarz bir üretim kolaylıkla yapılabilmektedir.

Hava boşlukları



Kapsülün içerisindeki tozun dışarı çıkmaması için sıkı geçme yöntemiyle montajlanacak bir kapak tasarlanmıştır.

Kapağın ortasında 8 mm çapında bir yuvarlak alanın yüksekliği 0.4 mm olarak tasarlanmış olup üretim aşamasından sonra bu kısım delinerek içinden fitil geçirilecektir. Bu kısım, 8 mm çapından daha küçük olan fitili sıkıca saracak olup conta görevi üstlenecektir.

**Üretim Yöntemi**

Eklemeli İmalat (FDM)

Malzeme

PETG

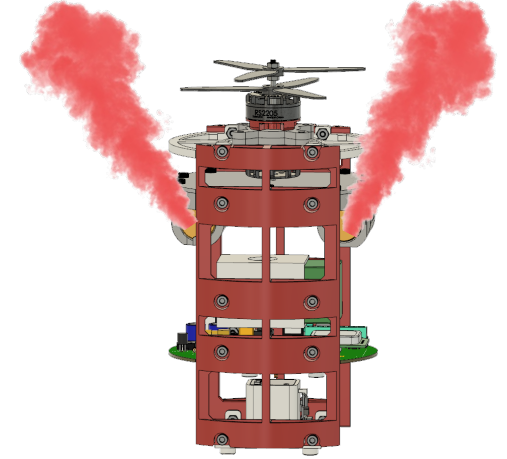
Ağırlık

1 gram

Ayrılmadan sonra görev yükü mikroişlemcisi, elektronik funyeyi ateşleyecek ve sis kapsülü aktif hale gelecek.

Yaptığımız testlerde her bir kapsül 20 saniye boyunca yoğun duman çıkışı sağlamaktadır.

Yapılan testlerde gördüğümüz üzere 2 kapsül, 8 ila 10 adet Görev Yüğü büyüklüğünde bir alanı dolduracak kapasitededir.



Yapılan testlerde gördüğümüz üzere 2 kapsül, 8 ila 10 adet Görev Yüğü büyüklüğünde bir alanı dolduracak kapasitededir.



Ateşlenmiş bir elektrikli funye ve test sırasında yaktığımız bir direnç

Fünyemiz 4 ohm dirençli olup üstünden 100mA geçtiği zaman ateşleme yapmaktadır. Resim 1.1'de fünyemiz yerine bdx53c npn transistörü ile yakmış olduğumuz 6 ohmlu direnç vardır.

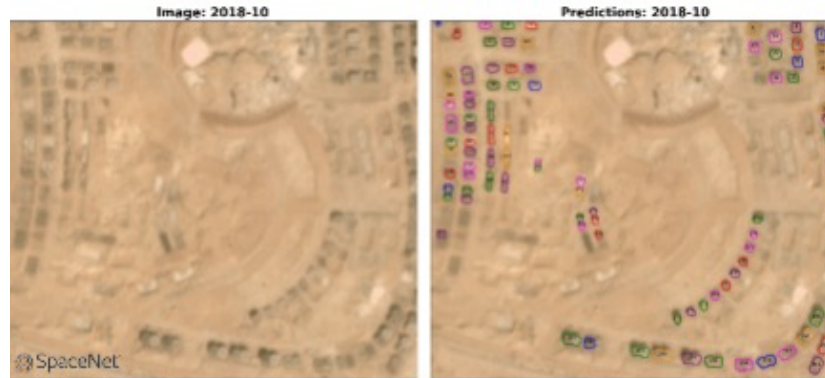
Bu direnci yakmadan önce transistörümüzden 100mA geçecek şekilde bir base direnci seçtikten sonra başarılı olarak yakılmıştır.



Resim 1.1

Görüntü İşleme

•Özgün görev 2’de belirlenen çalışma 2021’de kapanan fakat eski çalışmalarıyla bize yardım edebilecek ve yol gösterebilecek Cosmiq adlı şirketin yapmış olduğu çalışmalardır. Bu çalışma kapsamında uydu görüntülerinden elde edilen küçük boyutlu objeleri tespit etmeyi amaçlamaktadır. Örnek olarak **Resim 1.1’de** zaman içerisinde yapay zeka modelinin binaları tespit etme yeteneğinin geliştiğini görüyoruz. Bu çalışma 2021’de yazılan bir medium makalesinde yayınlanmıştır[1]. Aynı yazar tarafından yayımlanan başka bir makalede ise görüntü işlemede sıkça kullanılan yolo modelinin uydu görüntülerinde ki nesneleri tespit etmek için geliştirildiği **YOLOv4-tiny** modelinden bahsetmektedir.



Resim 1.1

[1] : <https://medium.com/the-downling/spacenet-7-results-arxiv-paper-and-winning-model-release-8da36df16aa5>

YOLOv4-tiny

Akademik makalelerde yolo'nun uydu görüntüleri üzerinde nesneleri algılamak için önemli bir etkisi olduğu kanıtlanmıştır[2][3][4]. Yolo görüntülerdeki nesneleri algılamak için tasarlanmış, önde gelen bir derin öğrenme nesnesi algılama için kullanılan bir framework'tür (yazılım iskeleti). Yolo, 100 milyon pikseli aşabilen büyük ölçekli uydu görüntülerini işlemek için çok küçük olan birkaç bin piksel boyutundaki görüntü boyutlarında maksimum verime çıkar. Bu nedenle büyük boyutlu uydu görüntüleri için yolo'nun optimize edilmesi amacıyla **YOLOv4-tiny** geliştirilerek küçük boyuttaki objelerin büyük resimler içerisinde tespit edilmesini sağlayan daha iyi bir yapay zeka modeli oluşturulmuştur.

REFERANSLAR

[2]: <https://arxiv.org/abs/1805.09512>

[3]: <https://arxiv.org/abs/1809.09978>

[4]: <https://arxiv.org/abs/1812.04098>

Verileri Bul

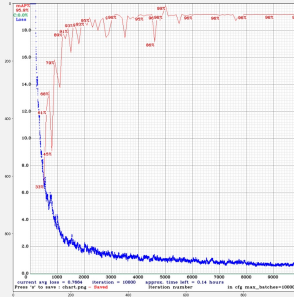
- <https://registry.opendata.aws/rareplanes/> linkinden RarePlane veri seti indirilerek veri hazırlama işlemleri yapılacak. Bu veri setinde hem gerçek hem de sentetik olarak oluşturulmuş uydu görüntüleri bulunmaktadır. İçerisinde 630.000 tane etiketlenmiş veri bulunmaktadır.

YOLOVt4 modelini kur

- Kullanılacak Yolo modelinin ağırlık verileri https://github.com/AlexeyAB/darknet/releases/download/darknet_yolo_v3_optimal/yolov4.conv.137 linkinden indirilerek gerekli konfigürasyon yapıldıktan sonra kullanıma hazır olacaktır.

YOLOVt4 modelini çalıştır

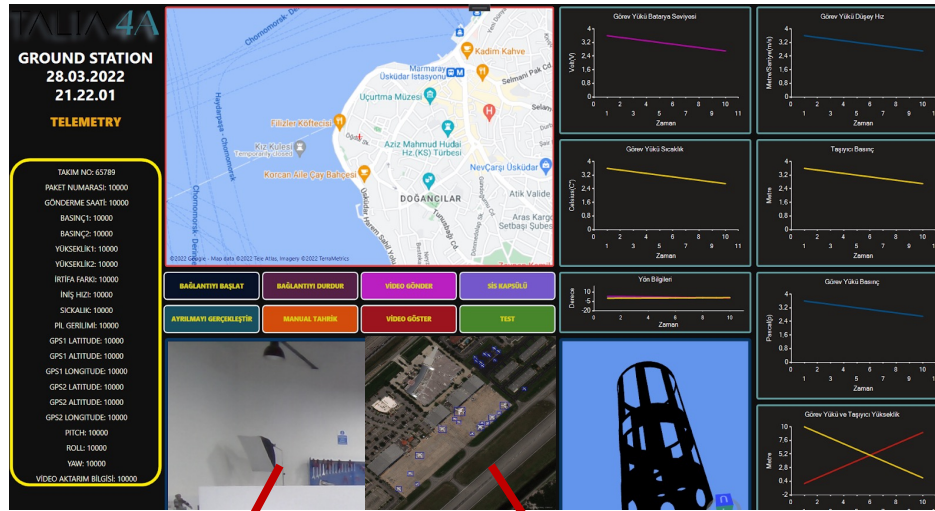
- Sağdaki resimde görüldüğü üzere yolovt4 modelinin eğitim aşamalarını örnek rareplane veri seti üzerindeki eğitim aşamalarını görebilirsiniz.



Sonuç



- Modelin çalışma aşamasından sonra farklı uydu veri setleri için (araba, ağaç, insan) YoLo modeli tekrar çalıştırılarak model uyduda kullanılacak ara yüze entegre edilecektir. Gerçek zamanlı gelen kamera verisinin bulunduğu panelin yanında işlenmiş kamera verisinin bulunduğu bir panel eklenecektir. Bu panelde sınıflandırılmış objeler gözlemlenebilecektir.



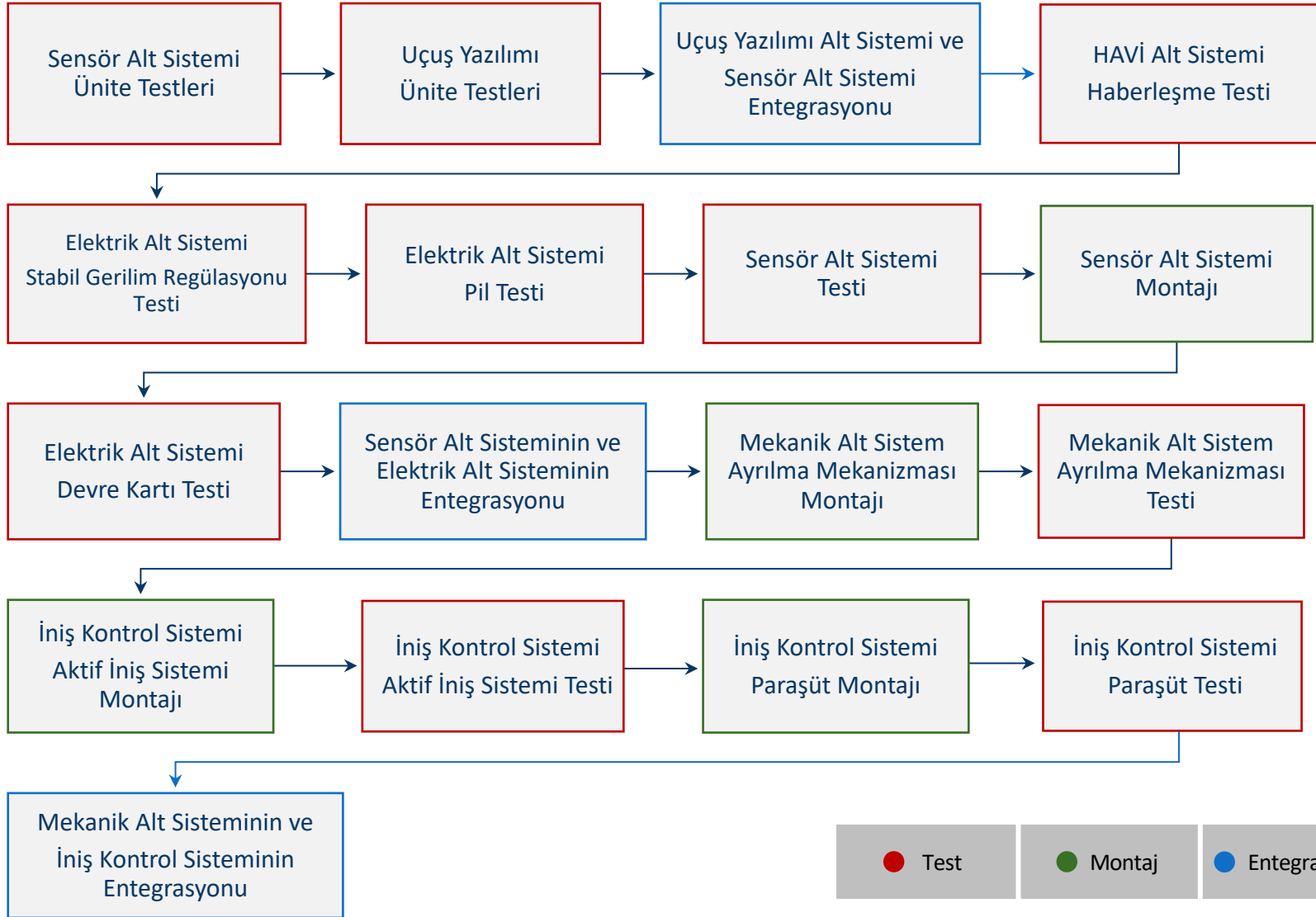
Gerçek zamanlı kamera verisi

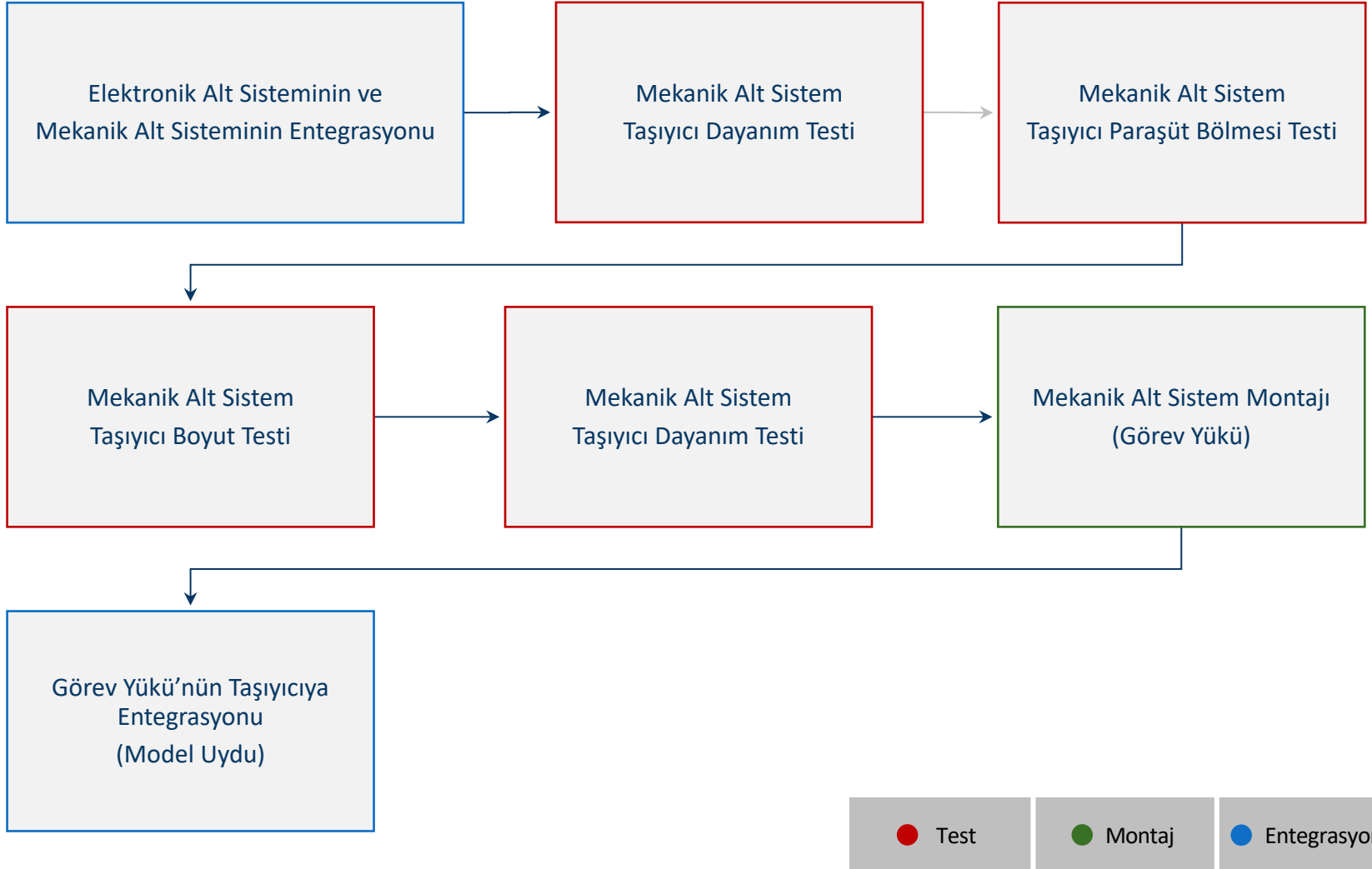
Kamera verisinin yapay zeka modeline girdikten sonraki görüntüsü



Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi

Ali DEREYURT





Sensör Alt Sistemi

15.04.22 - 01.07.22 tarihleri arasında Uçuş Yazılımı Alt Sistemi Ekibi tarafından yapılacaktır.

- Sensör ünite testi
- Sensör kalibrasyon testi
- Tüm sensörlerin birlikte çalıştırılması

HAVI Alt Sistemi

15.05.22 - 15.07.22 tarihleri arasında Uçuş Yazılımı ve Yer İstasyonu Alt Sistemi Ekipleri tarafında yapılacaktır.

- Yakın mesafe testi
- Orta mesafe testi
- Uzak mesafe testi
- Bonus Görev testi
- Taşıyıcı ile Görev Yüğü'nün haberleşme testi

Güç Alt Sistemi

15.06.22 - 18.06.22 tarihleri arasında Elektrik Alt Sistemi Ekibi tarafından yapılacaktır.

- PCB testi
- Fünne Testi
- ESC Testi

Uçuş Yazılımı Alt Sistem Testi

03.06.22 - 03.07.22 tarihleri arasında Uçuş Yazılımı Alt Sistemi ekibi tarafından yapılacaktır.

- Telemetri Verilerini SD Karta Kaydetme Testi
- Taşıyıcı ve Görev Yüğü Haberleşme Testi
- Komut Testi
- Video Paketi Testi
- Ayrılma Algoritması Testi
- Canlı Video Testi
- Özgün Görev 1 Testi
- Aktif İniş Algoritması Testi
- Bonus Görev

Mekanik Alt Sistemi

16.04.21 02.07.21 tarihleri arasında Mekanik Alt Sistemi Ekibi tarafından yapılacaktır.

- Özgün görev testi
- Ayrılma mekanizması testi
- Aktif iniş sistemi testi
- Sağlamlık testi
- Boyut uygunluğu testi
- Ağırlık hesabı testi

İniş Kontrol Alt Sistemi

01.06.22 - 01.07.22 tarihleri arasında Mekanik ve Uçuş Yazılımı Alt Sistemi ekipleri ile beraber gerçekleştirilecektir.

- Pasif İniş Sistemi Testi
- İtki Testi
- Aktif İniş Sistemi Testi

Mesafe Testi

Telemetri , canlı video, 300 KB'lık video ve komutlar:

- Yakın mesafeden (100 metre)
- Orta mesafeden (500 metre)
- Uzak mesafeden (1000 metre)

test edilecektir.

- Test sonucunda veriler ve komutların çalışıp çalışmadığı gözlemlenecektir.

- Mesafe testleri henüz gerçekleştirilmedi. Uçuş yazılımı mimarisi değiştiğinden dolayı mesafe testleri ertelenmiştir.

- Başarısız olma durumunda hatanın kaynağı tespit edilerek gerekli kısımlar revize edilecektir.

**Taşıyıcı ile Görev Yüğü
Haberleşme Testi**

- Yer istasyonundan komut göndererek ayrılma gerçekleştirilir. Ayrılmadan sonra taşıyıcı WiFi ile görev yüküne her saniye ölçtüğü verileri atmaya başlar. Gelen veriler yer istasyonu arayüzünden kontrol edilir.
- Taşıyıcı ve görev yükünün en uzak kaç metreden haberleşebildiği test edilecektir.

- Uçuş yazılımı mimarisi değiştiğinden dolayı mesafe testleri ertelenmiştir.
- Testin başarısız olma durumunda hatanın kaynağı tespit edilerek düzeltilecektir.

Not: Eğer hesaplanan mesafe yetersiz olursa sinyal güçlendirilmelidir.

Bonus Görev Testi

- Yer istasyonunda görev yüküne gönderilen 300 KB'lık video paketi SD karta kaydedilecektir. Video SD karttan çekilerek RF modülü ile farklı frekansta ikinci bir yer istasyonuna aktarılacaktır.
- Yakın, orta ve uzak mesafeden test edilerek video ikinci yer istasyonuna aktarılıp aktarılmadığı ve ne kadar sürede aktarıldığı test edilecektir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Başarısız olma durumunda Uçuş Yazılımı, Yer İstasyonu ve Elektronik ekipleri ile hatanın sebebi tespit edilecektir.

Not: Eğer süre aşımı olursa performansı artırmak için yazılımsal veya donanımsal olarak değişiklik yapılabilir.

PCB Testi

Model uyduda kullanacağımız devreleri üreterek PCB testi gerçekleştirilecektir.

PCB’de kısa devre olup olmadığı kontrol edilecektir. Eğer kısa devre varsa PCB tasarımı gözden geçirilerek test yeniden yapılacaktır.

Fünye Testi

İç direnci 4Ω olan fünyeden akım geçirilerek test edilecektir.

Bu test sonucunda farklı nem ve sıcaklık değerlerinde fünyenin iç direncinin değişmesi gözlemlenecektir. En kötü hava şartlarında bile fünyenin ateşlenebilir olması hedeflenmektedir.

ESC Testi

ESC’nin normal sıcaklığın üstünde ve maksimum hızda uçuş süresinin üstünde çalıştırılarak verdiği tepkiler gözlemlenecektir.

Gözlemlene sonucunda ESC’nin uçuş boyunca karşılaşılabileceği sorunlar belirlenecek ve yazılımsal-donanımsal olarak önlemler alınacaktır.

Sıcaklık kaynaklı hatalar için ESC’ye soğutucu blok takılıp, uçuş süresince ESC’nin ısınması önlenecektir.

Hız kaynaklı hatalar için ESC’yi %100’de çalıştırmak yerine, maksimum %80-%90 civarında sürekli çalıştırıp ihtiyaç anında anlık olarak %100 hızında çalıştırmayı hedeflemekteyiz.

Telemetri Verilerini SD Karta Kaydetme Testi

- Tüm sensörlerden telemetri paketi oluşturmak için gerekli veriler alınır ve hesaplamalar yapılarak telemetri paketi oluşturulur.
- Telemetri verisi her saniye SD karta (TMUY2022_405365_TLM.csv dosyasına) kaydedilmelidir.
- İşlemci yeniden başlatılarak paket numarası, GPS verisi ve o an bulunduğu yükseklik verisinin doğru olup olmadığı kontrol edilecektir..

- Paket numarası, yükseklik ve konum bilgileri. kaldığı yerden devam etmektedir. İlk çalıştığı yer 0 metre olarak kabul edilir ve yeniden başladığında o an bulunduğu yüksekliği verir.
- Testin başarısız olma durumunda kod revize edilecektir.

**Taşıyıcı ve Görev Yüğü Haberleşme Testi**

- Ayrılmadan sonra taşıyıcıdan gelen veriler Telemetri paketine eklenerek SD karta kaydedilir.
 - Bir yükseklik belirleyip asansörle ayrılmayı gerçekleştirdikten sonra taşıyıcıdan gelen verilerin telemetri paketine kaydedilip kaydedilmediği test edilecektir.
 - Yer istasyonundan komut gönderdikten sonra telemetri paketine eklenip eklenmediği test edilecektir.
 - Drone ile ayrılma gerçekleştirdikten sonra Telemetri paketine eklenerek SD karta kaydetme testi yapılacaktır.
- Bu görev henüz test edilmemiştir.
 - Başarısız olma durumunda kod revize edilecektir.

Komut Testi

- Yer istasyonundan gelen komutların işlenip gerekli görevleri yerine getirmesi sağlanmalıdır.
- Yer istasyonundan gelen komutun ilgili görevi yerine getirip getirmediği test edilecektir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Başarısız olma durumunda kod kontrol edilerek hatanın yazılımsal mı yoksa donanımsal mı olduğu tespit edilecektir.

Video Paketi Testi

- Yer istasyonundan gönderilen video paketi uçuş yazılımında işlenerek SD karta kaydedilir.
- Ne kadar sürede kaydedildiğine bakılıp uçuş süresini aşmaması sağlanabilir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Başarısız olma durumunda kod revize dilecektir.

Ayrılma Algoritması Testi

- Otonom ayrılma için servo motora ne kadar PWM sinyali gönderileceği test edilir.
- Yer istasyonundan komut göndererek manuel ayrılma gerçekleşir.
- Asansör veya drone ile belirli bir yükseklikte ayrılıp ayrılmadığı test edilecektir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Testin başarısız olma durumunda kod kontrol edilerek hatanın hangi alt sistem ile ilgili olduğu tespit edilecektir.

Canlı Video Testi

- Görev yükü açıldığı andan itibaren kapatılana kadar canlı video görüntüsünü yer istasyonuna aktarması gerekmektedir..
- Yakın orta ve uzak mesafeden video görüntüsünü yer istasyonuna aktarma testi yapılacaktır.
- Testin sonucunda SD kart kontrol edilerek videonun kaydedilip kaydedilmediği kontrol edilecektir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Başarısız olma durumunda HAVI ve Yer İstasyonu alt sistemi ekipleri hatanın sebebi tespit edilip düzeltilecektir.

**Özgün Görev 1 Testi**

- Ayrılma mekanizması çalıştıktan sonra elektronik alt sistemi ile fünyenin yanması için ne kadar güç verilmesi test edilecektir.
- Yer istasyonundan komut gönderilerek fünyenin ateşlenip ateşlenmediği test edilecektir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Başarısız olma durumunda kod kontrol edilerek hatanın yazılımsal mı yoksa donanımsal mı olduğu tespit edilecektir.

Aktif iniş Algoritması Testi

- Görev yükü otonom bir şekilde istenilen hızlarda iniş yapabilmesi için aktif iniş sistemi motorunun alacağı PWM değeri hata oranına göre tasarlanır. Burada hata PID algoritması ile hesaplanır.
- Drone ile belirli bir yüksekliğe çıkarılarak iniş hızları test edilecektir.
- Belirlenen yükseklikte 10 saniye askıda kalması için yine PWM değeri hata oranına göre tasarlanır. Burada hata PID algoritması ile hesaplanır.
- Test sonucunda, hata miktarı en doğru sonuca ulaşılan kadar güncellenir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Başarısız olma durumunda algoritma güncellenip tekrar test edilecektir.

**Bonus Görev**

- Yer istasyonunda görev yüküne gönderilen 300 KB'lık video paketi SD karta kaydedilecektir. Video SD karttan çekilerek RF modülü ile farklı frekansta ikinci bir yer istasyonuna aktarılacaktır.
- Yakın, orta ve uzak mesafeden test edilerek video ikinci yer istasyonuna aktarılıp aktarılmadığı test edilecektir.

- Bu görev henüz test edilmemiştir.
- Başarısız olma durumunda HAVI ve Yer İstasyonu ekipleri ile hatanın sebebi tespit edilecektir.

Veri ve Arayüz Testi

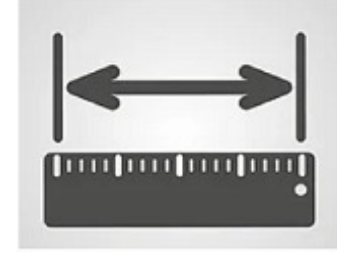
- Telemetri verisinin uydudan istenilen formatta gelip gelmediği kontrol edilecektir.
- Doğru formatta gelen telemetri verileri ara yüz elemanlarında doğru yerleri değiştirip değiştirmedikleri kontrol edilecektir.
- Canlı video verisinin kamera paneline gelip gelmediği kontrol edilecektir.
- Grafik ara yüzlerinde gerçek zamanlı bir veri akışı olup olmadığı kontrol edilecektir.
- 3 boyutlu simülasyonun fiziksel uydu ile aynı yönde hareket etmesi kontrol edilecektir.

Komut Testi

- Yer istasyonunda bulunan komut paneli üzerinden model uyduya gönderilecek komutların testi yapılacaktır.
- Ayrılmayı gerçekleştiren butonuna basıldığı zaman model uydudaki servo motorun çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir.
- Manual tahrik komutuna basıldığı zaman model uydudaki fırçasız dc motorun çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir.
- Sis kapsülü komutu verildiği zaman fünye ateşlemesi olup olmadığı kontrol edilecektir.
- Video Gönder komutu çalıştığı zaman model uyduya verinin gidip gitmediği kontrol edilecektir.

Özgün Görev 2 Testi

- Yer istasyonuna gelen kamera verisindeki objelerin tespitinin yapılıp yapılamadığı kontrol edilecektir.
- Bir fotoğraf üzerinden nesne tespit için kullanılan yapay zeka modeli test edilecektir.
- Bu modelin doğru çalıştığından emin olduktan sonra bir video üzerinde çalışması sağlanacaktır.
- Yer istasyonu ara yüzünde yapay zeka modelinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir.
- Video içinde tespit yapıldıktan sonra yer istasyonu ara yüzüne model entegre edilecektir. Bu aşamadan sonra canlı kamera verisi üzerinde tespit yapıp yapamadığı test edilecektir.



Ağırlık Hesabı Testi

Mekanik alt sistemde öncelikle tüm uydunun ağırlığı hesaplanacaktır.

Ağırlık hesabının yapılması bazı mekanik aksamdaki bileşenlerin seçiminde rol oynayabileceğinden önemlidir.

Test sonucunda tüm komponentlerin ağırlıkları 730 ± 20 gr olacak şekilde hesaplanmıştır.

Sağlamlık Testi

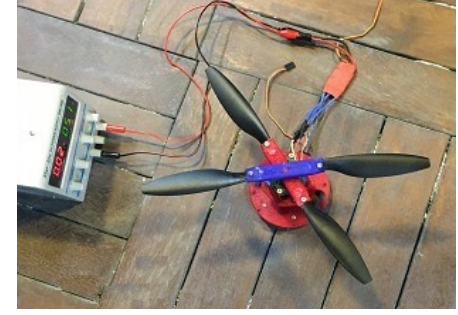
Mekanik alt sistemde seçilen bileşenlere (vida rulman dişli vs.) sağlamlık testi yapılacaktır.

Bu bileşenlere kuvvet uygulanarak mukavemetleri ölçülecektir. Mekanik tasarımda belirlenen bileşenlerin uçuş anında ve yere düştükten sonra alabilecekleri hasarlar belirlenecektir. Test sonucunda bileşenlerin zarar görmesi durumunda gerekli iyileştirmeler yapılacaktır. Test henüz yapılamamıştır.

Boyut Uygunluğu Testi

Mekanik bileşenlerin uzunlukları ölçülerek test edilecektir.

Mekanik alt sistemde seçilen vidaların ara bağlantı elemanlarının veya aktif inişinde bir parçası olan dişlilerin ve kanatların büyüklüğünün uydunun uçuşunda veya yarışma şartları açısından bir problem olmadığı garanti altına alınması için yapılacaktır. Test başarıyla gerçekleştirilmiştir.



Görsel Takip Sistemi Testi

Üretmiş olduğumuz dış ve iç kapsülde ısı yalıtımı yapılarak kimyasal karışımın iç kapsüle yerleştirilmesiyle yapılmıştır.

Bu testte görsel takip sisteminin minimum 30 saniye boyunca renkli duman çıkarması ve oluşan ısıya dayanması beklenmektedir.

Test sonucunda kimyasal karışım 43 saniye boyunca aralıksız yanmıştır. Kullanılan malzeme ısıya dayanmıştır.

Ayrılma Mekanizması Testi

Ayrılma mekanizması kitlendikten sonra yer istasyonundan ayrılma komutu gönderilir. Dillerin içeri çekilmesi ve ayrılma süresi incelenir. Ardından ayrılma mekanizmasına yaklaşık 730 gr ağırlık eklenir test tekrarlanır.

Taşıyıcı ve görev yükünün takılmadan 1 saniye içinde ayrılması beklenir.

Aktif İniş Sistemi Testi

Motor ve pervaneler üretilip montajlanmasıyla test edilecektir.

Aktif iniş sistemi testinde, motor ve pervanelerin oluşan kuvvetlere karşı dayanım göstermesi hedeflenmektedir.

Ayrıca istenilen itkinin istenilen Voltaj ve Akım değerlerinde elde edilip edilmediği test edilecektir. Aksi durumda görev yükü hafifletilmek zorunda kalınacaktır.

Pasif İniş Testi

- Model uydu yüksek bir konumdan aşağı atılarak iniş hızı testi yapılacaktır. Düşmesi sırasında iniş hızının 12 m/s olması, paraşütün açılması ve yere hasarsız bir şekilde inmesi test edilecektir.
 - Paraşüt ile taşıyıcının bağlantısının sağlamlığı test edilecektir.
- Paraşütün imalatı tamamlanmadığı için bu görev henüz test edilememiştir.
- Başarısız olma durumunda bağlantı noktası sağlamlaştırılacaktır.
- İniş hızını karşılamıyorsa tekrar hesaplanıp üretilecektir.



İtki Testi

- Aktif iniş sistemi hassas terazi üzerine sabitlenerek çalıştırılmasıyla elde edilen itki değeri gözlemlenecektir.
 - Aktif iniş sisteminin uçuş süresince görev yükünü havada tutacak kadar itki üretmesi beklenmektedir.
- Aktif iniş sisteminin üretimi tamamlanmadığı için henüz test edilememiştir.
- Yeterli itki sağlanmadığı takdirde görev yükü hafifletilebilir veya motor/motor sürücü değiştirilebilir.
- ✓ Test esnasında motor sürücünün ya da kanatların zarar görmemesi için güvenlik önlemleri alınacaktır.

Aktif İniş Testi

- Aktif iniş sistemi iki motor ve iki pervaneden oluşmaktadır.
- Görev yükü Drone ile belirli bir yükseklikten bırakılarak iniş hızı, irtifa sabitleme ve 10 saniye ardından tekrar iniş hızı test edilecektir.
- İniş hızını korumak ve askıda kalma esnasında sürüklenmeyi önlemek için PID algoritması ile sapma oranına göre düzeltme yapılacaktır.
- Drone'dan ilk bırakıldığında iniş hızının ... m/s , ardından 10 saniye askıda kalma ve sonrasında iniş hızının ... m/s olması hedeflenmektedir.
- Görev yükü prototipi henüz tamamlanmadığı için test edilememiştir.
- Testin başarısız olma durumunda PID katsayıları revize edilerek en doğru sonuca ulaşana kadar test etmeye devam edilecektir.

Haberleşme Testi

- Komutlar ve telemetri paketi yakın mesafe, orta mesafe ve uzak mesafeden test edilecektir.
- Bonus görev yakın mesafe, orta mesafe ve uzak mesafeden test edilecektir.
- Taşıyıcı ile Görev Yüğü haberleşmesi ve ayrılardan sonra veri aktarması test edilecektir.

Mekanizma Testi

- Bağlantı noktalarının sağlamlığı test edilecektir.
- Tasarlanan mekanizmalar birbirine monte edilerek doğru bir şekilde oturup oturmadığı test edilir.

Ayrılma Testi

- Belirli bir yükseklikte sabit bir şekilde bir kişi tarafından tutulan model uydudan görev yükünün ayrılıp ayrıldığı test edilir.
- Asansör ile bir yükseklik belirleyip çıkarken değil inerken ayrılması test edilecektir.
- Drone ile belirli bir yüksekliğe çıkarıldıktan sonra serbest bırakılarak ayrılıp ayrıldığı gözlemlenecektir.

Aktif İniş Sistemi Testi

- Drone ile belirli bir yüksekliğe çıkarıldıktan sonra serbest bırakılarak aktif iniş çalışması ve iniş hızı gözlemlenecektir.

Düşme Testi

Amaç : Taşıyıcı'nın paraşütünün bağlantı noktalarının ve Görev Yüğü ile Taşıyıcı arasındaki ayrılma mekanizmasının sağlamlığını doğrulamak için yapılır.

Kullanılacak Malzemeler :

- İp
- Minder

Yöntem : İpin bir ucu tavana sabitlenir diğer ucu ise paraşüte (paraşüte zarar veremeyecek şekilde) bağlanır. Model Uydu askıya alındığında zemine erişemeyecek şekilde ayarlanır. Test esnasında düzeneğin sabit kalması ve esnememesi için tavana sabitlenir.

Sonuç : Testin başarısız olması durumunda malzemedен ya da mekanizmadan kaynaklı hatalar düzeltilecektir.



Isıl Test

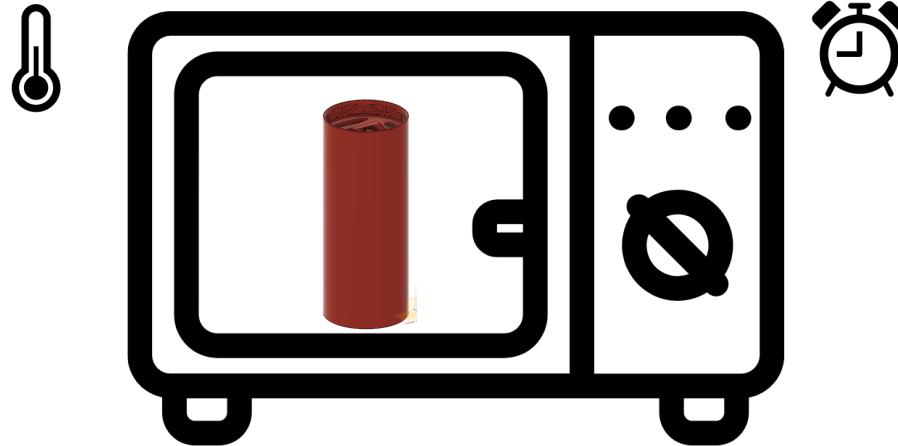
Amaç : Model Uydu'nun sıcak bir ortamda çalışabildiğini doğrulamak için yapılır.

Kullanılacak Malzemeler :

- Fırın
- Termokupl

Yöntem : Isıl Test için mini fırın düzeneği ısı kaynağı olarak kullanılır. Isı kaynağı aktifleştirilmiş ve düzenek kontrollü ve kademeli bir şekilde sıcaklık artırılarak 60°C dereceye kadar ısıtılır.

Sonuç : Testin başarısız olması durumunda üretimden ya da malzemedan kaynaklı oluşan hatalar düzeltilecektir.



Titreşim Testi

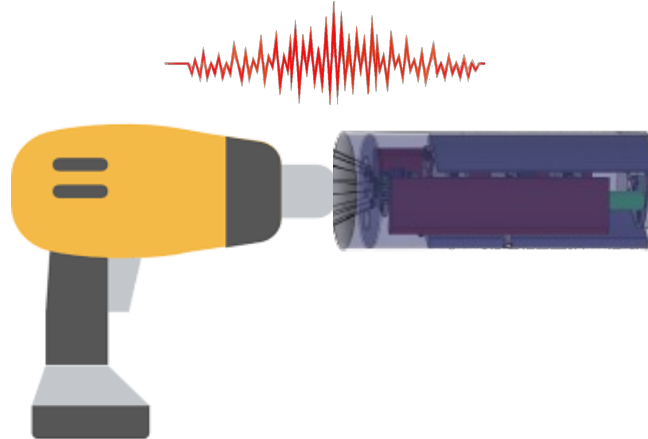
Amaç : Entegrasyonu tamamlanmış Model Uydu'nun montaj işçiliğini ve sistemin kararlılığını doğrulamak için yapılır.

Kullanılacak Malzemeler :

- Matkap
- M8 civata

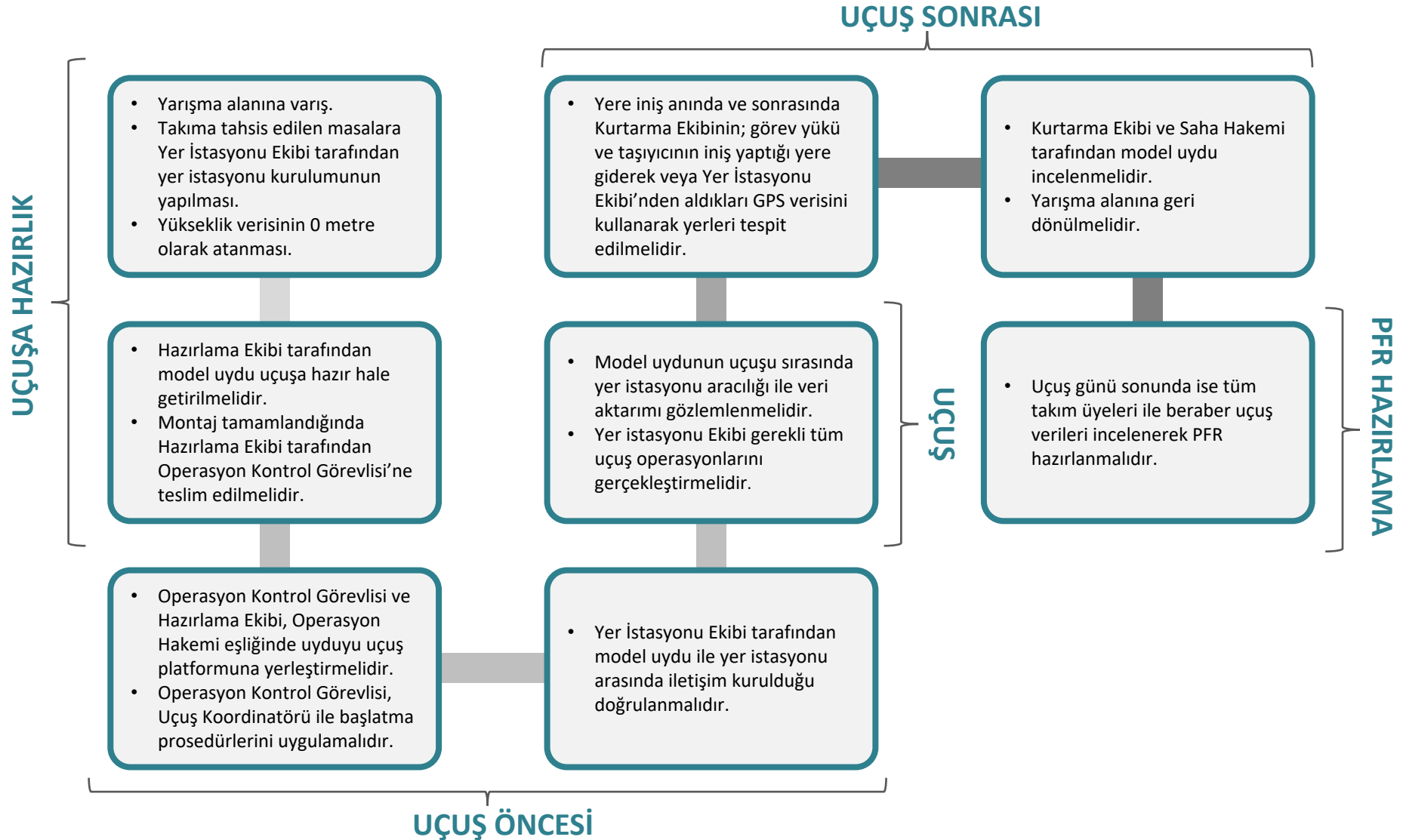
Yöntem : Model Uydu maktabın ucuna M8 civata ile sabitlenir. Ardından 1 dakika boyunca çalıştıktan sonra güç kesilir. Matkap tamamen duruncaya kadar beklenir.

Sonuç : Testin başarısız olması durumunda bağlantı ekipmanları, mekanizmalar ya da malzemeden kaynaklı oluşan hatalar düzeltilecektir.

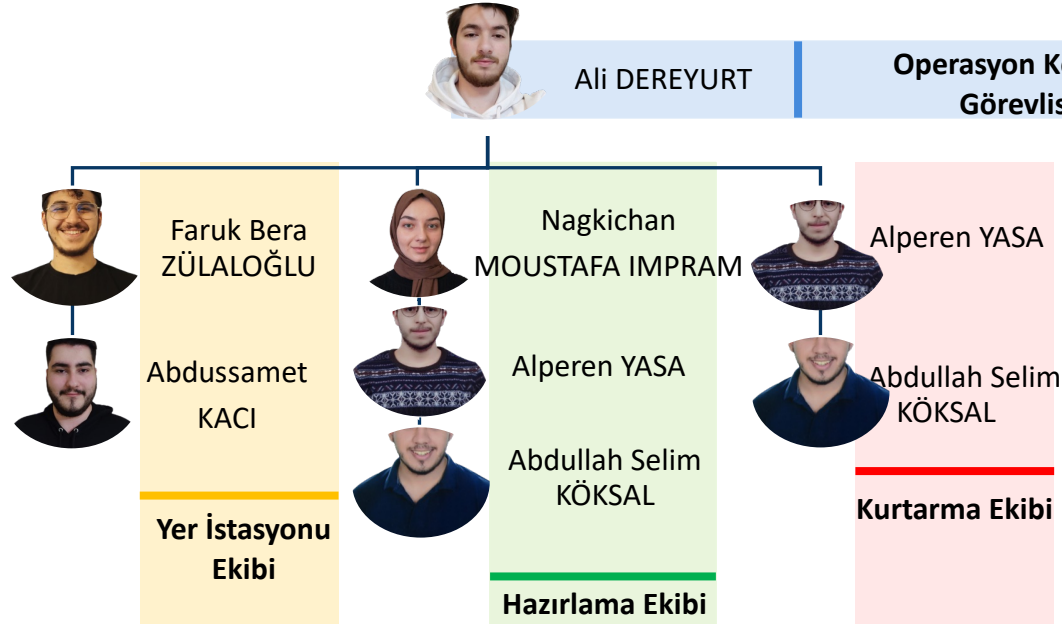


Görev Operasyonu ve Analizler

Nagkichean MOUSTAFA IMPRAM



Operasyon Kontrol Görevlisi	Operasyon Hakemi'ne takımın model uydusunu teslim etmekle ve operasyonu yönetmekle yükümlüdür.
Yer İstasyonu Ekibi	Telemetri verilerinin ve videonun alımı için yer istasyonunun izlenmesinden ve gerekli durumda yer istasyonundan model uyduya ayrılma için komut gönderilmesinden sorumlu ekiptir.
Hazırlama Ekibi	Model uyduyu hazırlamaktan, Operasyon Kontrol Görevlisi'ne teslim etmekten, uçuş platformuna entegre etmekten ve durumunu doğrulamaktan sorumlu bir veya daha fazla kişiden oluşan ekiptir.
Kurtarma Ekibi	Model uyduyu izlemekten ve iniş yaptıktan sonra yerini tespit etmekten sorumludur. Taşıyıcı ve görev yükünü buldukları zaman Saha Hakemi'ni çağırılmalıdır.





Yönetim

Ali DEREYURT

Elektronik Bileşenler				
BİLEŞEN ADI	ADET	BİRİM FİYATI	TOPLAM	MALİYET TİPİ
MPU9250	2	200 ₺	400 ₺	Tahmini
GY-NEO6MV2	2	75 ₺	150 ₺	Kesin
Adafruit Mini GPS PA1010D	1	425 ₺	425 ₺	Tahmini
MS5611	2	130 ₺	260 ₺	Kesin
ESP32	2	110 ₺	220 ₺	Tahmini
Esp32-Cam	4	100 ₺	400 ₺	Kesin
ESC 30A	2	44 ₺	88 ₺	Kesin
LİPO PİL	3	500 ₺	1500 ₺	Kesin
Buzzer	2	0.5 ₺	1 ₺	Kesin
Transistör	2	1 ₺	2 ₺	Tahmini
3.3 V Regülatör	3	40 ₺	120 ₺	Kesin
5 V Regülatör	3	35 ₺	105 ₺	Kesin
Servo Motor	2	25 ₺	50 ₺	Kesin
Lidar Sensör	2	70 ₺	140 ₺	Kesin
2205 2300kv Motor	2	150 ₺	300 ₺	Kesin
Elektronik Toplam Maliyet: 4161 ₺				

Mekanik Bileşenler				
BİLEŞEN ADI	ADET	BİRİM FİYATI	TOPLAM	MALİYET TİPİ
Yay Seti	1	102 ₺	102 ₺	Kesin
M2 Vida Seti	1	124 ₺	124 ₺	Kesin
M3 Plastik Distans Seti	1	60 ₺	60 ₺	Kesin
M2 Setskur	10	1 ₺	10 ₺	Kesin
M3 Metal Distans Seti	1	43 ₺	43 ₺	Kesin
Pervane	3	14 ₺	42 ₺	Kesin
Kalıp Silikon	1	120 ₺	120 ₺	Kesin
Filament	3	250 ₺	750 ₺	Tahmini
Mekanik Toplam Maliyeti: 1251 ₺				

Yer İstasyonu				
BİLEŞEN ADI	ADET	BİRİM FİYATI	TOPLAM	MALİYET TİPİ
Yagi Anten	1	250 ₺	250 ₺	Tahmini
TL-ANT2424B	1	2021 Model Uydu Yarışması'ndan dolayı elimizde mevcuttur. Bu sebeple fiyatı dahil edilmemiştir.		Kesin

Yer İstasyonu Toplam Maliyeti: 250 ₺

Elektronik, Mekanik, Yer İstasyonu Toplam Maliyeti: 5662 ₺

Diğer Masraflar			
BİLEŞEN ADI	ADET	TOPLAM	MALİYET TİPİ
Prototipler	-	Sponsorluk	-
Test tesisleri ve ekipmanları	-	Sponsorluk	-
Seyahat	-	1800 ₺	Tahmini

Diğer Masraflar Toplam Maliyeti: 1800₺

Gelirler	
ADI	
Atölye Üsküdar	

Proje Takviminin Özeti:

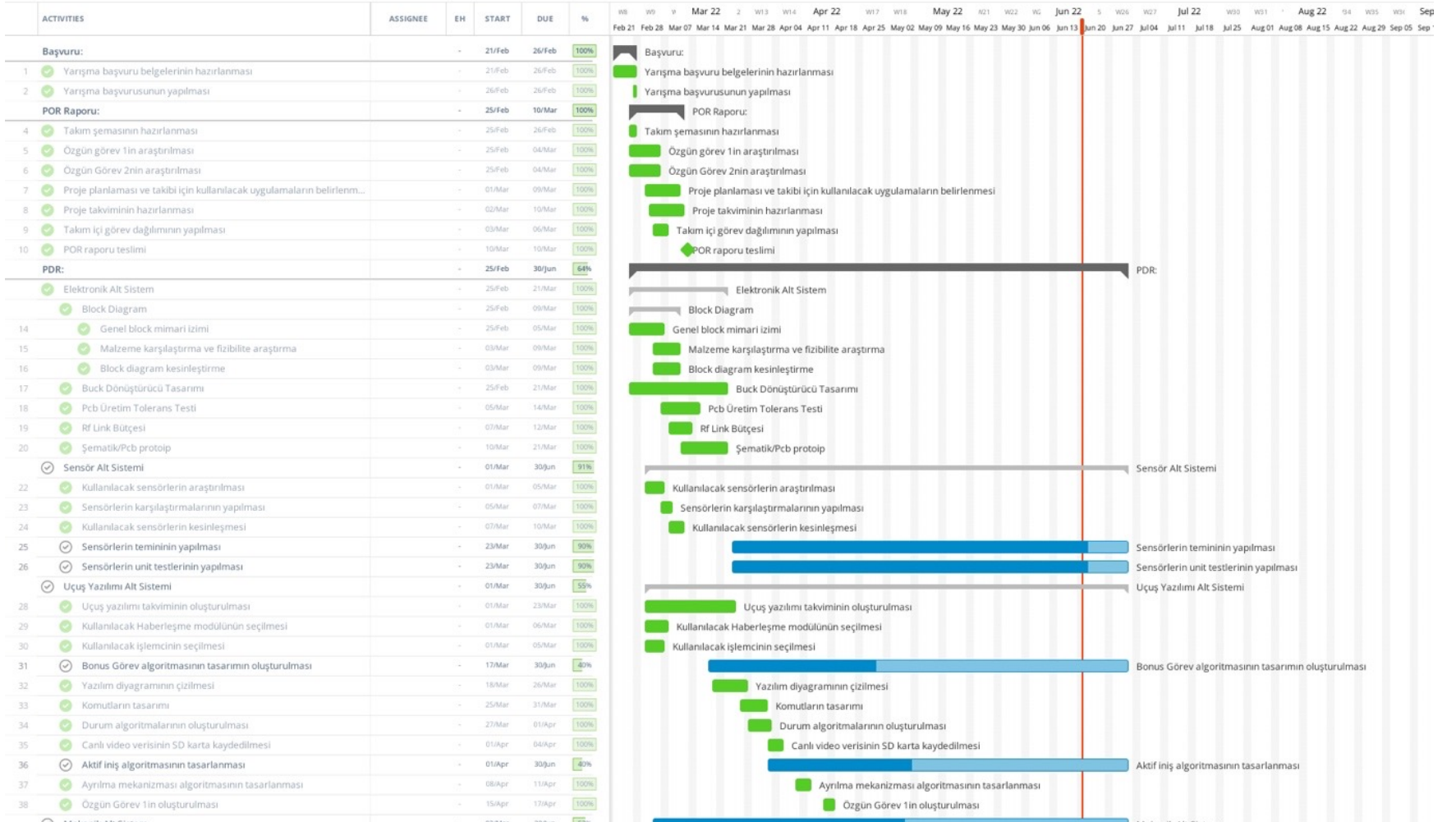


Proje Takviminin Detayları:

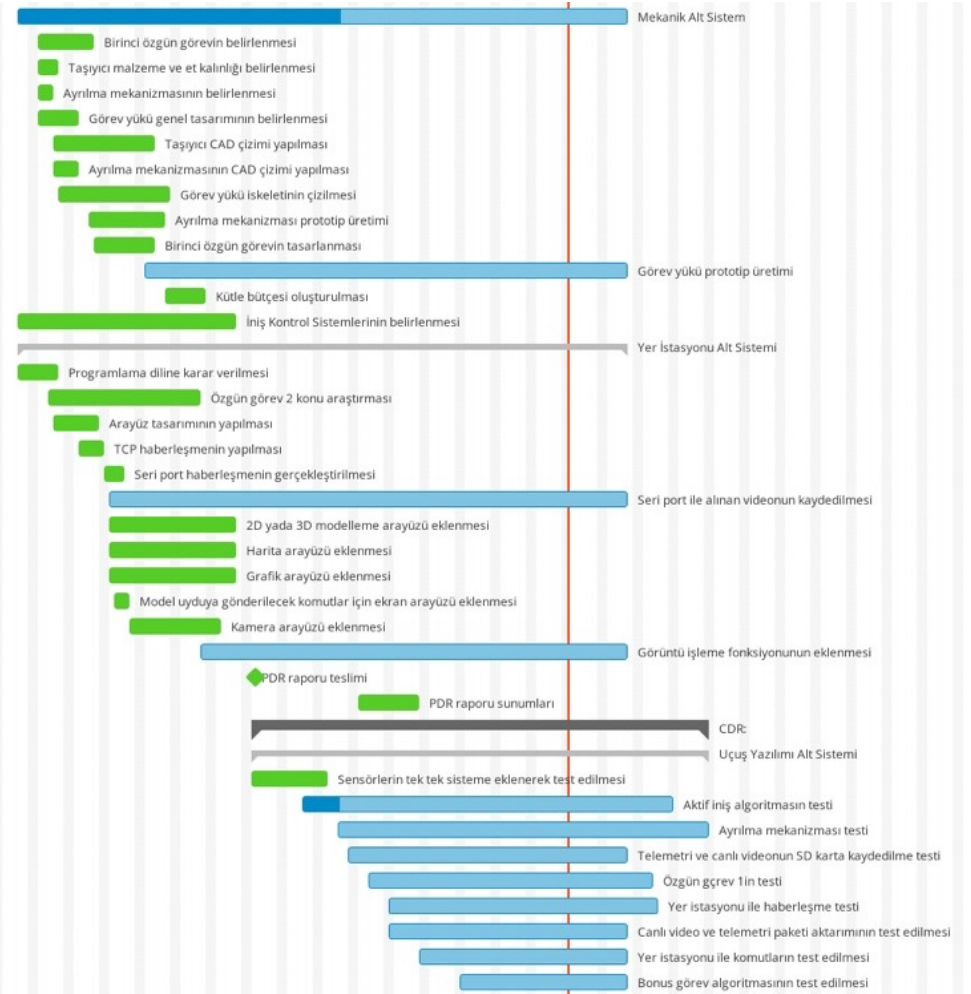
TALIA 4A

Read-only view, generated on 19 Jun 2022

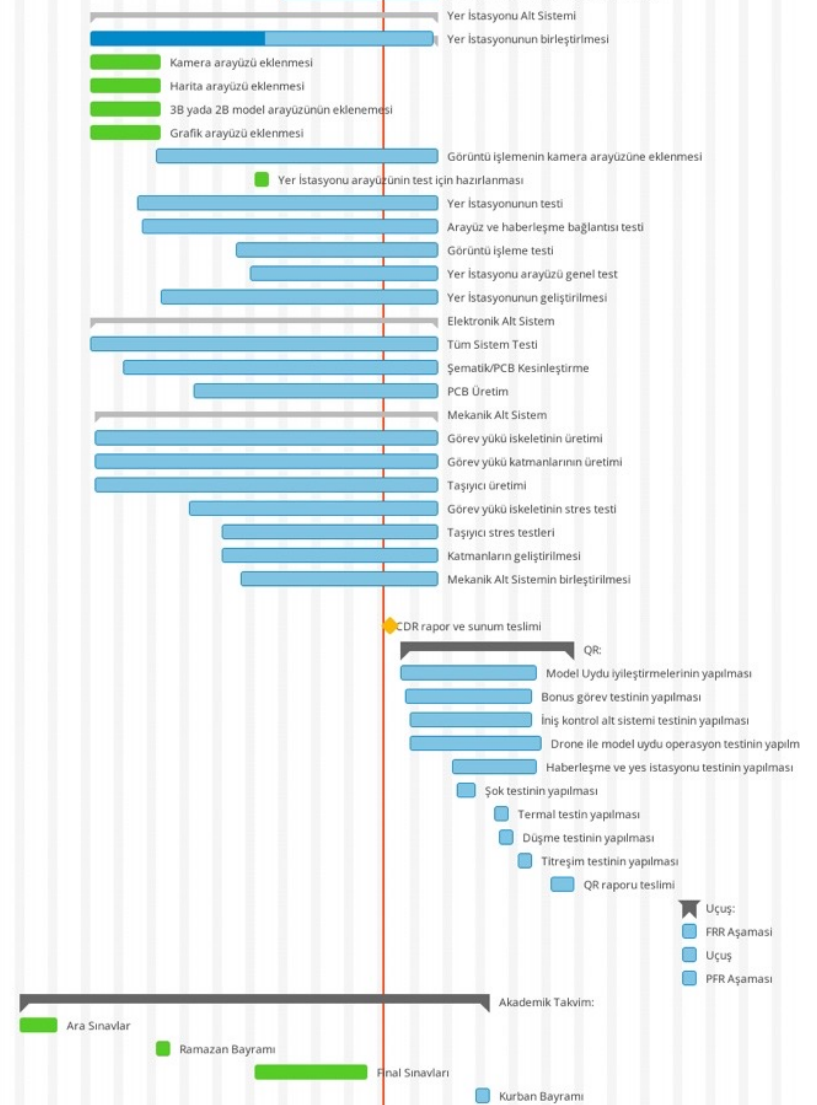
Instagantt



40	✓	Mekanik Alt Sistem	-	03/Mar	30/Jun	5%
41	✓	Birinci özgün görevin belirlenmesi	-	07/Mar	17/Mar	100%
42	✓	Taşıyıcı malzeme ve et kalınlığı belirlenmesi	-	07/Mar	10/Mar	100%
43	✓	Ayrılma mekanizmasının belirlenmesi	-	07/Mar	09/Mar	100%
44	✓	Görev yükü genel tasarımının belirlenmesi	-	07/Mar	14/Mar	100%
45	✓	Taşıyıcı CAD çizimi yapılması	-	10/Mar	29/Mar	100%
46	✓	Ayrılma mekanizmasının CAD çizimi yapılması	-	10/Mar	14/Mar	100%
47	✓	Görev yükü iskeletinin çizilmesi	-	11/Mar	01/Apr	100%
48	✓	Ayrılma mekanizması prototip üretimi	-	17/Mar	31/Mar	100%
49	✓	Birinci özgün görevin tasarlanması	-	18/Mar	29/Mar	100%
50	✓	Görev yükü prototip üretimi	-	28/Mar	30/Jun	0%
51	✓	Kütle bütçesi oluşturulması	-	01/Apr	08/Apr	100%
52	✓	İniş Kontrol Sistemlerinin belirlenmesi	-	03/Mar	14/Apr	100%
53	✓	Yer İstasyonu Alt Sistemi	-	03/Mar	30/Jun	4%
54	✓	Programlama diline karar verilmesi	-	03/Mar	10/Mar	100%
55	✓	Özgün görev 2 konu araştırması	-	09/Mar	07/Apr	100%
56	✓	Arayüz tasarımının yapılması	-	10/Mar	18/Mar	100%
57	✓	TCP haberleşmenin yapılması	-	15/Mar	19/Mar	100%
58	✓	Seri port haberleşmenin gerçekleştirilmesi	-	20/Mar	23/Mar	100%
59	✓	Seri port ile alınan videonun kaydedilmesi	-	21/Mar	30/Jun	0%
60	✓	2D yada 3D modelleme arayüzü eklenmesi	-	21/Mar	14/Apr	100%
61	✓	Harita arayüzü eklenmesi	-	21/Mar	14/Apr	100%
62	✓	Grafik arayüzü eklenmesi	-	21/Mar	14/Apr	100%
63	✓	Model uyduya gönderilecek komutlar için ekran arayüzü eklen...	-	22/Mar	24/Mar	100%
64	✓	Kamera arayüzü eklenmesi	-	25/Mar	11/Apr	100%
65	✓	Görüntü işleme fonksiyonunun eklenmesi	-	08/Apr	30/Jun	0%
66	✓	PDR raporu teslimi	-	17/Apr	17/Apr	100%
67	✓	PDR raporu sunumları	-	09/May	20/May	100%
68	✓	CDR:	-	18/Apr	16/Jul	5%
69	✓	Uçuş Yazılımı Alt Sistemi	-	18/Apr	16/Jul	7%
70	✓	Sensörlerin tek tek sisteme eklenerek test edilmesi	-	18/Apr	02/May	100%
71	✓	Aktif iniş algoritmasının testi	-	28/Apr	09/Jul	10%
72	✓	Ayrılma mekanizması testi	-	05/May	16/Jul	0%
73	✓	Telemetri ve canlı videonun SD karta kaydedilme testi	-	07/May	30/Jun	0%
74	✓	Özgün görev 1 in testi	-	11/May	05/Jul	0%
75	✓	Yer istasyonu ile haberleşme testi	-	15/May	06/Jul	0%
76	✓	Canlı video ve telemetri paketi aktarımının test edilmesi	-	15/May	30/Jun	0%
77	✓	Yer istasyonu ile komutların test edilmesi	-	21/May	30/Jun	0%
78	✓	Bonus görev algoritmasının test edilmesi	-	25/May	30/Jun	0%



✓ Yer İstasyonu Alt Sistemi	-	18/Apr	30/Jun	19%
✓ Yer İstasyonunun birleştirilmesi	-	18/Apr	30/Jun	51%
80 ✓ Kamera arayüzü eklenmesi	-	18/Apr	02/May	100%
81 ✓ Harita arayüzü eklenmesi	-	18/Apr	02/May	100%
82 ✓ 3B yada 2B model arayüzünün eklenmesi	-	18/Apr	02/May	100%
83 ✓ Grafik arayüzü eklenmesi	-	18/Apr	02/May	100%
84 ✓ Görüntü işleminin kamera arayüzüne eklenmesi	-	02/May	30/Jun	0%
85 ✓ Yer İstasyonu arayüzünün test için hazırlanması	-	23/May	25/May	100%
✓ Yer İstasyonunun testi	-	28/Apr	30/Jun	0%
87 ✓ Arayüz ve haberleşme bağlantısı testi	-	29/Apr	30/Jun	0%
88 ✓ Görüntü işleme testi	-	19/May	30/Jun	0%
89 ✓ Yer İstasyonu arayüzü genel test	-	22/May	30/Jun	0%
90 ✓ Yer İstasyonunun geliştirilmesi	-	03/May	30/Jun	0%
✓ Elektronik Alt Sistem	-	18/Apr	30/Jun	0%
92 ✓ Tüm Sistem Testi	-	18/Apr	30/Jun	0%
93 ✓ Şematik/PCB Kesinleştirme	-	25/Apr	30/Jun	0%
94 ✓ PCB Üretim	-	10/May	30/Jun	0%
✓ Mekanik Alt Sistem	-	18/Apr	30/Jun	0%
96 ✓ Görev yükü iskeletinin üretimi	-	19/Apr	30/Jun	0%
97 ✓ Görev yükü katmanlarının üretimi	-	19/Apr	30/Jun	0%
98 ✓ Taşıyıcı üretimi	-	19/Apr	30/Jun	0%
99 ✓ Görev yükü iskeletinin stres testi	-	09/May	30/Jun	0%
100 ✓ Taşıyıcı stres testleri	-	16/May	30/Jun	0%
101 ✓ Katmanların geliştirilmesi	-	16/May	30/Jun	0%
102 ✓ Mekanik Alt Sistemin birleştirilmesi	-	20/May	30/Jun	0%
103 ✓ Üretilen katmanların stres testleri	-	-	-	0%
104 ✓ CDR rapor ve sunum teslimi	-	19/Jun	19/Jun	0%
QR:	-	23/Jun	29/Jul	0%
106 ✓ Model Uydu iyileştirmelerinin yapılması	-	23/Jun	21/Jul	0%
107 ✓ Bonus görev testinin yapılması	-	24/Jun	20/Jul	0%
108 ✓ İniş kontrol alt sistemi testinin yapılması	-	25/Jun	20/Jul	0%
109 ✓ Drone ile model uydu operasyon testinin yapılması	-	25/Jun	22/Jul	0%
110 ✓ Haberleşme ve yer istasyonu testinin yapılması	-	04/Jul	21/Jul	0%
111 ✓ Şok testinin yapılması	-	05/Jul	08/Jul	0%
112 ✓ Termal testin yapılması	-	13/Jul	15/Jul	0%
113 ✓ Düşme testinin yapılması	-	14/Jul	16/Jul	0%
114 ✓ Titreşim testinin yapılması	-	18/Jul	20/Jul	0%
115 ✓ QR raporu teslimi	-	25/Jul	29/Jul	0%
Uçuş:	-	22/Aug	24/Aug	0%
117 ✓ FRR Aşaması	-	22/Aug	24/Aug	0%
118 ✓ Uçuş	-	22/Aug	24/Aug	0%
119 ✓ PFR Aşaması	-	22/Aug	24/Aug	0%
Akademik Takvim:	-	03/Apr	11/Jul	92%
121 ✓ Ara Sınavlar	-	03/Apr	10/Apr	100%
122 ✓ Ramazan Bayramı	-	02/May	04/May	100%
123 ✓ Final Sınavları	-	23/May	15/Jun	100%
124 ✓ Kurban Bayramı	-	09/Jul	11/Jul	0%



Tasarlamış olduğumuz model uyduda uyumsuz veya kısmi uyumlu ister bulunmamaktadır.

UYUMLU	KİSMİ UYUMLU	UYUMSUZ
39	0	0

No	İsterler	Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu	Uyumu Gösteren referans slaytlar	Takım Yorumları
1	Model uydu, taşıyıcı ve görev yükü olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır.	Uyumlu		-
2	Model uydunun ağırlığı 730 +/- 20 gr olmalıdır.	Uyumlu		-
3	Model uydu; 300 mm yükseklik ve 113 mm çap ölçülerinde, silindirik yapıda tasarlanmalıdır.	Uyumlu		-
4	Taşıyıcı, hiçbir yere ilişmeyecek/takılmayacak şekilde tasarlanmalı ve görev yükünü koruyacak yapıda üretilmelidir.	Uyumlu		-
5	400 metre yüksekliğe kadar, model uydu (taşıyıcı + görev yükü) pasif iniş sistemiyle 10-14 m/s hızla inmelidir.	Uyumlu		-
6	400 (+/- 10) metre yükseklikte taşıyıcı ile görev yükü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılmalıdır.	Uyumlu		-
7	Ayrılma mekanizması için patlayıcılar ve kimyasallar kullanılmamalıdır.	Uyumlu		-
8	Ayrılmadan sonra görev yükü, aktif bir iniş sistemi ile 6-8 m/s hızla yere inmelidir.	Uyumlu	35	-
9	İrtifa Sabitleme: Görev yükü taşıyıcıdan ayrıldıktan sonra 200 (+/- 50) m aralığında 10 saniye askıda kalarak irtifasını sabitlemelidir. Belirtilen sürenin ardından 4 - 6 m/s hızla inişine devam etmelidir.	Uyumlu	35	-
10	Aktif İniş Sistemi: Motora bağlı pervanenin bir bütün olarak rotoru oluşturduğu auto-gyro ile ivmeölçer kontrollü iniş sistemi olmalıdır.	Uyumlu		-

No	İsterler	Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu	Uyumu Gösteren referans slaytlar	Takım Yorumları
11	Model uydu, bağlantı elemanları ve ekipmanları 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır.	Uyumlu		-
12	Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar; konnektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılıp sabitlenerek monte edilmelidir.	Uyumlu		-
13	Model uydunun hasarsız bir şekilde yere inmesi sağlanmalıdır. (Model uydunun yere inişe 20 metre kala hızı yavaşlatılabilir.)	Uyumlu		-
14	Görev yükü uçuş süresince; sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Uyumlu		-
15	Model uydu ölçtüğü verileri, sürekli bir şekilde ve verilen telemetri formatına uygun paketler halinde yer istasyonuna her saniye (1 Hz) göndermelidir.	Uyumlu		-
16	Telemetri paketi, görev zamanını içermelidir. Görev süresince, işlemcinin yeniden başlaması durumunda bile zaman verisi korunmalıdır.	Uyumlu		-
17	Uçuş yazılımı, gönderilen paketlerin sayısını muhafaza etmeli ve 1'den başlayarak her paket iletiminde sayıyı bir artırmalıdır. Eğer işlemci yeniden başlarsa paket sayısı kaldığı yerden devam etmelidir.			-
18	Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazdırılmalıdır.	Uyumlu		-

No	İsterler	Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu	Uyumu Gösteren referans slaytlar	Takım Yorumları
19	Görev yükü üzerinde, yere bakan bir kamera olmalıdır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilmelidir.	Uyumlu		-
20	Kamerası yeryüzüne bakan model uydu, görev süresince (sistem çalışmaya başladığı andan itibaren) video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir.			-
21	Alkalın, Ni-MH, Lityum İon veya Lityum polimer piller kullanılabilir.			-
22	Seçilecek pil, sistemin 1 saatlik süre boyunca çalışmasına yeterli olmalıdır. Bu süreye sadece haberleşme ve sensör alt sistemleri dahil olup aktif iniş sistemi dahil değildir.			-
23	Video Aktarımı: TÜRKSAT tarafından sağlanan 300 KB'lık .mp4, .avi vb formatında bir video paketi, yer istasyonu arayüzünden uçuş anındaki model uyduya gönderilerek görev yükü üzerindeki SD karta kaydedilmelidir. Gönderim tamamlandıktan sonra, yer istasyonunda telemetri verisiyle video gönderme bilgisi gösterilmelidir.			-
24	BONUS GÖREV*: Yer istasyonundan model uyduya aktarılan 300 KB'lık video, tekrar model uydudan farklı frekansta çalışan başka bir yer istasyonu bilgisayarına gönderilmelidir. Böylece haberleşme uydusu çalışma prensibi tam anlamı ile gerçekleştirilmiş olacaktır.			-

No	İsterler	Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu	Uyumu Gösteren referans slaytlar	Takım Yorumları
25	Ayrılmama durumunda, yer istasyonundan gönderilen komutla ayrılma gerçekleştirilmelidir.			-
26	Görev yükünün açma kapama düğmesi olmalıdır. Bu düğme; görev yükü taşıyıcının içindeyken bile erişilebilecek şekilde tasarlanmalıdır.			-
27	Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak bağlantı elemanları kullanılmamalıdır.			-
28	Görev yükü yere hasarsız şekilde indikten sonra en az 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam etmelidir. Telemetri paketindeki konum bilgisi ile uydunun yeri tespit edilebilmelidir.			-
29	Görev yükü yere indiğinde, kurtarma ekibi tarafından bulunana kadar sesli ikaz vermelidir.			-
30	Her takım kendi yer istasyonunu geliştirmelidir. Yer istasyonu arayüzü tek bir sayfa halinde olmalıdır.			-
31	Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır.			-

No	İsterler	Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu	Uyumu Gösteren referans slaytlar	Takım Yorumları
32	Yer istasyonu yazılımında, görev yükünden gelen telemetri verileri kaydedilmeli, gerçek zamanlı olarak gösterilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir.			-
33	Video, yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir.			-
34	Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saatlik bataryası dolu olmalıdır.			-
35	Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir. Ek 5.2' de eksen duruş bilgisi verilmiştir.			-
36	Pasif iniş sistemi ile inen taşıyıcının paraşüt rengi ise turuncu veya kırmızı olmalıdır.			-
37	ÖZGÜN GÖREV 1: Görev yükü taşıyıcıdan ayrıldıktan sonra, görev yükünün atmosfer içerisinde görünürlüğünü arttırabilmek amacı ile takımların özgün çözümler sunarak tasarımlarına uygulamaları beklenmektedir.			-

No	İsterler	Uyumlu/ Uyumsuz / Kısmi Uyumlu	Uyumu Gösteren referans slaytlar	Takım Yorumları
38	ÖZGÜN GÖREV 2: Belirtilen boyut ve ağırlık sınırları içerisinde, her takım gerçek uydu veya uzay görevlerinden esinlenerek tasarımsal bir yaklaşım ya da bilimsel bir verinin elde edilip işlenebileceği herhangi bir özgün görevi uygulamalı bir gösterim ile gerçekleştirmelidir.			-
39	SİSTEMLER ARASI HABERLEŞME AĞI: Taşıyıcı üzerine tek yönlü veri aktaran modül entegre edilmelidir. Bu modül görev yüküne sadece basınç ve konum verisini aktarmalıdır. Bu modül elde etmiş olduğu veriyi, görev yükü taşıyıcıdan ayrıldıktan sonra yalnızca görev yüküne iletmelidir. Görev yükü taşıyıcıdan almış olduğu paketi, mevcut telemetri dosyasına ekleyerek yer istasyonuna aktarmalıdır. Bu veri aynı zamanda görev yükü üzerinde bulunan SD karta da kaydedilmelidir. Görev süresince taşıyıcı ile görev yükü arasındaki irtifa değişimi yer istasyonu arayüzünde rakamsal olarak gösterilmelidir.			-

Tamamlanan İşler

- Mekanik alt sistemde tasarımlar tamamlandı.
- Yazılım alt sisteminde ünite testlerinin çoğu tamamlandı.
- Yer istasyonunda bulunması gereken kısımlar tek bir arayüzde toplanması (video görüntüleme/aktarma paneli, 3d simülasyon, harita vs) tamamlandı.
- Elektronik alt sisteminde güç bütçesi, bağlantı diyagramı tamamlandı.
- Mekanik alt sistemde ayrılma mekanizması prototipi tamamlandı.
- Yazılım alt sisteminde durum algoritmaları tamamlandı.



Tamamlanmayan İşler

- Mekanik alt sistemde planlanan prototip üretimleri planın gerisinde kalmıştır.
- Yer İstasyonunda haberleşme testleri yapılamamıştır.
- Elektronik alt sistemde protipler tamamlanamamıştır.
- Malzeme temininde bazı komponentler henüz temin edilememiştir.
- Yazılım alt sisteminde mimari değiştiğinden dolayı alt sistem testi tamamlanamamıştır.



Planlanan bazı testler Final sınavlarının olmasından dolayı tamamlanamamıştır.
Malzeme temini, uçuş yazılımı, elektronik ve prototip üretiminde planın gerisinde kalmıştır.