

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

TÜRKSAT Model Uydu Yarışması 2019

Ön Tasarım Gözden Geçirme Raporu Preliminary Design Review (PDR)

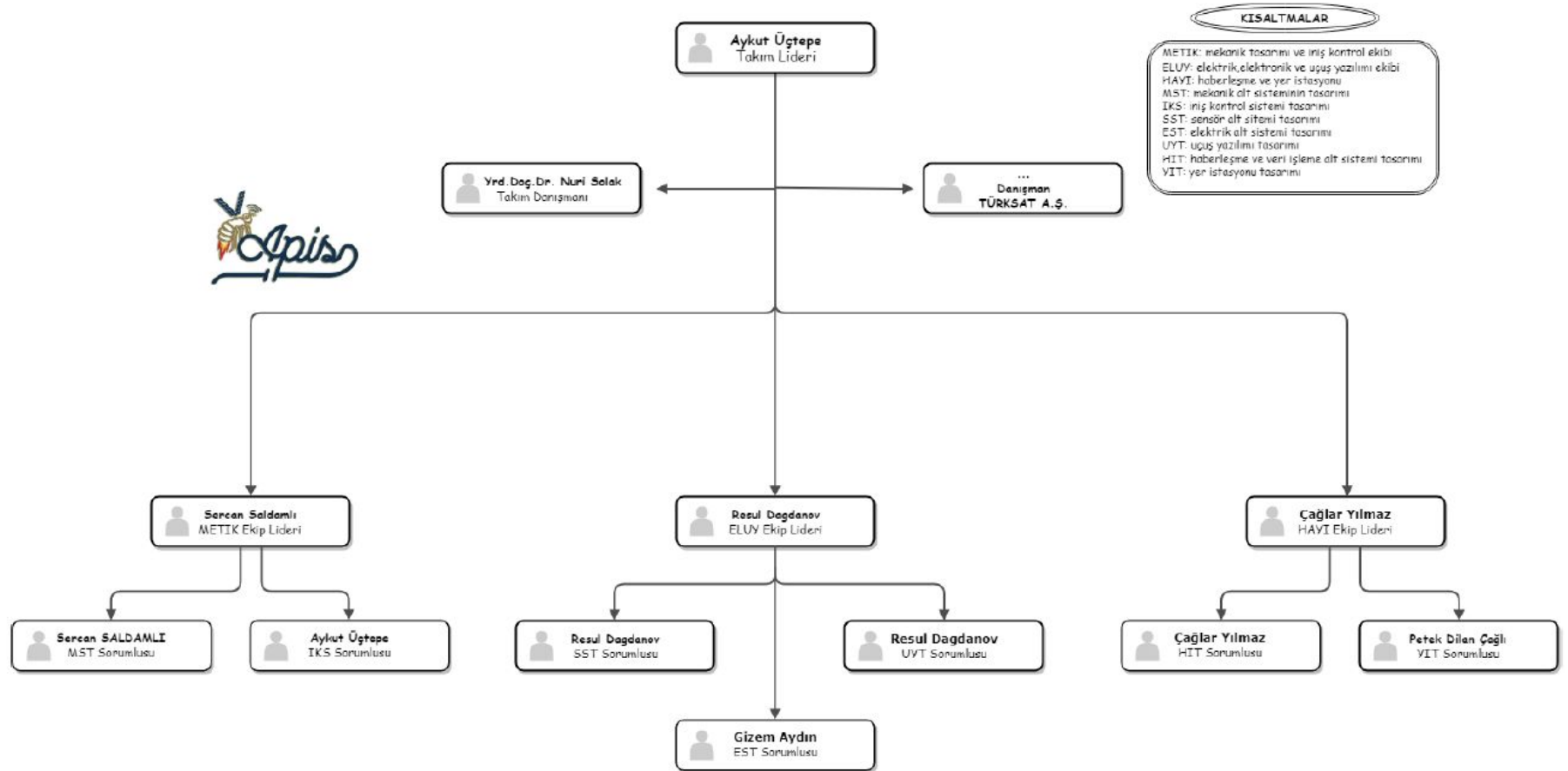
Versiyon 1.0

43413

Apis 8A

Bölüm	Sunucu	Alt Başlıklar	No:
Sisteme Genel Bakış	Aykut ÜÇTEPE	<u>G.Ö.-S.İ.Ö.-M.U.T.B.-S.K.İ-F.T.-G.H.M.U.U</u>	6-29
Sensör Alt Sisteminin Tasarımı	Resul DAGDANOV	<u>S.A.S.G.B.-S.A.S.G.-G.A.B.T.-B.S.B.T.-S.S.B.</u> <u>T.-P.G.S.B.T.-A.S.S.T-K.S.T</u>	30-38
İniş Kontrol Sisteminin Tasarımı	Aykut ÜÇTEPE	<u>İ.K.S.G.B.-İ.K.S.G.-T.İ.K.S.-G.Y.İ.K.S.-İ.H.T.</u>	39-49
Mekanik Alt Sistemin Tasarımı	Sercan SALDAMLİ	<u>M.A.S.G.B.-M.A.S.G.-G.Y.M.K.B.D.-G.Y.</u> <u>İ.M.S.-T.M.K.B.D.-T.İ.M.S.-T.G.Y.A.-D.S.-K.B.</u>	50-69
HAVİ Alt Sisteminin Tasarımı	Çağlar YILMAZ	<u>H.A.V.İ.G.B.-H.A.V.İ.G-</u> <u>İ.S.T.-H.B.S.T.-G.Z.S.-K.H.K.-G.Y.A.B.T.-T.F.-</u> <u>T.E.</u>	70-85
Elektrik Alt Sisteminin Tasarımı	Gizem AYDIN	<u>E.A.S.G.B.-E.A.S.G.-E.B.Ş.-G.Y.B.B.T.-G.B-</u> <u>P.G.Ö.Y</u>	86-99
Uçuş Yazılımı Tasarımı	Resul DAGDANOV	<u>U.Y.G.B-U.Y.G.-U.Y.D.D.-Y.G.P.</u>	100-109
Yer İstasyonu Tasarımı	Petek Dilan ÇAĞLI	<u>Y.İ.G.B.-Y.İ.G.-Y.İ.A.B.T.-Y.İ.Y.</u>	110-121
Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi	Sercan SALDAMLİ	<u>M.U.B.A.T.G.B.-E.S.T.P.-A.S.S.T.P.-Ç.T.P.</u>	122-127
Görev Operasyonu ve Analizler	Aykut ÜÇTEPE	<u>O.G.S.G.B.-O.Y.K.Ç-M.U.K.T.K.O</u>	128-131
Yönetim	Aykut ÜÇTEPE	<u>M.U.B.-D.M.-P.T.-SO</u>	132-141

ORGANİZASYON ŞEMASI



G.Ö.	Görev Özeti	K.S.T	Kamera Seçimi ve Temini
S.İ.Ö.	Sistem İsterlerinin Özeti	İ.K.S.G.B.	İniş Kontrol Sistemine Genel Bakış
M.U.T.B.	Model Uydur Tasarımının Belirlenmesi	İ.K.S.G.	İniş Kontrol Sisteminin Gereksinimleri
S.K.İ.	Sistem Konseptinin İşleyişi	T.İ.K.S.	Taşıyıcı İniş Kontrol Stratejisi
F.T.	Fiziksel Tasarım	G.Y.İ.K.S.	Görev Yüğü İniş Kontrol Stratejisi
G.H.M.U.U.	Göreve Hazır Model Uydunun Uyumluluğu	İ.H.T.	İniş Hızı Tahminleri
S.A.S.G.B.	Sensör Alt Sistemine Genel Bakış	M.A.S.G.B.	Mekanik Alt Sistemine Genel Bakış
S.A.S.G.	Sensör Alt Sisteminin Gereksinimleri	M.A.S.G.	Mekanik Alt Sisteminin Gereksinimleri
G.A.B.T.	GPS Alıcısının Belirlenmesi ve Temini	G.Y.M.K.B.D.	Görev Yüğü Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni
B.S.B.T.	Basınç Sensörünün Belirlenmesi ve Temini	G.Y.İ.M.S.	Görev Yüğü İçin Malzeme Seçimleri
S.S.B.T.	Sıcaklık Sensörünün Belirlenmesi ve Temini	T.M.K.B.D.	Taşıyıcının Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni
P.G.S.B.T.	Pil Gerilim Sensörünün Belirlenmesi ve Temini	T.İ.M.S.	Taşıyıcı İçin Malzeme Seçimleri
H.B.S.T.	Hafıza Birimi Seçimi ve Temini	T.G.Y.A.	Taşıyıcı ile Görev Yüğü Arayüzü
G.Z.S.	Gerçek Zamanlı Saat	D.S.	Dayanım ve Sürdürülebilirlik
G.Y.A.B.T.	Görev Yüğü Antenninin Belirlenmesi ve Temini	K.B.	Kütle Bütçesi
K.H.K.	Kablosuz Haberleşme Konfigürasyonu	İ.S.T.	İşlemci Seçimi ve Temini
Y.İ.Y.	Yer İstasyonu Yazılımı	Y.İ.G.	Yer İstasyonunun Gereksinimleri
T.F.	Telemetri Formatı	H.A.V.İ.G	Haberleşme ve Veri İletimi Gereksinimleri
G.b.	Güç Bütçesi	A.S.S.T.	Auto-Gyro Sensör Seçimi ve Temini

Y.İ.G.	Yer İstasyonunun Gereksinimleri	E.A.S.G.B.	Elektrik Alt Sistemine Genel Bakış
Y.İ.A.B.T.	Yer İstasyonunun Anteninin Belirlenmesi ve Temini	E.A.S.G.	Elektrik Alt Sistemi Gereksinimleri
Y.İ.Y.	Yer İstasyonu Yazılımı	E.B.Ş.	Elektrik Blok Şeması
M.U.B.A.T.G.B.	Model Uydunun Birleştirme Aşamalarına ve Testlerine Genel Bakış	G.Y.B.B.T.	Görev Yükünün Bataryasının Belirlenmesi ve Temini
A.S.S.T.P.	Alt Sistem Seviyesi Test Planı	P.G.Ö.Y.	Pil Geriliminin Ölçüm Yöntemi
S.S.T.P.	Sistem Seviyesi Tespit Planı	U.Y.G.B.	Uçuş Yazılımına Genel Bakış
Ç.T.P.	Çevresel Testlerin Planı	U.Y.G.	Uçuş Yazılımının Gereksinimleri
O.G.S.G.B.	Olayların Görev Sırasına Genel Bakış	U.Y.D.D.	Uçuş Yazılımı Durum Diagramı
O.Y.K.Ç	Operasyon Yönetimi Kontrol Çizelgesi	Y.G.P.	Yazılım Geliştirme Planı
M.U.K.T.K.O	Model Uydunun Konumunun Tespiti ve Kurtarma Operasyonu	Y.İ.G.B.	Yer İstasyonuna Genel Bakış
T	Test	Ç.T.P.	Çevresel Testlerin Planı
M.U.B.A.T.G.B.	Model Uydunun Birleştirme Aşamalarına ve Testlerine Genel Bakış	O.G.S.G.B.	Olayların Görev Sırasına Genel Bakış
A.S.S.T.P.	Alt Sistem Seviyesi Test Planı	O.Y.K.Ç	Operasyon Yönetimi Kontrol Çizelgesi
E.S.T.P.	Ekipman Seviyesi Test Planı	M.U.K.T.K.O	Model Uydunun Konumunun Tespiti ve Kurtarma Operasyonu
S.S.T.P.	Sistem Seviyesi Tespit Planı	A	Analiz
TGG	Tasarım Gözden Geçirme	D.M.	Diğer Masraflar
M	Muayene	P.T.	Proje Takvimi
M.U.B	Model Uydu Bütçesi	SO	Sonuçlar
T.E.	Telekomut	H.A.V.İ.G.B.	HAVİ Genel Bakış

Sisteme Genel Bakış

Aykut ÜÇTEPE

2019 Türksat Model Uydu Yarışması'nda gerçekleştirilmesi beklenen temel görevler:

- Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yüğü olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır.
- Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olmalıdır.
- Taşıyıcı ve Görev Yüğü 400 m yüksekliğe kadar 8-10 m/s arası bir hızla iniş yapmalı ve 400 m'de otonom olarak birbirinden ayrılmalıdır.
- Ayrıldıktan sonra Görev Yüğü, 4-6 m/s hızla yere inmelidir.
- Model Uydu'nun yere inmesi hasarsız bir şekilde sağlanmalıdır.
- Model Uydu ölçtüğü verileri, sürekli bir şekilde, verilen telemetri formatına uygun paketler halinde, yer istasyonuna her saniye (1 Hz) göndermelidir ve bu telemetri verileri bir SD karta yazdırılmalıdır.
- Model uydu, uçuş boyunca kamera görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir.
- Yer istasyonundan uyduya gönderilen telekomut kodu, SD karta kaydedilecektir.
- Görev yükü yere iniş yaptığında buzzer çalacak ve kurtarma operasyonu gerçekleştirilecektir.



İTÜ



!NOVATİM

Apis 8A üyeleri, aynı zamanda bu yıl NASA Cansat Competition, Teknofest Yüksek İrtifa Roket Yarışması ve Tübitak İHA Yarışması'na katılım gösterecek olan İTÜ Apis Ar-Ge Takımı'nın üyesidir. Takım, çalışmalarını İTÜ Kimya Metalurji Fakültesi'nde sürdürmektedir. Bu süreçte INOVATİM'den sponsorluk desteği alınmaktadır.

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
SASG-01	Model uydunun elemanları 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-06		✓	✓	
SASG-02	Görev yükü, görev yaptığı sürede sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-03		✓	✓	
SASG-03	Kamera video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-04		✓	✓	✓
SASG-04	Alkalın, Ni-MH, Lityum İyon piller kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-06		✓	✓	
İKSG-01	400 metre yüksekliğine kadar model uydunun iniş hızı 8-10 m/s olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-03		✓		
İKSG-02	400 metre yükseklikte Taşıyıcı ve Görev yükü otonom ayrılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-05		✓		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
İKSG-03	Ayrılmadan sonra Görev yükü pasif veya aktif iniş sistemi ile iniş hızı 4-6 m/s olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-01		✓		
İKSG-04	Model uydu hasarsız bir şekilde yere inmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		
İKSG-05	Pasif iniş sistemi seçilirse görev yükünün paraşütü kırmızı, taşıyıcının ise sarı olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-02		✓	✓	✓
MASG-01	Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yüğü olmak üzere iki kısımdan oluşacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		✓
MASG-02	Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-03		✓		
MASG-03	Model Uydu, silindir şeklinde yüksekliği 180 mm, çapı 80 mm olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-02		✓		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
MASG-04	Taşıyıcı, hiçbir yere takılmayacak şekilde tasarlanacaktır ve Görev Yüğü'nü koruyacak yapıda üretilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	SASG-04		✓		✓
MASG-05	400 metre yüksekliğine kadar model uydunun iniş hızı 8-10 m/s olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		
MASG-06	Model uydunun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilecek veya tasarlanacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	SASG-04		✓	✓	
MASG-07	Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar konektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	✓
HAVI-01	Her takım kendi yer istasyonunu geliştirecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-01, 02		✓	✓	✓

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVI-02	Model uydu ölçtüğü verileri, telemetri formatına uygun paketler halinde yer istasyonuna her saniye gönderecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-02		✓	✓	
HAVI-03	Model uydu, sistem çalışmaya başladığı andan itibaren video görüntüsünü ve telemetri verilerini yer istasyonuna gönderecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-04, YIG-04		✓	✓	
HAVI-04	Model uydudan yer istasyonuna veri iletimi kablosuz haberleşme modülleri kullanılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
HAVI-05	Görev yükü yere iniş yaptıktan sonra 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		
HAVI-06	Görev yüküne yer istasyonundan gönderilen 5 haneli şifre SD karta kaydedilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVI-07	Görev yükü yere iniş yaptıktan sonra 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-04		✓	✓	
HAVI-08	Telemetri verileri görev yükünde bulunan SD karta ayrıyeten yazdırılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	✓	✓		
EASG-01	Model uydunun elemanları 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
EASG-02	Seçilecek pilin sistemin 1 saatlik çalışma süresi boyunca yeterli olması gerekmektedir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-05	✓	✓	✓	✓
EASG-03	Bakış açısı yerküreye bakacak şekilde konulan kamera görüntüleri SD karta video olarak kaydedilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-04		✓	✓	

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
EASG-04	Kamera video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-04		✓	✓	✓
EASG-05	Elektronik devrede uygun bağlantılar kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-07		✓	✓	
EASG-06	Alkalin, Ni-MH, Lityum İon piller kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
EASG-07	Görev Yüğü'nün açma kapama düğmesi olup düğmenin, görev yükü taşıyıcının içindeyken bile ulaşılabilir bir konumda olması gerekmektedir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
EASG-08	Görev yükü, görev yaptığı sürede sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	UYG-01		✓	✓	

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
UYG-01	Telemetri verileri görev yükünde bulunan SD karta ayrıyeten yazdırılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-08		✓		
UYG-02	Bakış açısı yerküreye bakacak şekilde konulan kamera görüntüleri SD karta video olarak kaydedilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-08		✓		
UYG-03	Model uydu, sistem çalışmaya başladığı andan itibaren video görüntüsünü ve telemetri verilerini yer istasyonuna gönderecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-08		✓		
UYG-04	Görev yükü yere iniş yaptıktan sonra 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-07		✓		
UYG-05	400 metre yükseklikte Taşıyıcı ve Görev yükü otonom ayrılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-01		✓		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
UYG-06	Ayrılmama durumunda yer istasyonundan gelen komutla model uydu ayrılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-07		✓		
UYG-07	Model uydu yere temas ettiğinde sesli ikaz vermelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
UYG-08	Hakemler tarafından atanan 5 haneli şifre telekomut olarak yer istasyonundan uçuş anında Görev yüküne iletmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-08		✓	✓	
UYG-09	Görev yükü, görev yaptığı sürede sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-02		✓	✓	
YIG-01	Ayrılmama durumunda yer istasyonundan gelen komutla model uydu ayrılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01		✓		✓
YIG-02	Görev yükünden gelen telemetri verileri yer istasyonunda kaydedilmeli ve gerçek zamanlı gösterilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,02		✓		

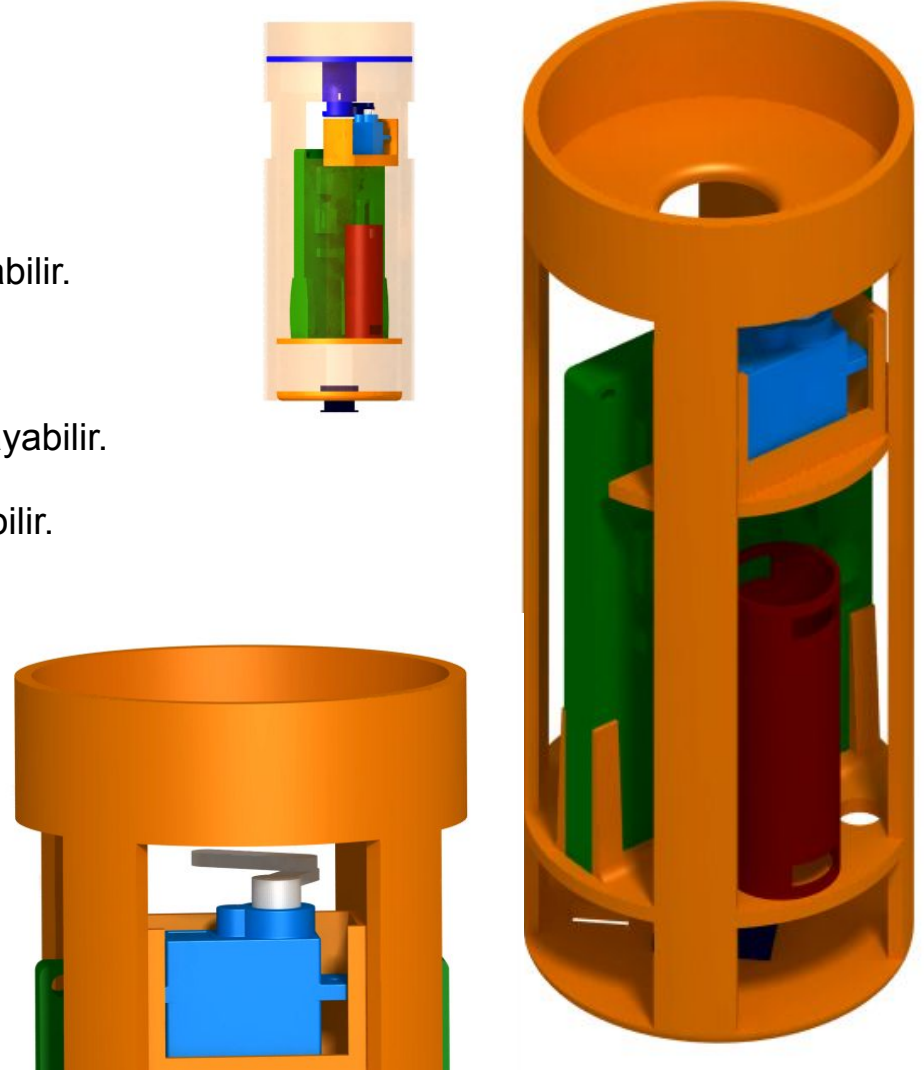
No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
YIG-03	Yer istasyonunda telemetri verileri doğru birimlerle grafiklere gerçek zamanlı olarak çizilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,02,07		✓		
YIG-04	Video yer istasyonunda gerçek zamanlı izlenmeli ve kaydedilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,03,04		✓		
YIG-05	Yer istasyonu bilgisayarının en az iki saat dayanacak şarjı olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,08	✓	✓	✓	✓
YIG-06	Model uydunun duruş bilgisi jiroskop sensöründen gelen veriler doğrultusunda simüle edilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-09		✓		✓
YIG-07	Ayrılmama durumunda yer istasyonundan gelen komutla model uydu ayrılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01		✓		
YIG-08	Hakemler tarafından atanan 5 haneli şifre telekomut olarak yer istasyonundan uçuş anında Görev yüküne iletmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01		✓		

1. Tasarım : Ayrılma Çubuklu AVANTAJLARI:

- Görev yükü-Konteyner bütünlüğünü artırır.
- Titreşimin yoğun olduğu durumlarda stabil kalabilir.

DEZAVANTAJLARI:

- Elektronik komponentler için yeterli alan kalmayabilir.
- Görev yükü paraşütü için yeterli alan kalmayabilir.
- Ayrılma sonrası paraşüt açma süresi uzundur.



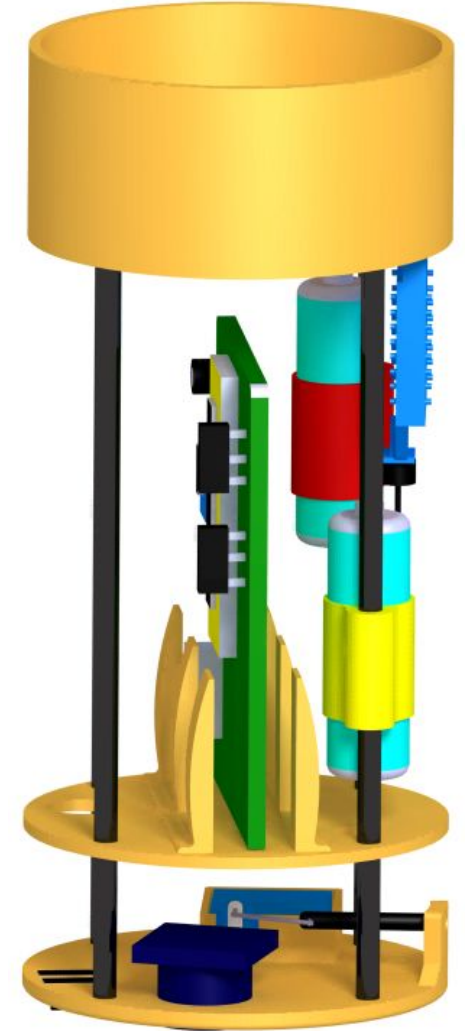
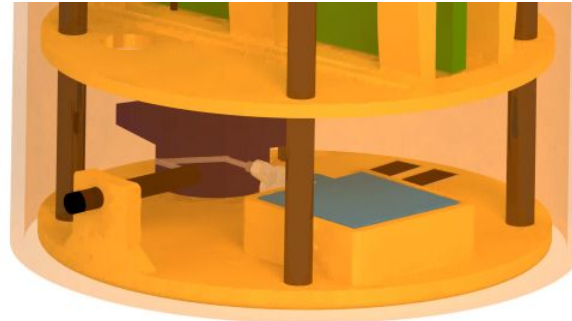
2. Yardımcı Milli (SEÇİLEN TASARIM)

AVANTAJLARI:

- Kolay takılıp sökülebilir.
- Görev yükü paraşütü için daha fazla hacme sahiptir.
- Optimum kütle/hacim oranına sahiptir.

DEZAVANTAJLARI:

- Üretimi zordur.
- Çok sayıda parçadan oluşur.



Seçilen Tasarım : Yardımcı Milli Tasarım

Sebepleri:

1. Yardımcı milli tasarım diğer tasarımlara göre daha az kritik dezavantajlara sahiptir.
2. Üretimi daha zor olsa da diğer tasarıma göre elektronik komponentler için daha fazla hacme sahiptir.
3. Hacim avantajından dolayı iniş stabilitesinin sağlanamadığı rüzgarlı koşullarda elektronik komponentlerin birbirleriyle teması önlenmiş olur.

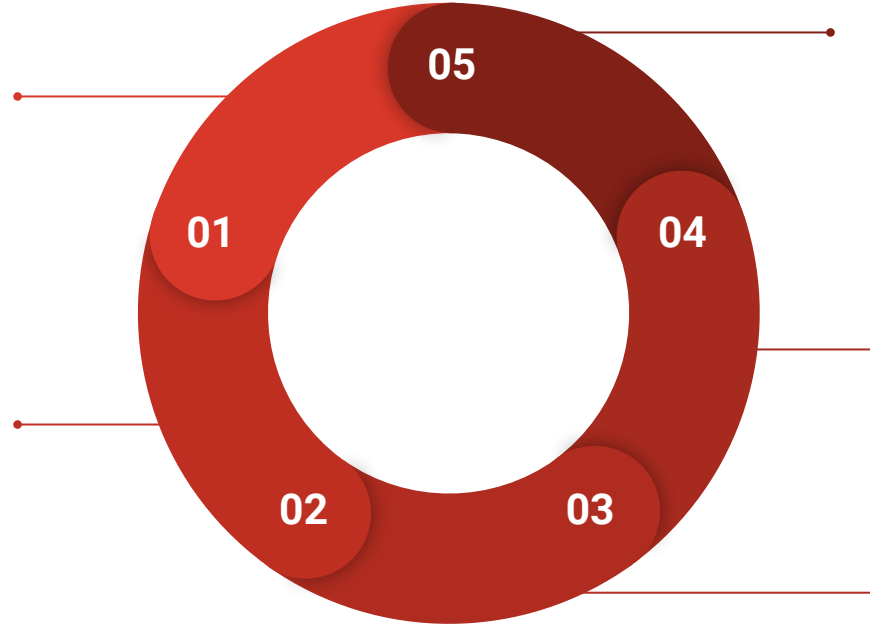


Yarışma Alanına Varış

- ★ Anten ve yer istasyonunun kurulumu.
- ★ Uydunun çalışırılığının kontrolü.

Yerleştirme

- ★ Uydu ile yer istasyonunun haberleştiğinden emin olunması.
- ★ Uydunun rokete/drone'a yerleştirilmesi.



Veri Analizi

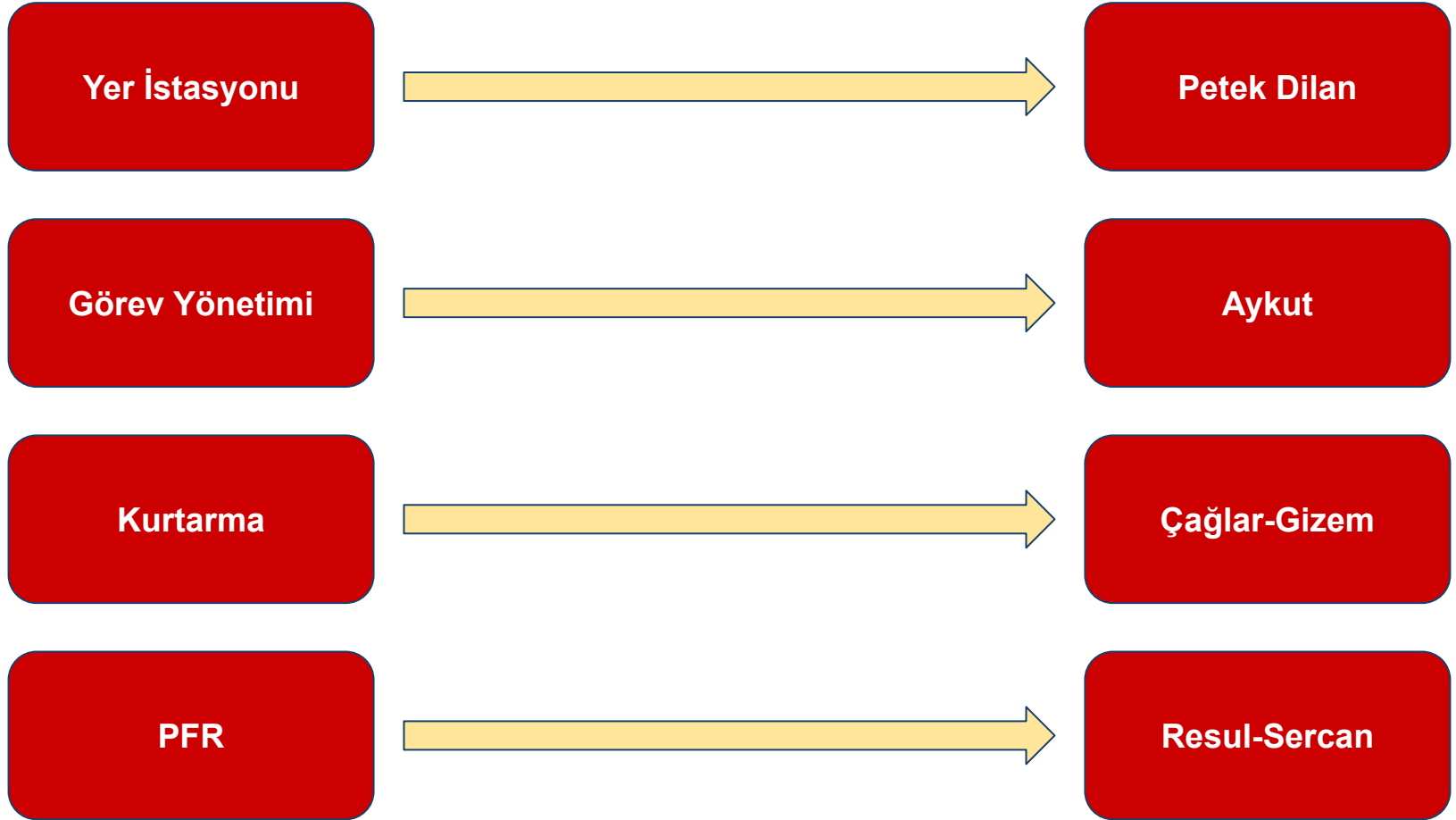
- ★ SD karta kaydedilen verilerin incelenmesi ve jüriye teslimi.
- ★ Alınan verilerin grafiklere dökülmesi.
- ★ PFR Hazırlanması.

Kurtarma

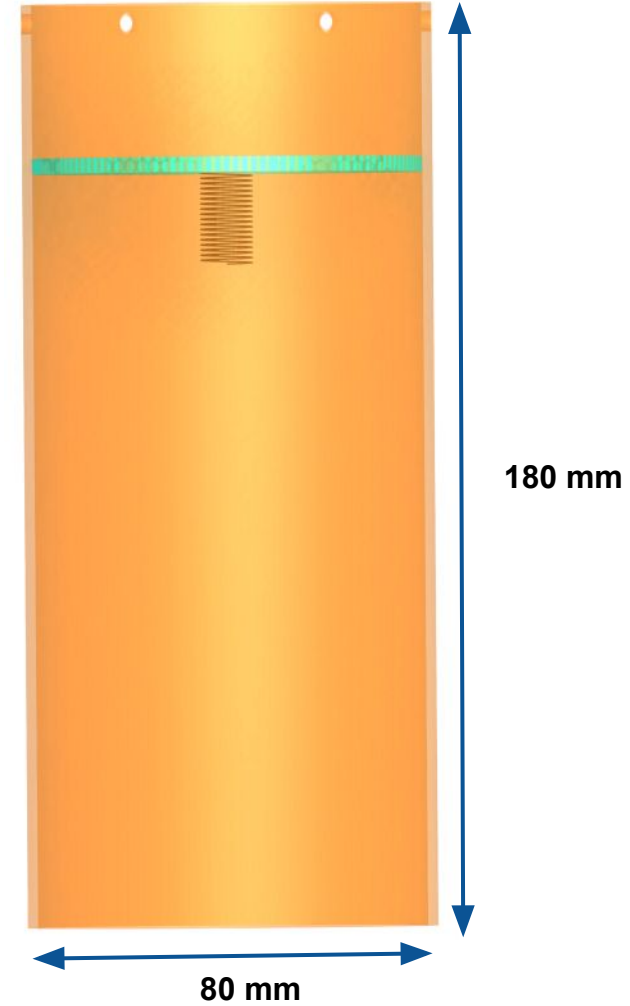
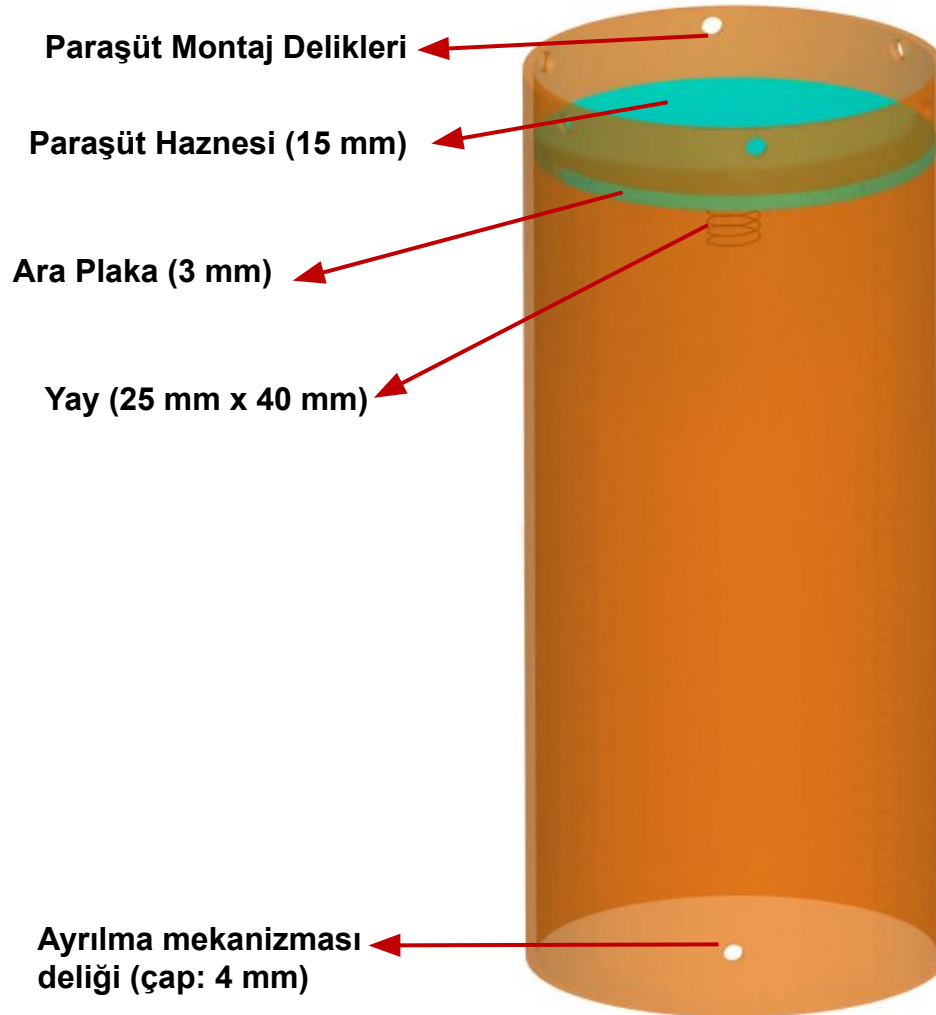
- ★ Taşıyıcı ve Görev Yükünün yerlerinin tespit edilmesi ve bulunması.
- ★ Hasar kontrolü.

Uçuş

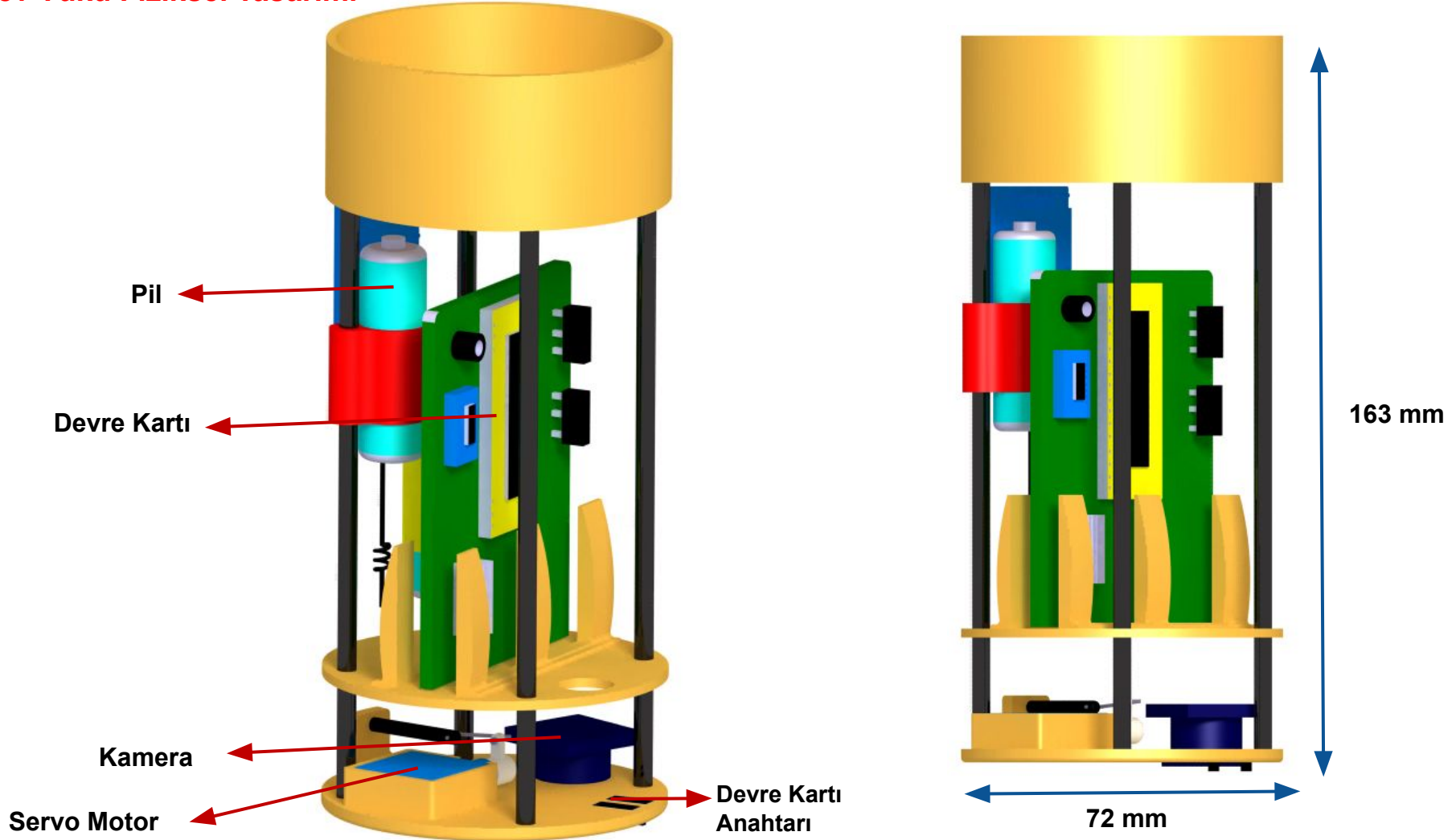
- ★ Yükseliştten alçalışa, tüm telemetri verisinin ve video kaydının yer istasyona gönderilmesi ve SD karta kaydedilmesi.
- ★ Otonom olarak ayrılmanın gerçekleşmesi.



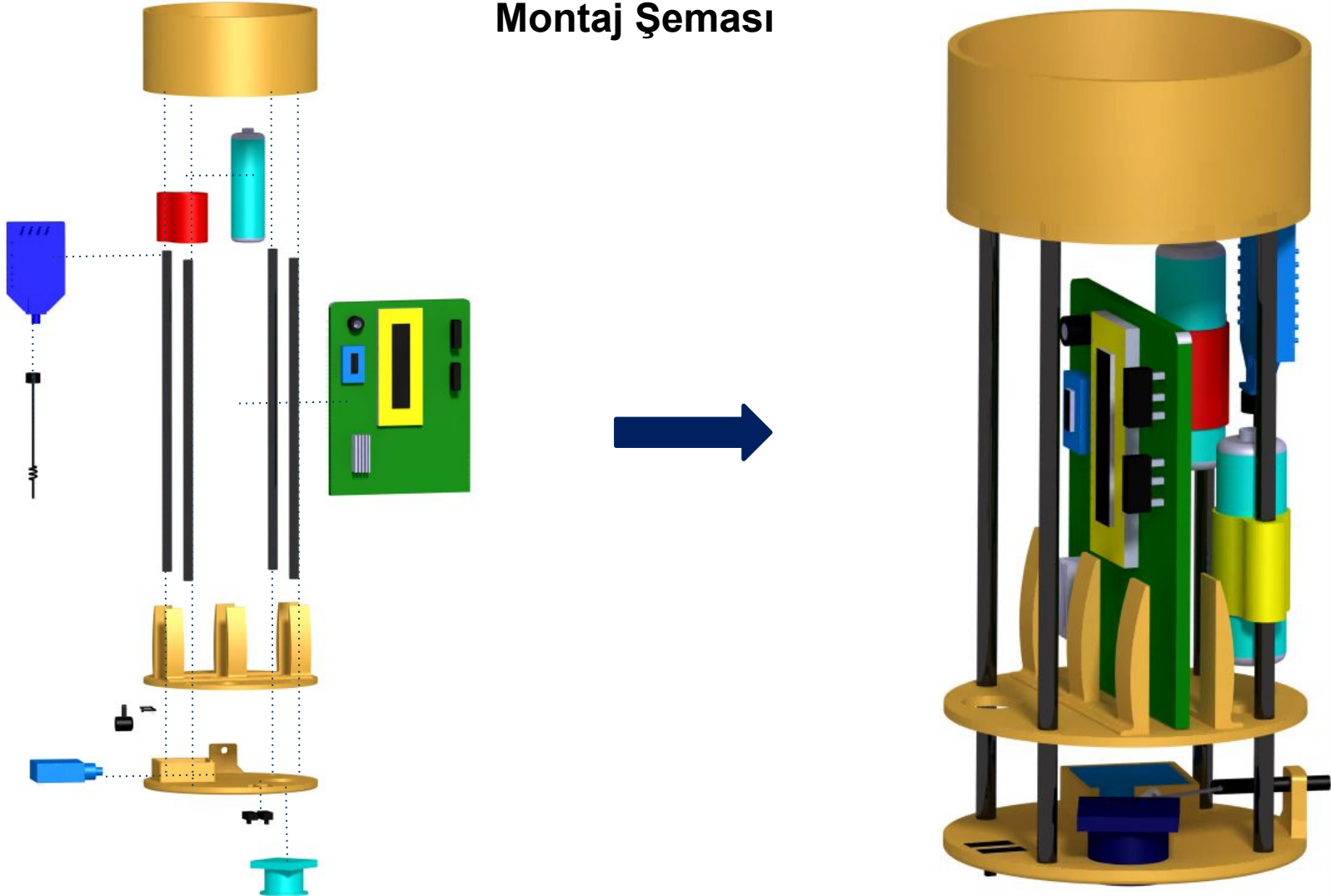
Konteyner Fiziksel Tasarımı



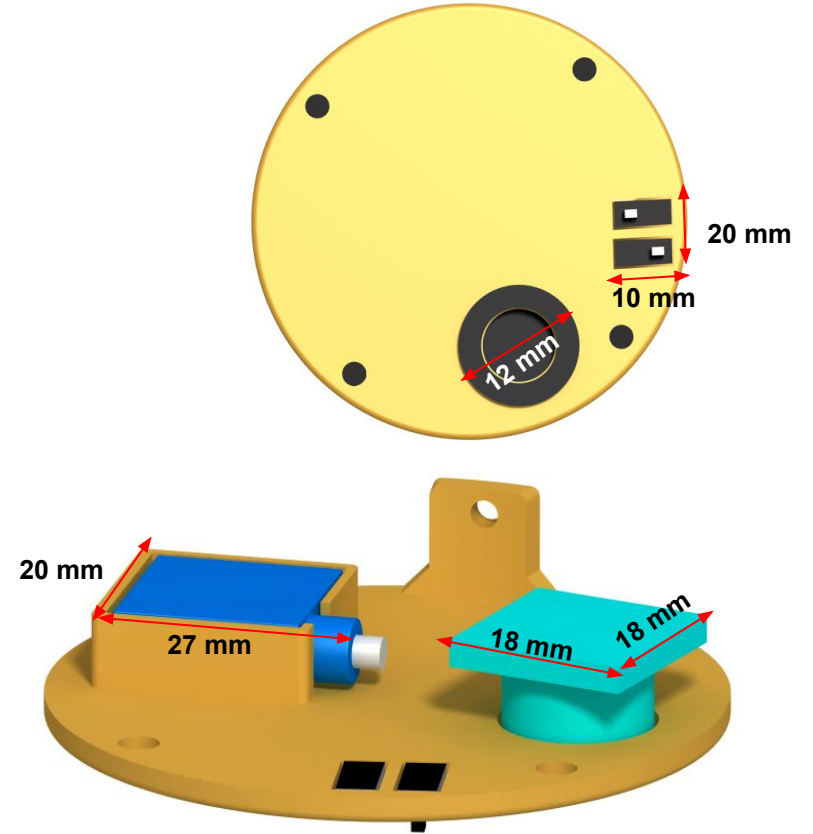
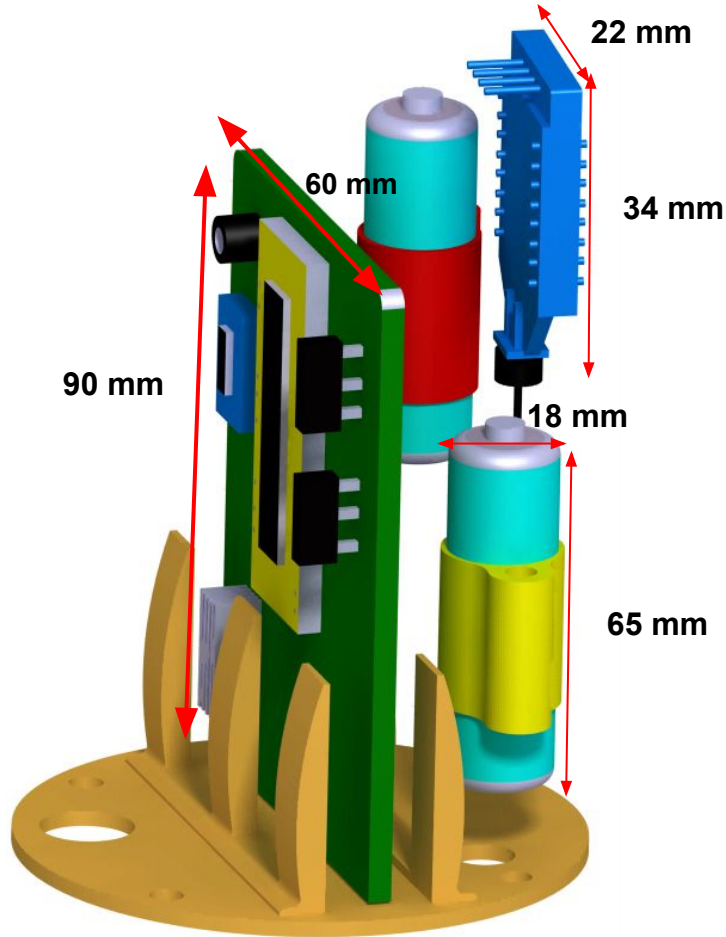
Görev Yüğü Fiziksel Tasarımı



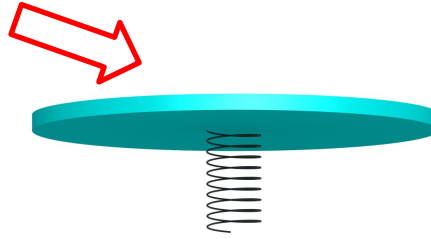
Montaj Şeması



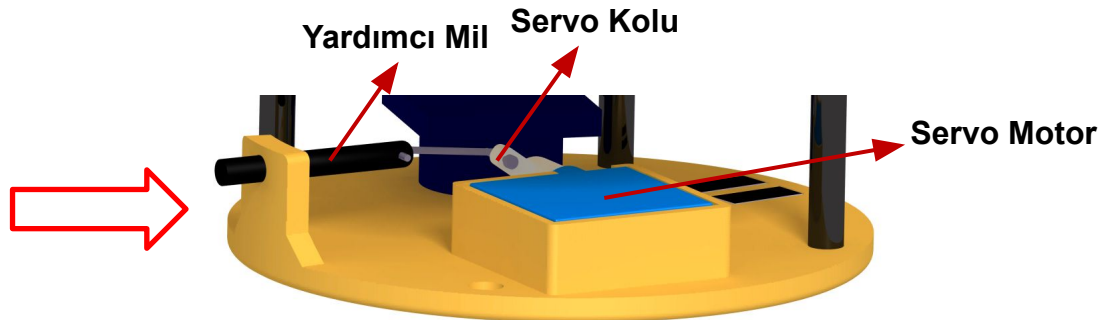
ELEKTRİK ELEMANLARININ BOYUTLARI VE KONUMLARI



AYRILMA MEKANİZMASI



Model uydu inişe başlayıp 400 metreye alçaldığında görev yükünde bulunan servo, yardımcı mili konteynerin iskeletindeki delikten çıkaracaktır. Servo otonom komutla hareket edecektir, yay ise gerekli itiş sağlayarak ayrılma süresini kısaltacaktır.



BOYUTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

- Sistem gereksinimlerindeki değerlere uygun olarak taşıyıcımız 80 mm çapında 180 mm uzunluğunda tasarlanmıştır.
- Görev yükünün çapı 72 mm, yüksekliği ise 163 mm'dir.
- Yandaki şekillerde görüldüğü gibi görev yükümüz taşıyıcıya sığmaktadır.



Sensör Alt Sisteminin Tasarımı

Resul DAGDANOV

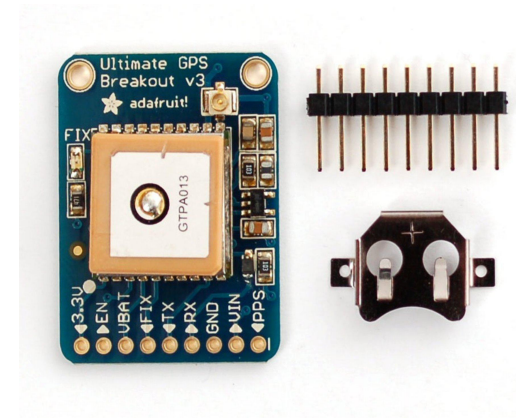
Sensör Tipi	Sensör Modeli	Kullanım Amacı
Küresel Konum Belirleme	Adafruit Ultimate GPS	Model uydunun küresel konumunu ve iniş hızını belirle.
Basınç Sensörü	Adafruit BME 280	Hava basıncını ve yükseklik ölçme.
Sıcaklık Sensörü	Adafruit BME 280	Hava sıcaklığını ölçme.
Pil Gerilim Sensörü	Teensy 3.5 Analog Pini	Güç kaynağının gerilimini ölçme.
Auto - Gyro Sensörü	MPU 9250	Model uydunun 3 eksenindeki verilerini alma.
Kamera	Turbowing Cyclops 3 V3	Uçuş boyunca video çekme.

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
SASG-01	Model uydunun elemanları 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-06		✓	✓	
SASG-02	Görev yükü, görev yaptığı sürede sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-03		✓	✓	
SASG-03	Kamera video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-04		✓	✓	✓
SASG-04	Alkalın, Ni-MH, Lityum İyon piller kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-06		✓	✓	

Model	Haberleşme Arayüzleri	Doğruluk	Çalışma Gerilimi	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
Adafruit Ultimate GPS	UART	± 1.8 m	3.0 V - 5.5 V	25 mm x 35 mm x 6.5 mm	8.5 g	230 TL
GY-NEO6MV2 GPS	SPI, UART, USB, DDC	± 2.5 m	2.7 V - 3.6 V	25 mm x 35 mm x 2.4 mm	10 g	45 TL
OPEN-SMART Serial GPS	USB, SPI	± 2.0 m	3.3 V - 5.2 V	22 mm x 21 mm x 5 mm	8.5 g	39 TL

Seçilen GPS Alıcısı: Adafruit Ultimate GPS

- Diğer sensörlerle karşılaştırıldığında daha stabil ve hassas ölçüm yapabilir.
- Geçmişteki tecrübeler.
- Anteninin kendi elektronik kartı üzerinde olması olası bağlantı kopukluklarını önleyebilir.
- Kolaylıkla temin edilebilir.
- Yurtdışından kargo ile temin edilecektir.



Model	Haberleşme Arayüzleri	Doğruluk	Çalışma Gerilimi	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
Adafruit BME 280	I ² C, SPI	±1 hPa	1.7 V - 3.6 V	19 mm x 18 mm x 3 mm	1 g	116 TL
LPS25H	I ² C, SPI	±1 hPa	1.7 V - 3.6 V	10 mm x 20 mm x 3 mm	0.5 g	46 TL
MPL115A2	I ² C	±1.5 hPa	2.4 V - 5.5 V	20 mm x 15 mm x 3 mm	0.6 g	61 TL

Seçilen Basınç Sensörü: Adafruit BME 280

- Düşük gerilim ile beslenebilir.
- MPL115A2 sensörüne göre daha hassas ölçüm yapabilir.
- Kolaylıkla temin edilebilir.
- LPS25H sensörüne kıyasla daha kolaylıkla kodlanabilir.
- Birçok mikro denetleyiciler ile uyumludur.
- Yurtdışından kargo ile temin edilecektir.



Model	Haberleşme Arayüzleri	Doğruluk	Çalışma Gerilimi	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
Adafruit BME 280	I ² C, SPI	±0.5 °C	1.7 V - 3.6 V	19 mm x 18 mm x 3 mm	1 g	116 TL
MCP9701	Analog	±4 °C	3.1 V - 5.5 V	5 mm x 3 mm x 1 mm	0.2 g	2.5 TL
DHT22	Dijital	±0.5 °C	3.3 V - 6 V	27 mm x 59 mm x 14 mm	2.4 g	44 TL

Seçilen Sıcaklık Sensörü: Adafruit BME 280

- Düşük gerilim ile beslenebilir.
- MCP9701 sensörüne göre daha hassas ölçüm yapabilir.
- Kolaylıkla temin edilebilir.
- DHT22 sensörüne kıyasla daha hafiftir.
- Birçok mikro denetleyiciler ile uyumludur.
- Yurtdışından kargo ile temin edilecektir.

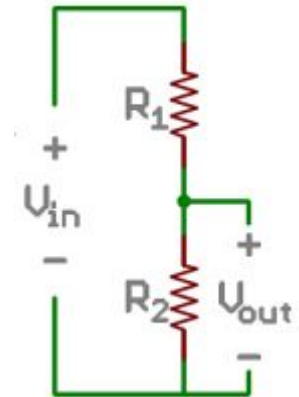


Model	Haberleşme Arayüzleri	Doğruluk	Çalışma Gerilimi	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
Teensy 3.5 Analog Pini	Analog	$\pm 0.03 \%$	0 V - 5 V	2 mm x 1 mm x 0.5 mm	0.5 g	(Teensy 3.5'in fiyatına dahildir.)
NCP 303	Analog	$\pm 2 \%$	0.8 V - 10 V	4 mm x 2 mm x 1 mm	0.7 g	9 TL
INA 219	Dijital	$\pm 1 \%$	0 V - 26 V	20 mm x 23 mm x 3 mm	1.9 g	82 TL

Seçilen Pil Gerilimi Sensörü: Teensy 3.5 Analog Pini

- Kullanımı oldukça basittir.
- Yeterince doğru ve güvenilir ölçüm yapabilir.
- Seçilen mikro denetleyicinin pini olduğundan ekstra ekipmana ihtiyaç olmayacaktır.
- Analog pinini kullandığımız için I²C haberleşme arayüzüne gereksiz yük bindirmeyiz.
- Yurt içinden kargo ile temin edilecektir.

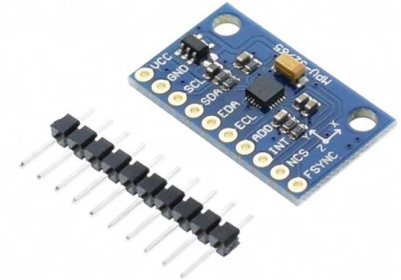
$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



Model	Haberleşme Arayüzleri	Çalışma Prensibi	Çalışma Gerilimi	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
Adafruit BNO055	I ² C	MEMS	3.3 V - 5 V	20 mm x 27 mm x 4 mm	3 g	302 TL
MPU 9250	I ² C, SPI	MEMS	2.4 V - 3.6 V	15 mm x 25 mm x 3 mm	2.2 g	46 TL
BMI 160	I ² C	MEMS	3.2 V - 6 V	22 mm x 27 mm x 3 mm	2.5 g	28 TL

Seçilen Auto-Gyro Sensörü: MPU 9250

- Düşük gerilim ile beslenebilir.
- Adafruit BNO055 sensörüne göre daha uygun fiyata sahiptir.
- Kolaylıkla temin edilebilir.
- BMI 160 sensörüne kıyasla daha stabil ölçüm yapabilir.
- Birçok mikro denetleyiciler ile uyumludur.
- Kolaylıkla kodlanabilir.
- Yurt içinden kargo ile temin edilecektir.



Model	Haberleşme Arayüzleri	Çözünürlük	Çalışma Gerilimi	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
Turbowing Cyclops 3 V3	Dijital	1280p x 720p	5 V	18 mm x 18 mm x 8 mm	4.8 g	130 TL
Eachine 1000TVL	Analog	976p x 582p	5 V	28 mm x 24.5 mm x 17.5 mm	10.4 g	50 TL
Quelima SQ11	Dijital	1280p x 720p	5 V	23 mm x 23 mm x 23 mm	10.5 g	200 TL

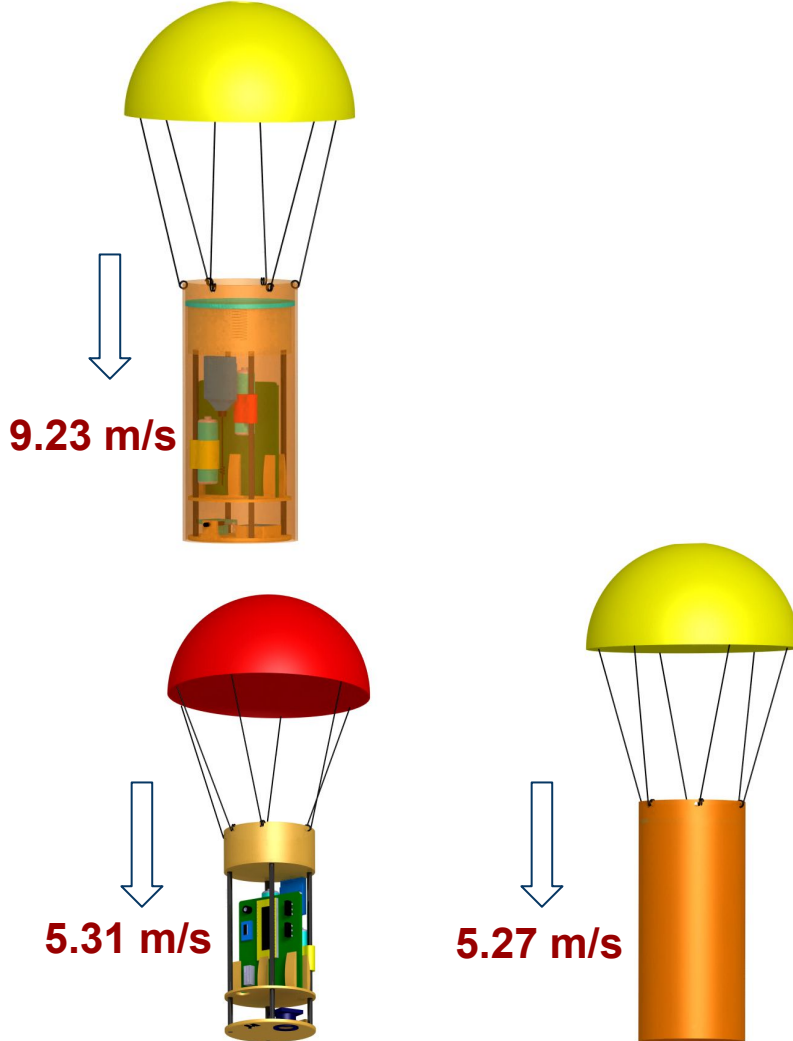
Seçilen Kamera: Turbowing Cyclops 3 V3

- Quelima SQ11e göre daha uygun fiyata sahiptir.
- Kolaylıkla temin edilebilir.
- Canlı görüntü aktarımına uyumludur.
- Diğer karşılaştırmalara göre daha küçük fiziksel boyuta sahiptir.
- Üzerinde kendi SD adaptörü bulunmaktadır.
- Diğer karşılaştırmalara göre daha hafiftir.
- Yurtdışından kargo ile temin edilecektir.



İniş Kontrol Sisteminin Tasarımı

Aykut ÜÇTEPE



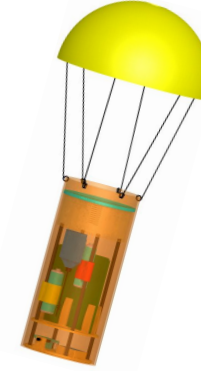
İniş Kontrol Sisteminde Temel Görevler:

- ★ Roketten (drone) ayrılma gerçekleştiğinde Taşıyıcı'nın paraşütünün açılması ve 400m'ye kadar Model Uydu'nun 8-10 m/s aralığında bir hızla iniş yapması.
- ★ 400m yükseklikte Görev Yüğü ile Taşıyıcı otonom olarak ayrıldıktan sonra Görev Yüğü'nün paraşütünün açılması ve hızının 4-6 m/s aralığına indirilmesi.
- ★ Taşıyıcının inişine devam etmesi.

500 metrede model uydu,
roketten ayrılır.



Model uydu 9.23 m/s hızla serbest
düşüşe başlar.



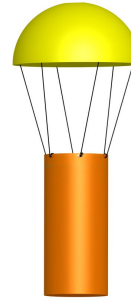
500 Metre

400 Metre

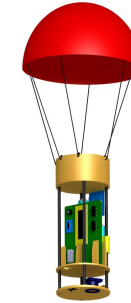
Roket fırlatılır.



Taşıyıcı 5.27
m/s hızla iner.



400 metrede taşıyıcı
ve görev yükü
ayrılır. Görev yükü
5.31 m/s hızla iner.



No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
İKSG-01	400 metre yüksekliğine kadar model uydunun iniş hızı 8-10 m/s olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-03		✓		
İKSG-02	400 metre yükseklikte Taşıyıcı ve Görev yükü otonom ayrılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-05		✓		
İKSG-03	Ayrılmadan sonra Görev yükü pasif veya aktif iniş sistemi ile iniş hızı 4-6 m/s olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-01		✓		
İKSG-04	Model uydu hasarsız bir şekilde yere inmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		
İKSG-05	Pasif iniş sistemi seçilirse görev yükünün paraşütü kırmızı, taşıyıcının ise sarı olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	İKSG-02		✓	✓	✓

İniş Sistemi	Üretim	Kütlesi (g)	Çapı (cm)	Sürüklenme Katsayısı
Kubbe Tipi Paraşüt	El Yapımı	13	28	1.50
Pervane	El Yapımı	52	32	1.15

Kubbe tipi paraşüt seçildi çünkü;

- Sürüklenme katsayısı pervaneye göre daha yüksek,
- Pervanelerin katlanma mekanizması ekstra tasarım zorluğu yaratacak,
- Pasif iniş sistemi olduğundan, ek güç tüketimi yaşanmayacak.
- Ağırlığı, pervaneye göre daha düşük.

→ **Yarışmaya hazırlık süresince fakülte çatısından bırakma testleri yapılarak paraşütler test edilecektir. Ayrıca paraşütlerin çalışma durumu drone ile yapılacak olan testlerde de görülecektir.**

İniş kontrol stratejisi için gerekli elemanlar:

- Paraşüt,
- Paraşüt İpleri,
- Fırdöndü.

Paraşüt iplerinin birbirine dolanmaması için fırdöndü kullanılacaktır.

İniş sırasında taşıyıcının kolayca takip edilebilmesi için, taşıyıcının paraşüt rengi olarak fosforlu sarı seçildi.

- ★ ***Taşıyıcıda delikler açılacak ve paraşüt ipleri bu deliklerden geçirilip düğümlenecektir.***
- ★ ***Ayrılma ise bu düğümlerin çözülmesiyle sağlanacaktır.***



Seçenek 1: Pervane

- + Aktif bir iniş metodudur.
- + Bir elektrik motoru ile döndürülecektir.
- + Rüzgar etkilerinden az etkilenir.
- Yarışma gereksinimlerindeki boyutların sağlanması için, pervanelerin katlanması ve bir katlanma mekanizması tasarlanması gerekmektedir.
- Ağırlığı ve güç tüketimi yüksektir.



Seçenek 2: Kubbe Tipi Paraşüt (SEÇİLEN)

- + Pasif bir iniş metodudur.
- + Üretimi kolay ve ucuzdur.
- + İstiflenmesi kolaydır.
- + Hafiftir ve enerji tüketimi yoktur.
- + Yüksek sürüklenme katsayısına sahiptir.
- Rüzgar etkilerinden çokça etkilenir.



Kumaş

Kumaş türü olarak 30 d nylon paraşüt kumaşı seçildi.

Yarıçap

Yapılan hesaplamalar sonucunda yarışma isterlerini sağlamak için, paraşüt yarıçapı 0.2 m olarak belirlendi.

Renk

Paraşüt rengi, yarışma isterlerini sağlamak için **kırmızı** olarak belirlenmiştir.

İp türü

Paraşütün görev yüküyle olan bağlantıları nylon ipler ile sağlanacaktır.

- Görev yükünün tepesinde açılacak olan bir deliğe firdöndünün bir ucu takılacaktır. Firdöndünün diğer ucu açılıp kapanabilir olduğundan ipler bu uca geçirilecektir. Böylece kolaylıkla **ayırılma ve birleştirme** gerçekleştirilecektir. Paraşüt istiflenerek görev yükünün üstüne konacaktır.
- Yarışmaya hazırlık süresince fakülte çatısından bırakma testleri yapılarak paraşütler test edilecektir. Ayrıca paraşütlerin çalışma durumu drone ile yapılacak olan testlerde de görülecektir.

Model Uydu (Taşıyıcı+Görev Yüğü) İniş Hızı Tahmini:

$$V = \sqrt{\frac{2 \times m \times g}{A \times \rho \times C_d}} = \sqrt{\frac{8 \times (0.4918 \text{ kg}) \times (9.81 \text{ m/s}^2)}{\pi \times (0.14\text{m}) \times (0.14\text{m}) \times (1.225\text{kg/m}^3) \times 1.5}} = 9.23 \text{ m/s}$$

V = Terminal Hız

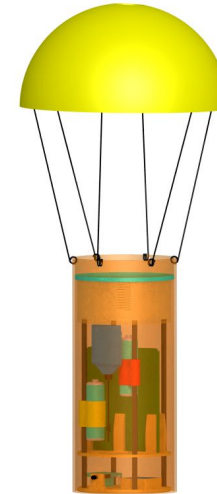
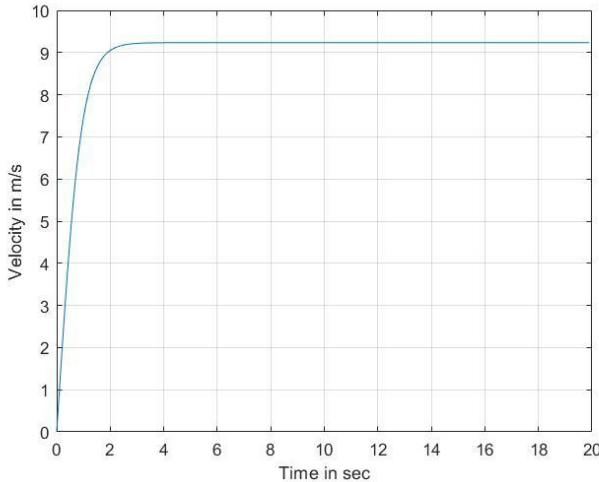
m = Kütle (Taşıyıcı+Görev Yüğü)

A = Alan (Paraşütün Alanı = $\pi \times R \times R$)

$\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ (Hava Yoğunluğu)

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (Yerçekimi İvmesi)

$C_d =$ Sürüklenme Katsayısı



Görev Yüğü İniş Hızı Tahmini:

$$V = \sqrt{\frac{2 \times m \times g}{A \times \rho \times C_d}} = \sqrt{\frac{8 \times (0.3318 \text{ kg}) \times (9.81 \text{ m/s}^2)}{\pi \times (0.2\text{m}) \times (0.2\text{m}) \times (1.225\text{kg/m}^3) \times 1.5}} = 5.31 \text{ m/s}$$

V = Terminal Hız

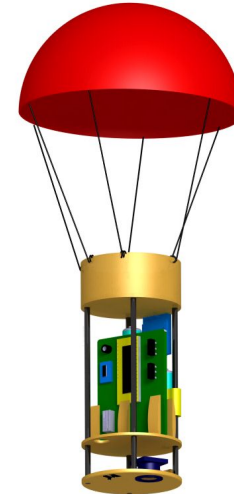
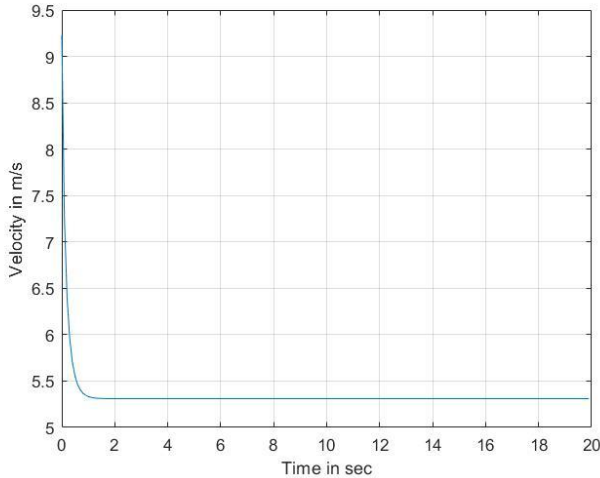
m = Kütle (Görev Yüğü)

A = Alan (Paraşütün Alanı = $\pi \times R \times R$)

$\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ (Hava Yoğunluğu)

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (Yerçekimi İvmesi)

C_d = Sürüklenme Katsayısı



Taşıyıcı İniş Hızı Tahmini:

$$V = \sqrt{\frac{2 \times m \times g}{A \times \rho \times C_d}} = \sqrt{\frac{8 \times (0.16 \text{ kg}) \times (9.81 \text{ m/s}^2)}{\pi \times (0.14 \text{ m}) \times (0.14 \text{ m}) \times (1.225 \text{ kg/m}^3) \times 1.5}} = 5.27 \text{ m/s}$$

V = Terminal Hız

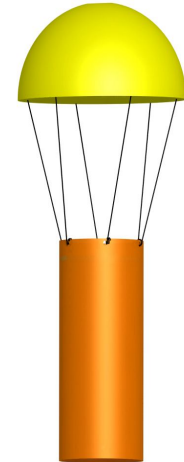
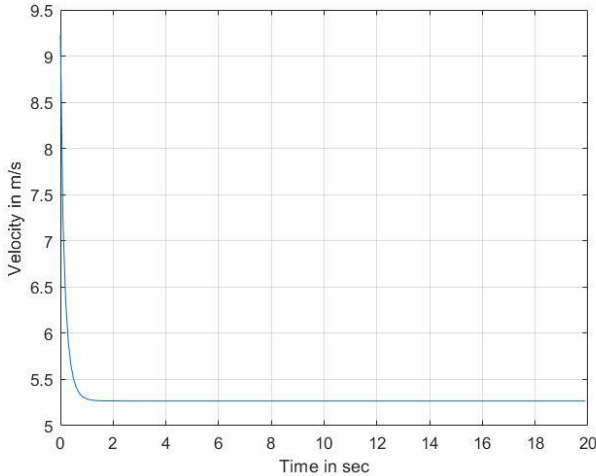
m = Kütle (Taşıyıcı)

A = Alan (Paraşütün Alanı = $\pi \times R \times R$)

$\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ (Hava Yoğunluğu)

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (Yerçekimi İvmesi)

$C_d =$ Sürüklenme Katsayısı

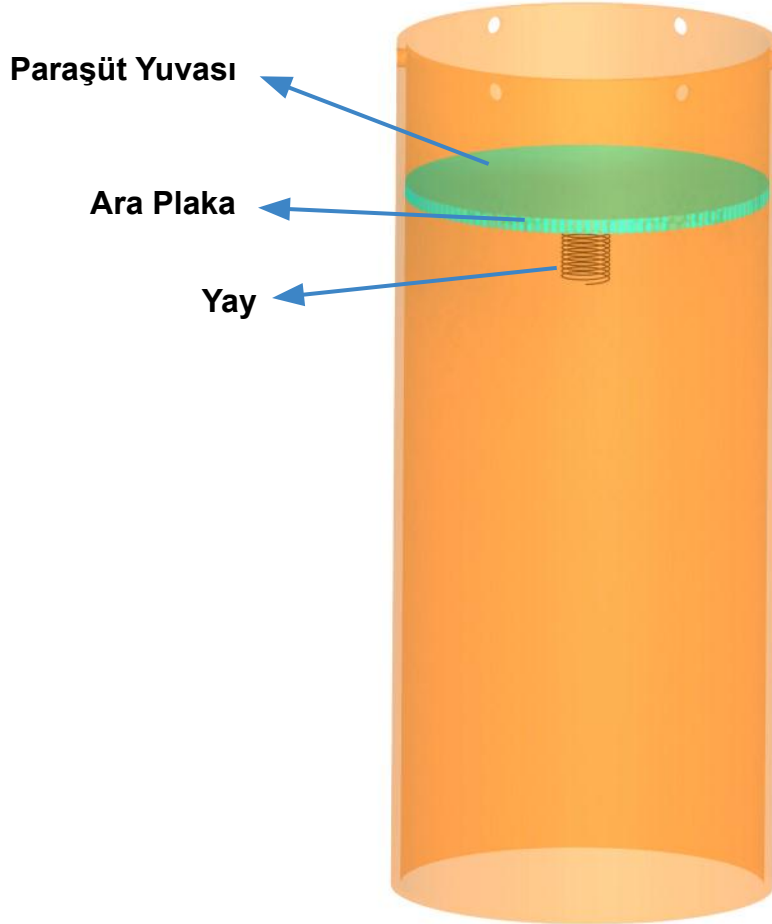


Mekanik Alt Sistemin Tasarımı

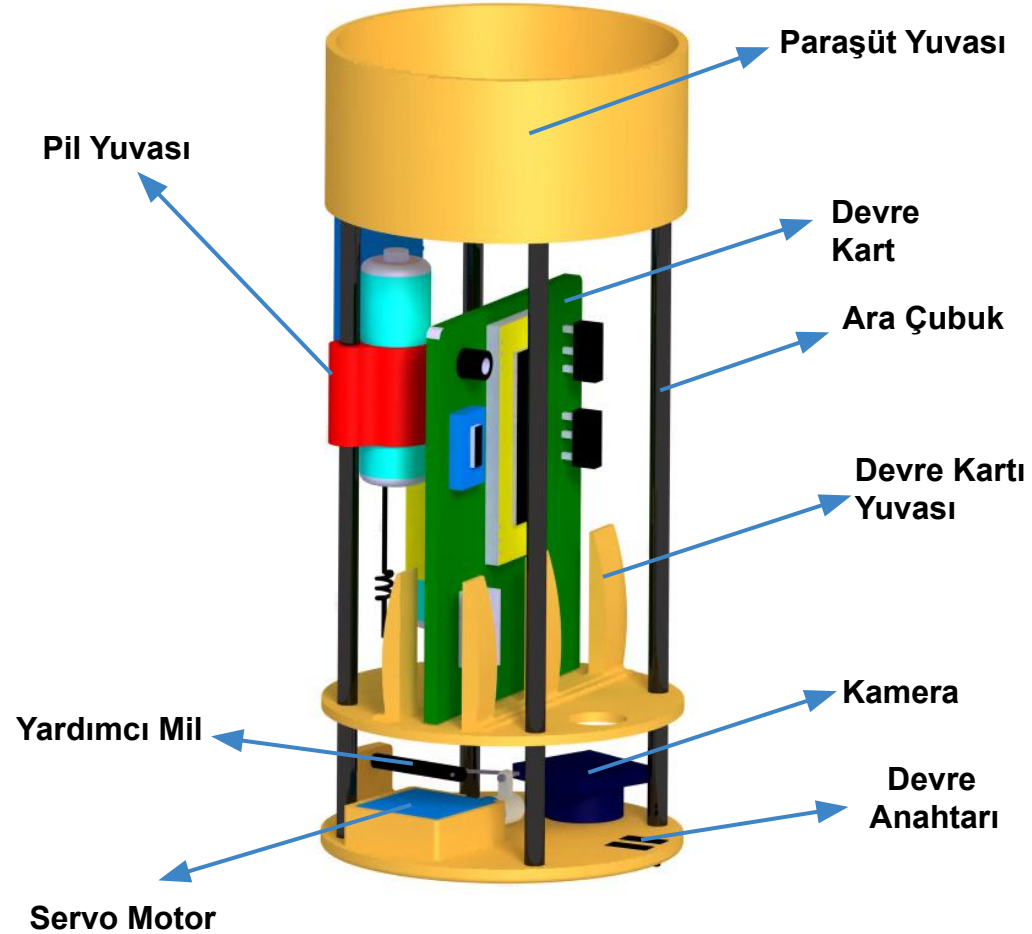
Sercan SALDAMLI

Önemli Yapısal Elemanlar	Seçilen Malzeme	Bağlantı Elemanları
Taşıyıcı	Fiberglass Kumaş / Kontrplak	Epoksi Yapıştırıcı (İskelet Parçaları Montajı)
Görev Yüğü	Fiberglass Çubuk / Kontrplak	Ahşap Tutkalı (Kontrplak Montajı)
Paraşüt	30d Naylon 66 Kumaş	Fırdöndü / Misina (Paraşüt Montajı)
Ayrılma Mekanizması	Servo Motor	Vida / Çift Taraflı Bant (PCB Montajı)

TAŞIYICI



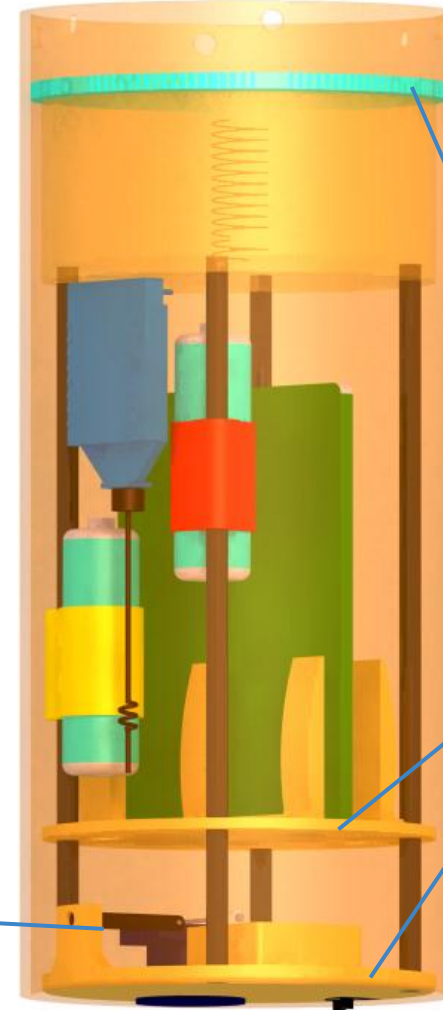
GÖREV YÜKÜ



ARAYÜZ TANIMLARI

- 3 katmanlı tasarımdaki plakalar sayesinde elektronik ve mekanik komponentler görev yükü paraşütünden ayrılmaktadır.
- Taşıyıcı ile görev yükü arasında bir ara plaka bulunmaktadır. Bu ara plaka sayesinde taşıyıcı paraşütü ile görev yükü paraşütü birbirinden ayrılmaktadır.
- Alt katmanda bulunan ayrılma mekanizması servo vasıtasıyla görev yükü ve taşıyıcıyı 400 metreye kadar beraber tutmaktadır.

Ayrılma
mekanizması



Ara Plakalar

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
MASG-01	Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yüğü olmak üzere iki kısımdan oluşacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		✓
MASG-02	Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-03		✓		
MASG-03	Model Uydu, silindir şeklinde yüksekliği 180 mm, çapı 80 mm olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-02		✓		
MASG-04	Taşıyıcı, hiçbir yere takılmayacak şekilde tasarlanacaktır ve Görev Yüğü'nü koruyacak yapıda üretilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	SASG-04		✓		✓
MASG-05	400 metre yüksekliğine kadar model uydunun iniş hızı 8-10 m/s olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
MASG-06	Model uydunun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilecek veya tasarlanacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	SASG-04		✓	✓	
MASG-07	Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar konektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	✓

Üst Katman:

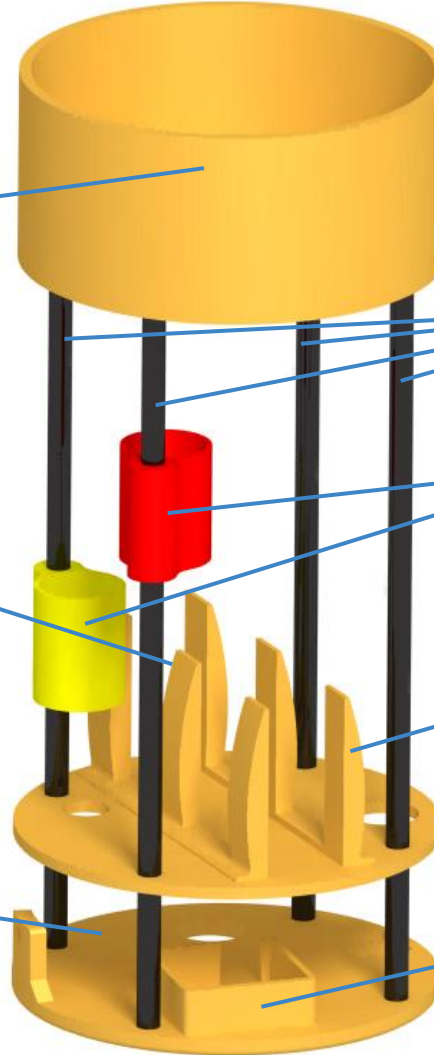
Paraşütün yerleşeceği kısım.

Orta Katman:

Elektronik komponentlerin yerleşeceği kısım.

Alt Katman:

Kamera, servo ve devre anahtarının yerleşeceği kısım.



Bağlantı Çubukları

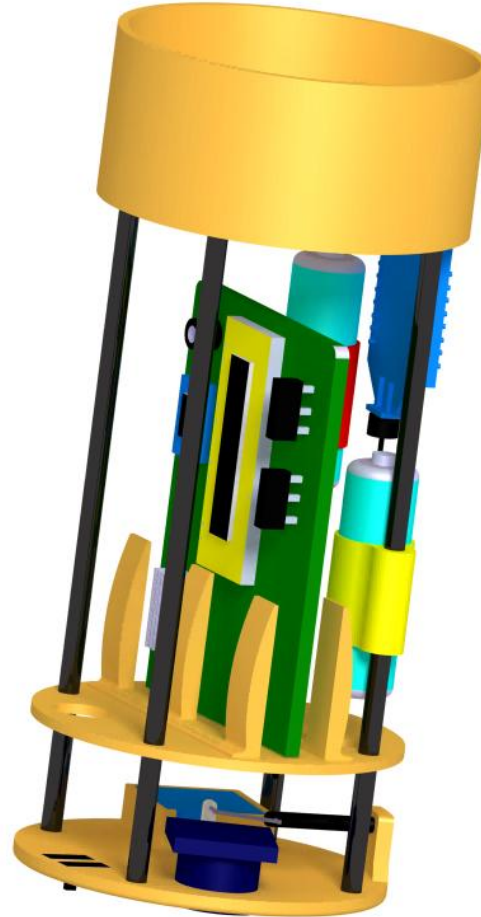
Pil Yuvaları

PCB Yuvası

Servonun yerleştirileceği yuva

Görev Yüğü'nün Kaplaması:

Görev yükündeki elektronik elemanları güneş ışınlarından koruması ve yer istasyonuna gönderilecek sinyallerin engellenmemesi amacıyla transparan folyo (cam filmi) ile kaplanması uygun bulundu.



6-1558

VLT:20%
IRR:33%
U V:99%



Görev yükünün iskelet yapısı için malzeme olarak (3 mm) kontrplak ve (4 mm) fiberglas çubuklar seçildi.

Kontrplak Özellikleri	Değerler
Yoğunluk (kg/m^3)	550 - 620
Bükülme Mukavemeti (N/mm^2)	88 - 95
MOE Bükülme (N/mm^2)	10600 - 14500
Kesme Mukavemeti (N/mm^2)	8.8 - 10.9
Kopma Noktasında Uzama	% 5.2
Basınç Mukavemeti	45 - 62



Ara plaka olarak kontrplak kullanılarak görev yükünün şiddetli darbelere dayanması sağlanmıştır.

Fiberglas çubuklar ise hafif olması nedeniyle tercih edilmiş ara plakaları birleştirmede kullanılmıştır.

Ayrılma Mekanizması için servo kullanılacaktır.

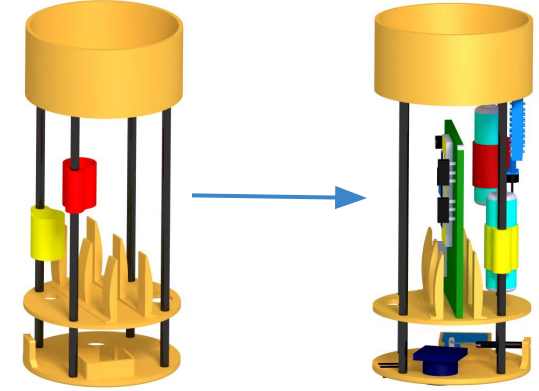


Servo programlanabilir bir mile sahip olan küçük motorlardır. Servoya kodlar gönderilerek milin pozisyonu istenen şekilde değiştirilir.

Görev yükü için paraşüt 0.4m çapında 30d naylon 66 kumaştan yapılacaktır.



1 m²'si 66 gramdır. Yüksek mukavemete sahiptir. Esnektir ve aşınma direnci yüksektir.



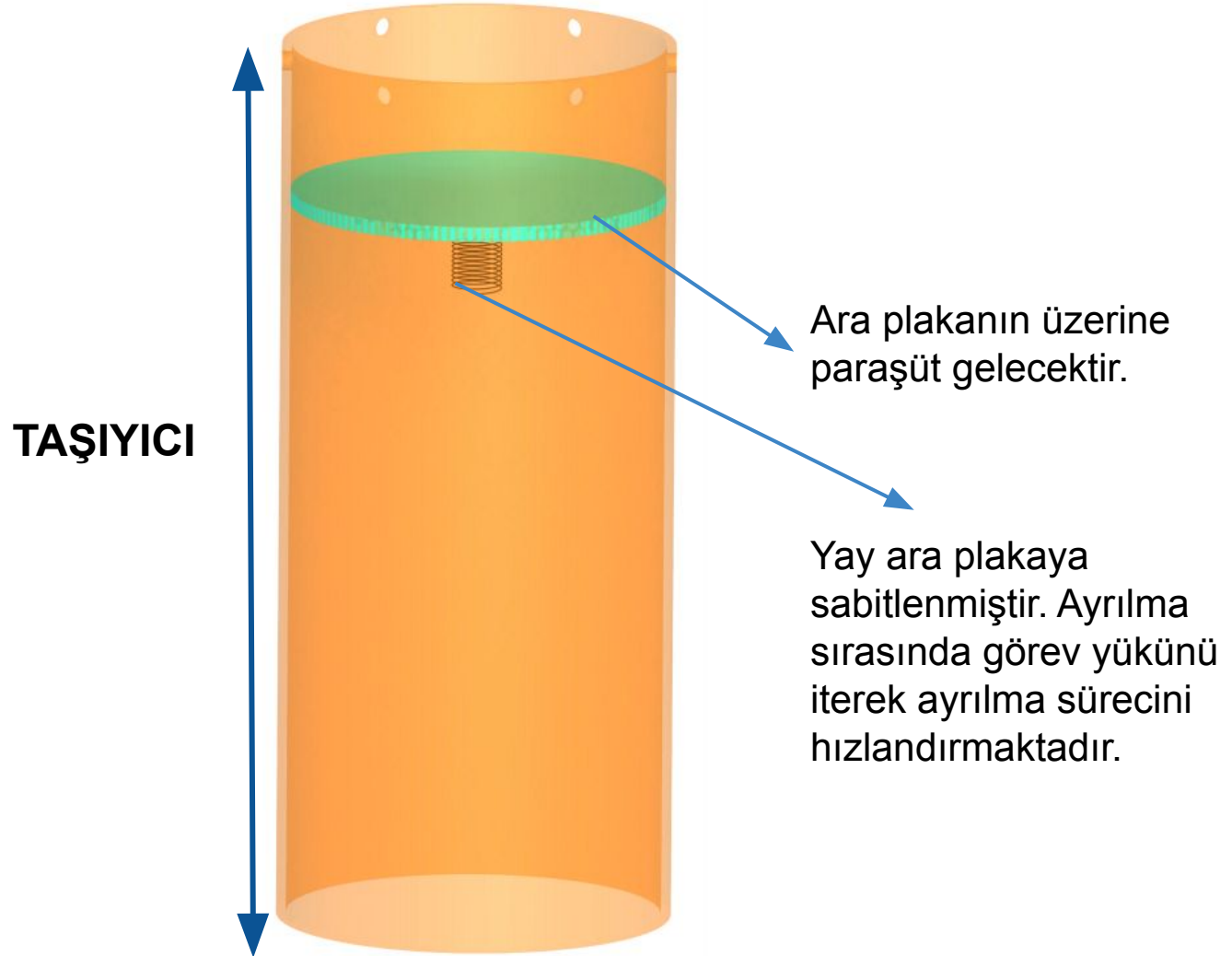
Bağlantı Elemanları

Epoksi Yapıştırıcı
(İskelet Parçaları Montajı)

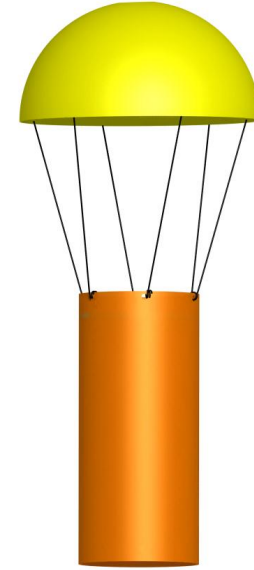
Vida/Çift Taraflı Bant
(servo Montajı)

Fırdöndü/Misina
(Paraşüt Montajı)

Alüminyum Folyo Bant(Küçük
Elemanların Montajı)



Komponent	Kullanılacak Malzeme	Bilgi
Konteyner Yapısı	fiberglass kumaş/kontrplak levha	<ul style="list-style-type: none"> - 1 m² si 86 gram - Desensiz sık örgülü kumaş tipi - 3 mm kalınlığa sahip sıkıştırılmış karaağaç kontrplak
Paraşüt	30d Naylon 66 Kumaş	<ul style="list-style-type: none"> - 1 m² si 66 gram - Yüksek mukavemete sahip - Esnek - Aşınma direnci yüksek
Paraşüt ipi	Sentetik İp	<ul style="list-style-type: none"> - Yüksek mukavemete sahip - Nem emmez - Termofikse edilebilir
Fırdöndü	Metal Halkalar	<ul style="list-style-type: none"> - Uç uca eklenmiş serbest bir düzlemde iki halka birbirlerinin dönmesini engellemektedir.

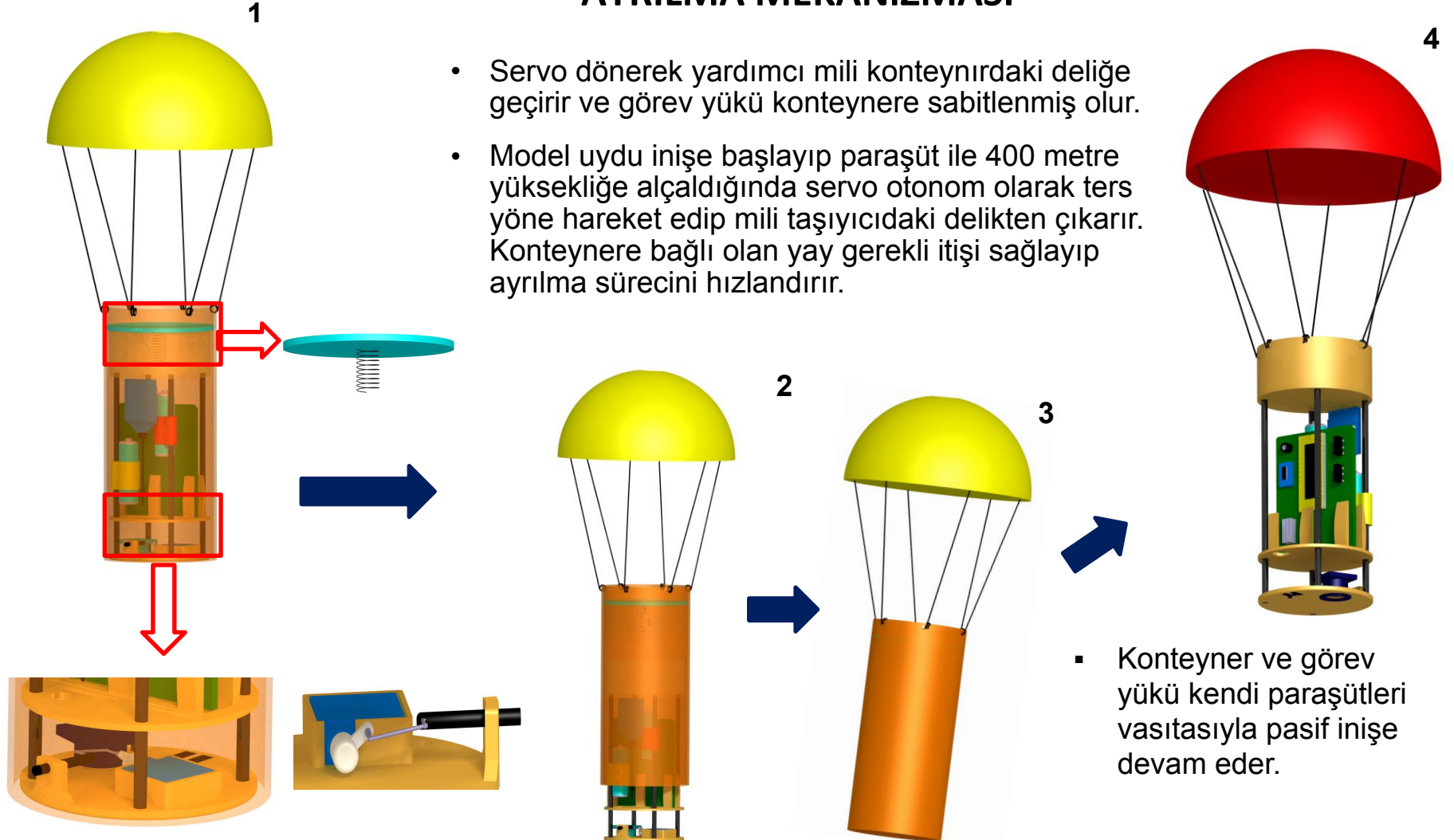


Taşıyıcı Bağlantı Elemanları

Epoksi Yapıştırıcı
(Ara Plaka Montajı)

Fırdöndü/Misina
(Paraşüt Montajı)

AYRILMA MEKANİZMASI

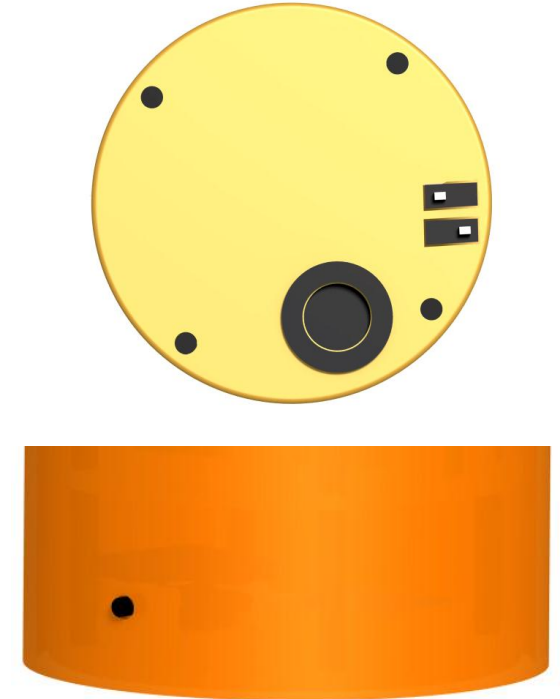
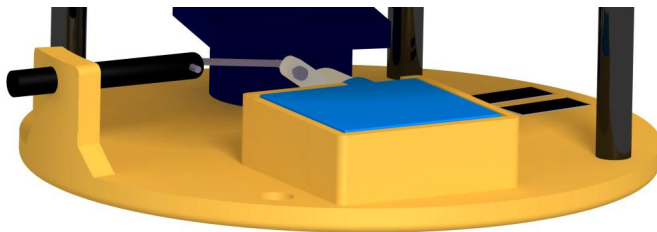


MONTAJ

- Görev Yüğü Taşıyıcı içine geçecek ve servo dönerek mili hareket ettirecek iki parçanın birleştirilmesi sağlanacaktır. Görev yükü ve Taşıyıcı ara yüzünde plakaya bağlı olan yay bulunmaktadır. Montajdan sonra yay sıkışık durumda bulunur.
- Montaj tamamlandıktan sonra devre anahtarı açılarak elektronik komponentlere güç verilecektir.

Çalışma prensibi:

- Model uydu 500 metreden 400 metreye indiğinde servo dönerek yardımcı mili konteynerden çıkaracak ve Görev Yüğü Taşıyıcı'dan ayrılacaktır.

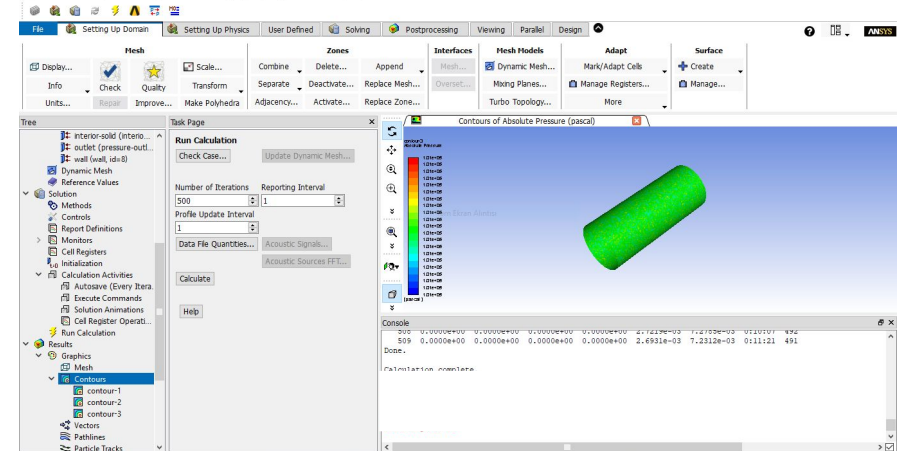
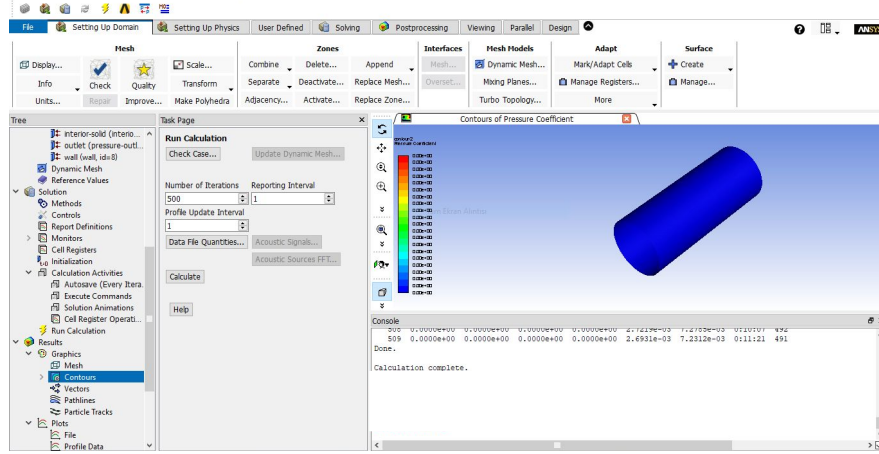


- Elektronik komponentler devre kartındaki yerlerine lehimlenerek sabitlenecektir. (Kolay takılıp sökülmesi gereken parçalar için soket kullanılabilir.)
- Elektrik komponentlerin bağlantıları makaron ile sarılıp yalıtım ve koruma sağlanacaktır.
- Pil yuvası yerleştirilecek Görev Yüğüne taşıyıcı çubuklara sabitlenecek, bağlantı kabloları makaron ile dış çevre şartlarından korunacaktır. (pil yuvasından kolaylıkla çıkarılabilecektir.)
- Elektronik parçaların tamamı yalıtım katmanı ile korunacaktır.
- Elektronik parçaların tamamı Görev Yüğü'nün içinde bulunacaktır. Görev Yüğü'nün kaplaması sayesinde de dış ortam koşullarından korunacaktır.

- Kamera ve servo motor, ağırlığın dengeli dağıtılması gerektiğinden en alt odaya yerleştirilecektir.
- Paraşüte takılan ve taşıyıcıya sabitlenen fırdöndü ile titreşimler önlenecektir ve daha stabil bir iniş sağlanacaktır.
- Teknik isterlerden dolayı model uydunun bağlantı elemanları (vida epoksi yapıştırıcı çift taraflı bant) ve ekipmanları 10G şoka dayanıklı olmak zorundadır. Bu isterler öncelikle okulumuzdaki laboratuvarlarda Ansys 18.2 ile analiz edilmiş ve sayfa 67’de gösterilmiştir.
- Titreşim testleri ve serbest düşüş testleriyle (Multikopter vb.) analiz edilecektir. Bu testlerde başarılı olmadığı takdirde model uydunun iskelet yapısı güçlendirilecektir.

ALT SİSTEMLERİN KOLAY TAKILIP SÖKÜLEBİLİRLİĞİ

- Görev yükünde PCB, bataryalar ve servo motor için uygun kısımlar rahatça yerleştirilecek şekilde üretilmiştir.
- Antenler için görev yükünde uygun delikler açılmıştır.
- Paraşüt misina ve firdöndü vasıtasıyla model uyduya kolayca takılıp sökülebilmektedir.
- Küçük parçalardan başlayarak sırasıyla bütün parçalar monte edilecektir. Böylece daha kolay bir montaj sağlanacaktır.



Ansyes 18.2 kullanılarak model uydumuz sayısal olarak test edilmiştir ve kritik bir bozulma oluşmamıştır.

Görev Yüğü:

**Görev Yüğü
Toplam Ağırlığı (g)**

331.8 (+-8.5)g

Komponent	Ağırlık (g)	Marjin (g)	Data Tipi
Yapı	115	-	Kesin
Elektronik Sensörler	43	4.3	Tahmini
Kamera	4.8	-	Kesin
Devre Kartı	22	2.2	Tahmini
Kamera anteni	15	-	Kesin
Xbee ve anteni	30	-	Kesin
Bağlantı Ekipmanları	20	2.0	Tahmini
Bataryalar	51	-	Kesin
Paraşüt	21	-	Kesin

*Tahmini veriler için
hata payı %10 alınmıştır.*

Taşıyıcı:

Komponent	Ağırlık (g)	Marjin (g)	Data Tipi
Konteyner	140	-	kesin
Paraşüt	13	-	Kesin
Paraşüt ipi	5	-	Kesin
Fırdöndü	2	0.2	Tahmini

**Taşıyıcı
Toplam Ağırlığı
(g)**

160(+ - 0.2) g

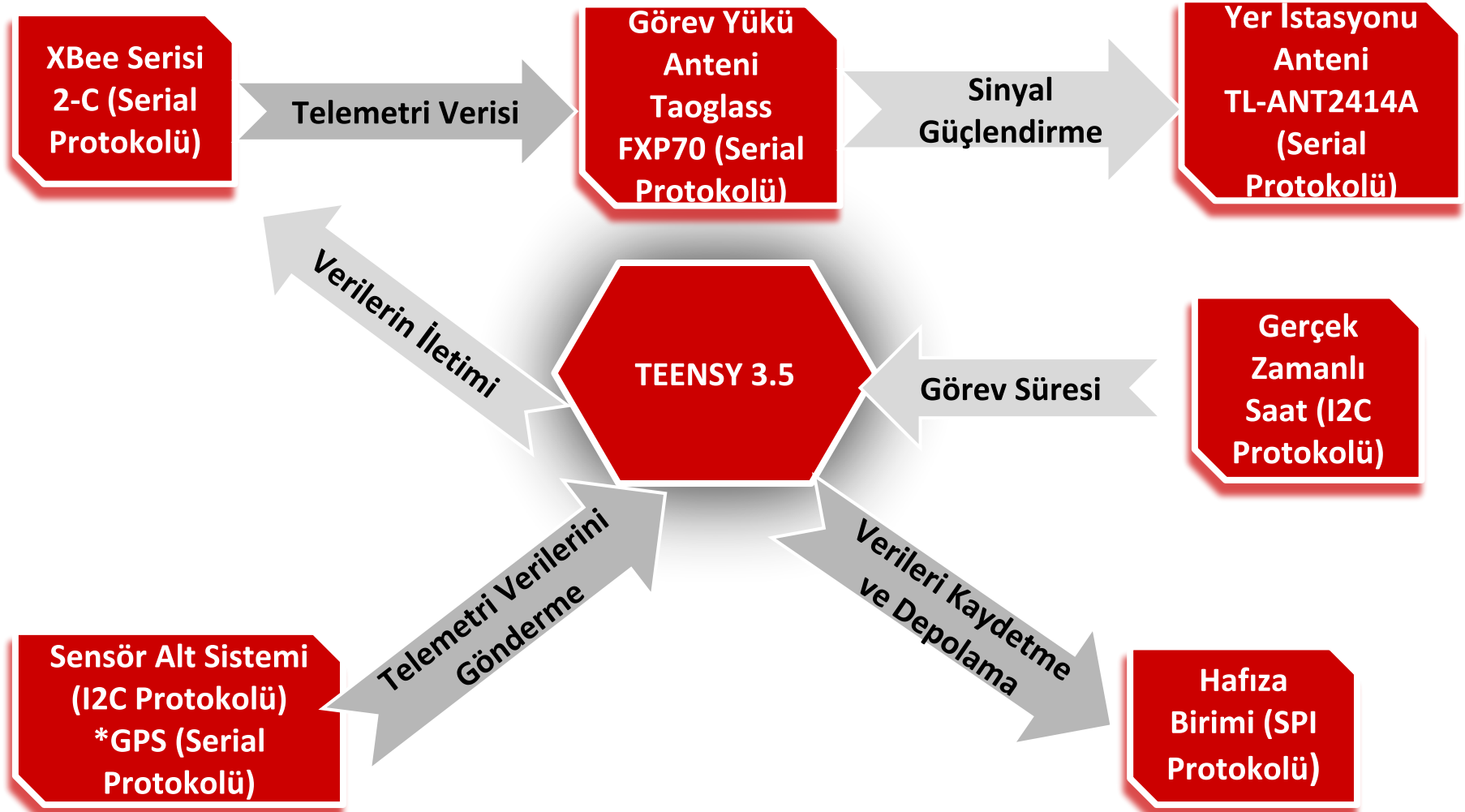
**Toplam Ağırlık
Taşıyıcı + Görev Yüğü
(g)**

491.8 (+ - 8.7)g

*Tahmini veriler için
hata payı %10 alınmıştır.*

Haberleşme ve Veri İşleme Alt Sisteminin Tasarımı

Çağlar YILMAZ



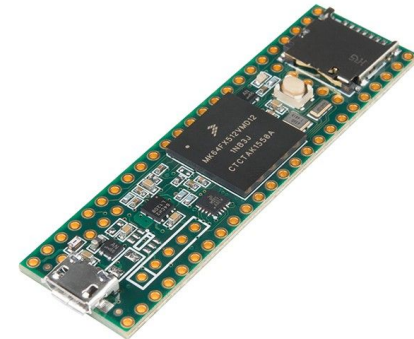
No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVIG-01	Her takım kendi yer istasyonunu geliştirecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-01, 02		✓	✓	✓
HAVIG-02	Model uydu ölçtüğü verileri, telemetri formatına uygun paketler halinde yer istasyonuna her saniye gönderecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-02		✓	✓	
HAVIG-03	Model uydu, sistem çalışmaya başladığı andan itibaren video görüntüsünü ve telemetri verilerini yer istasyonuna gönderecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-04, YIG-04		✓	✓	
HAVIG-04	Model uydudan yer istasyonuna veri iletimi kablosuz haberleşme modülleri kullanılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
HAVIG-05	Görev yükü yere iniş yaptıktan sonra 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVIG-06	Görev yüküne yer istasyonundan gönderilen 5 haneli şifre SD karta kaydedilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
HAVIG-07	Görev yükü yere iniş yaptıktan sonra 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-04		✓	✓	
HAVIG-08	Telemetri verileri görev yükünde bulunan SD karta ayrıyeten yazdırılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	✓	✓		

Model	İşlemci Hızı	Haberleşme Arayüzü(PIN)	Çalışma Gerilimi	Çalışma Akımı	Hafıza Birimi ve Boyutu	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
Teensy 3.5	120 MHz	SPI - 3 I2C - 3 UART - 3	5 V	50 mA	Flash - 512 KB RAM - 192 KB EEPROM-4KB	45 mm x 18 mm	4.8 g	240 TL
Arduino Nano	16 MHz	UART - 2 SPI - 4 I2C - 2	5 V	40 mA	Flash - 32 KB SRAM - 1 KB EEPROM-1KB	45 mm x 18 mm	5 g	148 TL
Arduino Uno	16 MHz	SPI - 4 UART - 2 I2C - 2	5 V	40 mA	EEPROM-1KB Flash - 32 KB SRAM - 2 KB	68.6 mm x 53.4mm	25 g	145 TL

Seçilen İşlemci: Teensy 3.5

- Yeterli güce ve yüksek işlemci hızına sahiptir.
- Kolay programlanabilir.
- Diğer işlemcilere göre daha hafif olup daha az alan kapsamaktadır.
- Üzerinde SD kart için yatak bulunduğundan dolayı hafıza birimi için harici sensör kullanmaya ihtiyaç yoktur.
- Sensörleri bir arada test etmeden önce işlemci temin edilecektir.
- Yurtdışından kargo ile temin edilecektir.



Hafıza Birimi	Haberleşme Arayüzü(PIN)	Çalışma Gerilimi	Çalışma Akımı	Hafıza Boyutu	Fiziksel Boyutu	Ağırlığı	Fiyatı
I2C FRAM Breakout	I2C	2.7 V - 5.5 V	200 uA	32 KB	15.5 mm x 20 mm x 2 mm	1.2 g	59.90 TL
SanDisk 16 GB SD Kart	SPI	2.7 V - 3.6 V	100 mA	16 GB	24 mm x 32 mm x 2.1 mm	2 g	18.60 TL
SanDisk 32 GB SD Kart	SPI	2.7 V - 3.6 V	100 mA	32 GB	24 mm x 32 mm x 2.1 mm	2 g	34.90 TL

Seçilen Hafıza Birimi: SanDisk 32 GB SD Kart



- Kameradan canlı görüntü aktarımı için yeterli alana sahiptir.
- Uygun fiyatlıdır.
- Kamera modülüne entegrasyonu kolaydır.
- Çarpma ve sarsıntılara dayanıklıdır.
- Haberleşme testini yapmadan önce temin edilecektir.
- Yurt içinden kargo ile temin edilecektir.

Model	Çalışma Gerilimi	Çalışma Akımı	Reset Toleransı	Hassasiyeti	Fiyatı	Yazılımsal/Donanımsal	Telemetri Verisi Örneği
Teensy 3.5 Oscillator	1.71 V - 3.6 V	4 mA	Reset sonrasında harici saat ölçümüne devam edecektir.	+/- 500 ppm	(İşlemciye Dahil)	Donanımsal	22/04/2019 - 05:49:12
DS - 1307	3.3 V	300 nA	Reset sonrasında harici saat ölçümüne devam edecektir.	+/- 20 ppm	7.19 TL	Donanımsal	22/04/2019 - 05:49:12

Seçilen Gerçek Zamanlı Saat: Teensy 3.5 Oscillator

- Gerçek zamanlı saat verisi işlemci üzerindeki modül ile elde edilecektir.
- İşlemci
- Modül işlemcinin üzerinde bulunmasından dolayı tabloda işlemci fiyatı belirtilmiştir.
- Görev yükünde hacim ve ağırlık tasarrufu sağlanmıştır.
- İşlemci yurtdışından kargo ile temin edilecektir.

- Yer istasyonu ve görev yükünde XBee Serisi 2-C kablosuz haberleşme modülü kullanıldı.
- İki adet XBee Serisi 2-C ile yer istasyonu ve görev yükü arasındaki radyo iletişimi sağlandı.
- XBee'ler için NET ID numarası takımımıza yarışma tarafından atanan numara olan 43413 olarak belirlendi.
- Görev yükündeki XBee'nin iletim hızı 1 Hz olarak ayarlandı.
- Radyo ayarları iki XBee için de X-CTU yazılımı ile yapılandırılacak.
- Yer istasyonundaki XBee koordinatör olarak, görev yükündeki XBee ise bitiş noktası olarak belirlendi.
- Görev yükündeki XBee, telemetri verilerinin koordinatör XBee'ye iletilmesi için bitiş noktası olarak ayarlandı.
- Telemetri verilerini almak için yer istasyonundaki XBee koordinatör olarak belirlendi.
- Video çekimine başla komutu, koordinatör XBee'den bitiş noktası XBee'ye gönderildi.
- Yer istasyonunda girilecek 5 haneli şifrenin SD karta iletimi iki adet XBee ile sağlandı.

XCTU Working modes Tools Help

Radio Modules

Name: ZigBee Router AT
Function: ZigBee Router AT
Port: COM6 - 9600/8/N/1/N - AT
MAC: 0013A20040C9195F

Radio Configuration [- 0013A20040C9195F]

Read Write Default Update Profile

Product family: XBP24BZ7 Function set: ZigBee Router AT Firmware version: 22A7

▼ Networking
Change networking settings

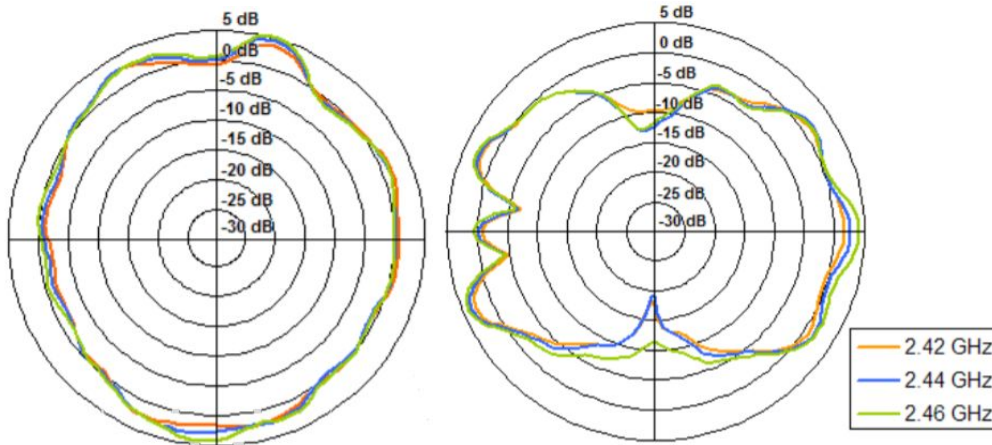
ID PAN ID	43413	
SC Scan Channels	7FFF	Bitfield
SD Scan Duration	3	exponent
ZS ZigBee Stack Profile	0	
NJ Node Join Time	FF	x 1 sec
NW Network Watchdog Timeout	0	x 1 minute
JV Channel Verification	Disabled [0]	
JN Join Notification	Disabled [0]	
OP Operating PAN ID	0	
OI Operating 16-bit PAN ID	FFFF	
CH Operating Channel	0	
NC Number of Remaining Children	C	

▼ Addressing
Change addressing settings

Model	Bağlantı Tipi	Frekans	Yön	Çekim Mesafesi	Fiyatı
Taoglas FXP70	BNC	2.4 Ghz	Her Yöne	5 dBi	27 TL
TL ANT2405 CL	SMA	2.4 Ghz	Her Yöne	5 dBi	9.90 ₺
TL ANT2408 CL	SMA	2.4 Ghz	Her Yöne	8 dBi	29.90 ₺

Anteninin Işıma Örüntüsü

Seçilen Görev Yüğü Anteni: Taoglas FXP70



- Görev yüküne yerleştirilmek için müsait boyuttadır.
- TL ANT-2408 CL'ye göre daha uygun fiyatlıdır.
- Zorlayıcı hava şartlarına dirençlidir.
- Destek kitlerinin kurulumu basittir.
- XBee Serisi 2-C ile uyumlu SMA bağlantılarına sahiptir.
- Yurtdışından temin edilecektir.
- Kurmak için herhangi bir yazılıma ihtiyaç yoktur.

Verinin Boyutu	Verinin Formatı	Verinin Açıklaması	Verinin Örneği
1 Byte	<TAKIM NO>	Takım numaramız “43413” olarak belirlendi.	43413
1 Byte	<PAKET NUMARASI>	Gönderilen veri paketine atanan numaradır.	15
1 Byte	<GÖNDERME ZAMANI>	Veri alış-verişi saatini gerçek zamanlı olarak gösterir.	21/09/2019 - 15:49:07
1 Byte	<BASINÇ>	Atmosferik basınç ölçümü değeridir.	10105.2
1 Byte	<YÜKSEKLİK>	Uçuşa başlanan noktayı yüzey kabul ederek hesaplanan yükseklik.	15.62
1 Byte	<İNİŞ HIZI>	GPS tarafından ölçümü gerçekleştirilir. Birimi m/s'dir.	12.4

Verinin Boyutu	Verinin Formatı	Verinin Açıklaması	Verinin Örneği
1 Byte	<SICAKLIK>	0.01 derece hassasiyetle ölçülür. Birimi C derecedir.	32.23
1 Byte	<PİL GERİLİMİ>	Görev yükünün güç durumunu gösterir. Birimi Volt'dur.	3.75
1 Byte	<GPS LATITUDE>	Görev yükünün enlemsel konumudur.	29.15486
1 Byte	<GPS LONGITUDE>	Görev yükünün boylamsal konumudur.	45.97315
1 Byte	<GPS ALTITUDE>	Görev yükünün GPS'den alınan yükseklik değerini verir.	201.15
1 Byte	<UYDU STATÜSÜ>	Bağlantı kontrol verisidir.	Yükselme

Verinin Boyutu	Verinin Formatı	Verinin Açıklaması	Verinin Örneği
1 Byte	<PITCH>	Yunuslama açısıdır. Birimi derecedir.	11.3
1 Byte	<ROLL>	Yuvarlanma açısıdır. Birimi derecedir.	1.5
1 Byte	<YAW>	Yalpalanma açısıdır. Birimi derecedir.	65.3
1 Byte	<DÖNÜŞ SAYISI>	İniş süresince roll etrafındaki dönüş sayısıdır.	8

Telemetri Verilerinin Hızı ve Gönderim Şekli :

- Veriler 1 Hz olarak yer istasyonuna gönderilecektir.
- Veriler anlık yayın yapılarak gönderilecektir.

Telemetri Veri Formatı :

<TAKIM NO>, <PAKET NUMARASI>, <GÖNDERME SAATİ>, <BASINÇ>, <YÜKSEKLİK>, <İNİŞ HIZI>, <PİL GERİLİMİ>, <GPS LATITUDE>, <GPS LONGITUDE>, <GPS ALTITUDE>, <UYDU STATÜSÜ>, <PITCH>, <ROLL>, <YAW>, <DÖNÜŞ SAYISI>

Örnek Telemetri Paketi :

43413, 15, 21/09/2019 - 15:49:07, 10105.2, 15.62, 12.4, 32.23, 3.75, 29.15486, 45.97315, 201.15, Yükselme, 11.3, 1.5, 65.3, 8

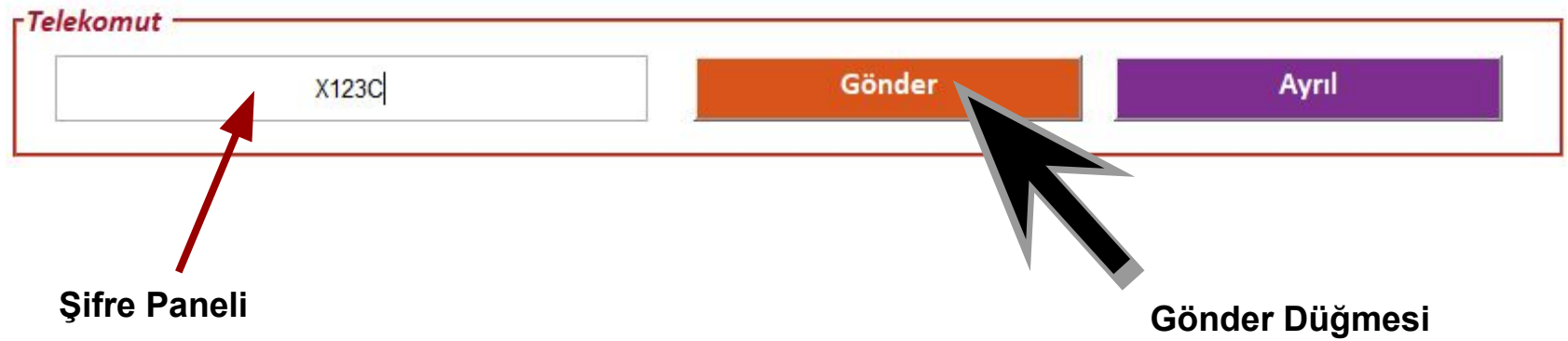
Veri paketi gönderimi örnek sistem prototipi ile gerçekleştirildi.

Telemetri «**APİS 8A_43413.csv**» olarak yer istasyonu bilgisayarına kayıt edilecektir.

Çalışma Prensipleri

Yer istasyonu arayüzünde hakemler tarafından takıma verilen şifrenin girilmesi için bir **şifre paneli** konulmuştur. Bu kısma şifre girildikten sonra '**Gönder**' **düğmesine** basıldığında yer istasyonu yazılımı şifreyi 'string' (karakter dizilimi) olarak kaydedip uyduya XBee yazılımı sayesinde yollar. Uyduda da bir döngü telemetri paketi haricinde bir paket gelişini kontrol eder. Eğer gelen paket karakterlerden oluşuyorsa SD karta kaydeder.

Arayüzdeki Şifre Giriş Paneli



Telekomut

x123ç

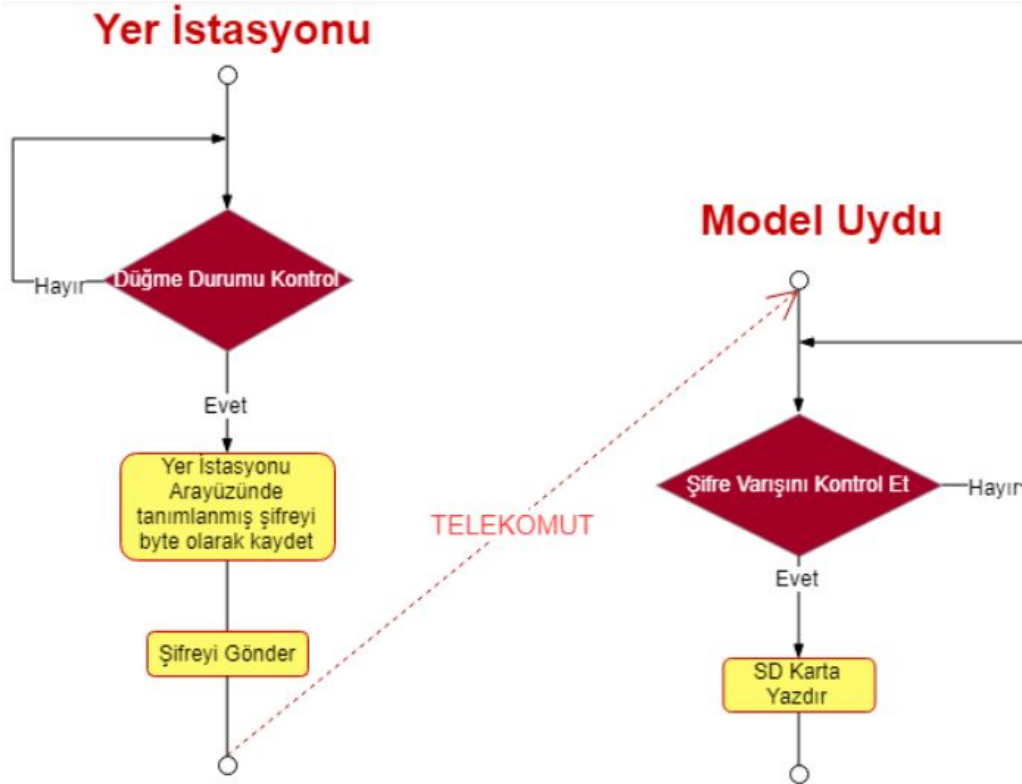
Gönder

Ayrıl

Şifre Paneli

Gönder Düğmesi

Telekomut Şifrenin Akış Diyagramı



Yer istasyonunun yazılımında bir döngü sürekli düğmenin basılma durumunu kontrol eder. Eğer basılmışsa kullanıcı arayüzüne yazılmış şifreyi kaydettikten sonra model uyduya **telekomut** olarak gönderir.

Model uyduda da bir döngü telemetri paketi haricinde herhangi bir şifre paketinin gelip gelmediğini kontrol eder. Eğer gelmişse SD Karta yazdırır.

Elektrik Alt Sisteminin Tasarımı

Gizem AYDIN

Malzeme	Kullanım Amacı
Batarya	Elektronik sistemin güç kaynağıdır.
Voltaj Regülatörü	Gerilimi istenilen aralığa taşır.
Voltaj Bölücü	Teensy 3.5'in analog pininden gelen voltaj değerini okur.
Anahtar	Elektrik akımının geçişini kontrol eder.
Buzzer	Verilen voltaj değerine göre farklı sesleri çıkaran cihazdır. Model uydu yere inince ses çıkararak konumunu bulmamızı sağlar.

İŞLEMCİ DEVRESİ



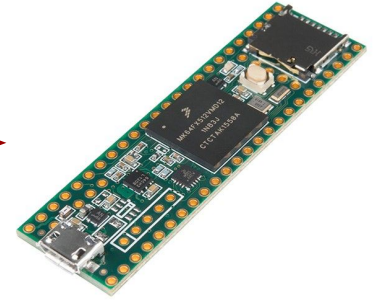
Li-İon Batarya



Anahtar



Voltaj Regülatörü



Teensy 3.5

KAMERA DEVRESİ



x3 Li-Ion Batarya

11.1 V



Anahtar

11.1 V



Verici

5 V

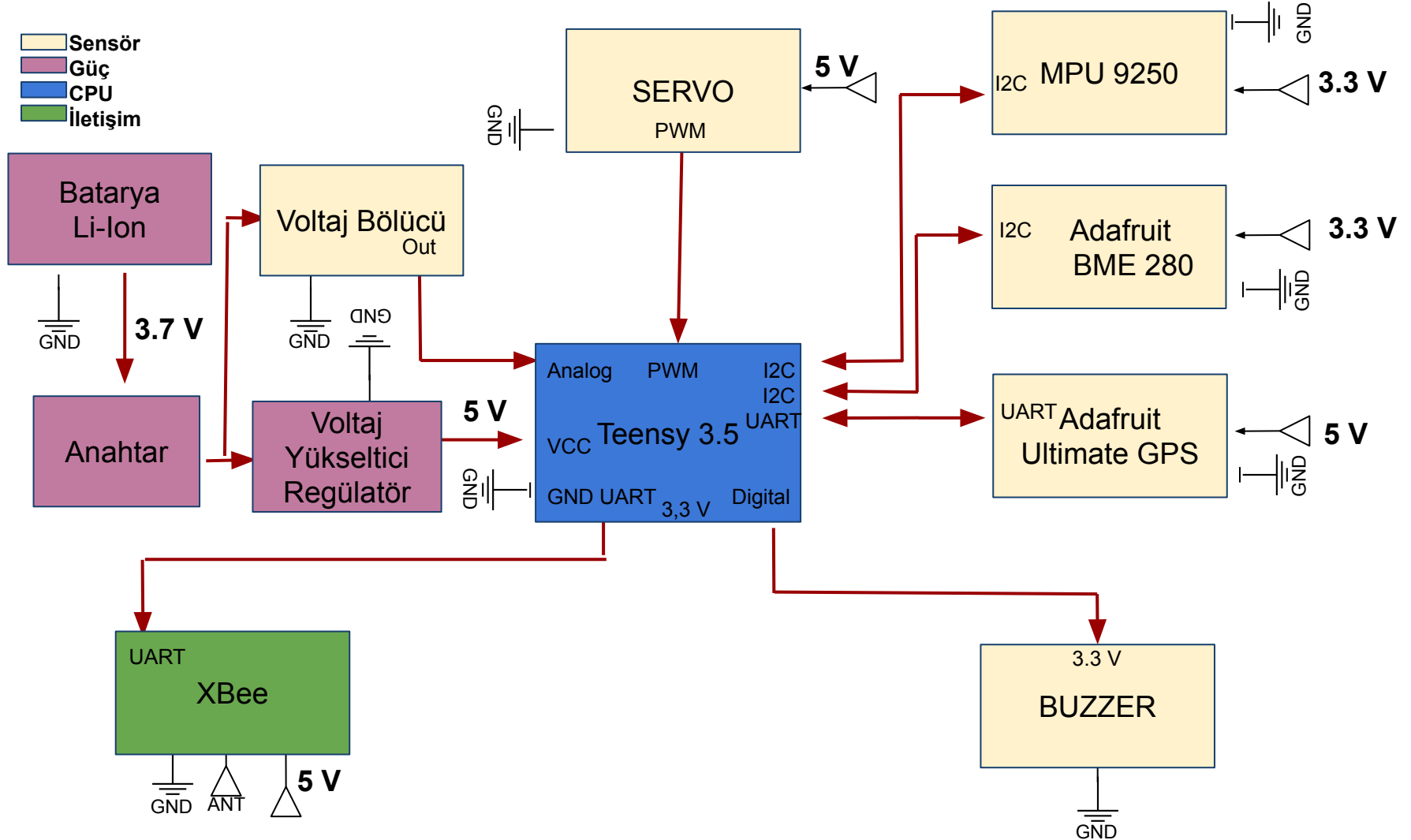


Kamera

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
EASG-01	Model uydunun elemanları 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
EASG-02	Seçilecek pilin sistemin 1 saatlik çalışma süresi boyunca yeterli olması gerekmektedir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-05	✓	✓	✓	✓
EASG-03	Bakış açısı yerküreye bakacak şekilde konulan kamera görüntüleri SD karta video olarak kaydedilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-04		✓	✓	
EASG-04	Kamera video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-04		✓	✓	✓
EASG-05	Elektronik devrede uygun bağlantılar kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	MASG-07		✓	✓	
EASG-06	Alkalın, Ni-MH, Lityum İon piller kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
EASG-07	Görev Yüğü'nün açma kapama düğmesi olup düğmenin, görev yüğü taşıyıcının içindeyken bile ulaşılabilir bir konumda olması gerekmektedir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
EASG-08	Görev yüğü, görev yaptığı sürede sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	UYG-01		✓	✓	

- Sensör
- Güç
- CPU
- İletişim





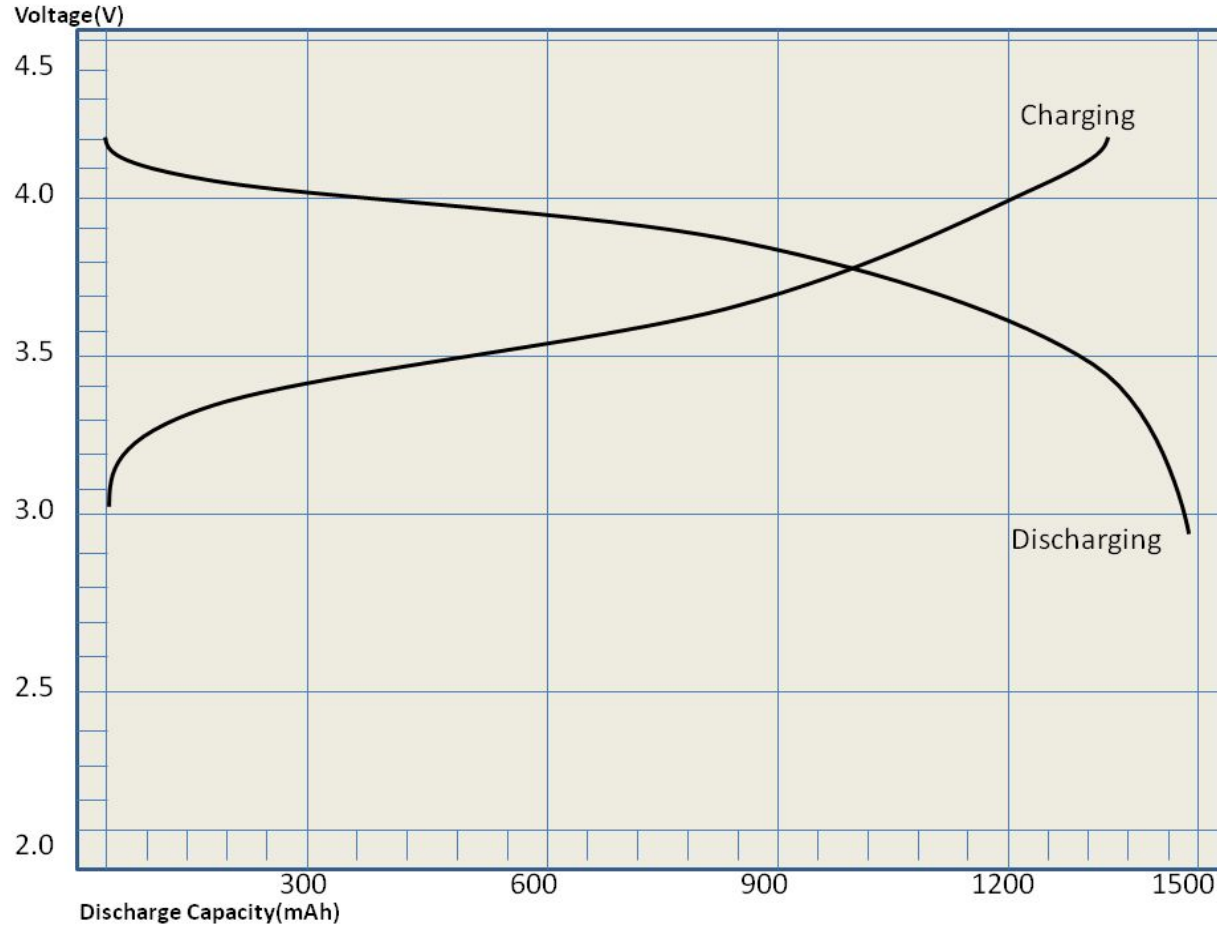
Model	Tip	Gerilim Değeri	Kapasitesi	Boyutları	Ağırlığı	Fiyat
ORION 26650	Li-Ion	3.7 V	5000 mAh	26 mm x 66 mm	51 g	49.90 TL
Samsung 18650	Li-Ion	3.7 V	2600 mAh	18.4 mm x 65 mm	47 g	34 TL
MeiBoAll	Li-Ion	3.7 V	3500 mAh	18 mm x 66 mm	24 g	20 TL

Seçilen Görev Yüğü Bataryası: ORION 26650

- Yüksek kapasitelidir.
- Makul fiyatlıdır.
- Yurtiçinden temin edilecektir.
- Uygun gerilim değerine sahiptir.
- Bütün devreyi sorunsuz 1 saat besleyebilecek kadar kapasiteye sahiptir.
- Şarj edilebilir.



Seçtiğimiz batarya ORION 26650 çalışma grafiğı aşağıdaki gibidir.



Bileşen	Voltaj (V)	Akım (mA)	Güç (mW)	Güç Tüketimi (mWx1h)	Görev Süresi (%)	Tolerans Değeri (%V)	Bilgilerin Kaynak
Teensy 3.5	5	45	225	225	100	~ 2.2	Datasheet
Adafruit BME 280	3.3	0.0042	0.01386	0.01386	100	~ 0.3	Datasheet
Buzzer	3.3	30	99	99	25	~ 0.2	Datasheet
MPU 9250	3.3	3.2	10.56	10.56	100	~ 0.3	Datasheet
Adafruit Ultimate GPS	5	20	100	100	100	~ 0.3	Datasheet
XBEE S2C (Görev Yüğü)	5	120	600	600	100	~ 1.7	Datasheet
Servo	5	200	1000	1000	10	~ 1.4	Datasheet

Toplam Tüketilen Güç (1 saat):	$2034.574 \text{ mW} \times 1 \text{ h} = \mathbf{2034.574 \text{ mWh}}$
Toplam Tüketilen Akım (1 saat):	$418.204 \text{ mA} \times 1 \text{ h} = \mathbf{418.204 \text{ mAh}}$
Bataryanın Güç Kapasitesi:	$5000 \text{ mAh} \times 3.7 \text{ V} = \mathbf{18500 \text{ mWh}}$
Bataryanın Akım Kapasitesi:	5000 mAh
Güç Toleransı (1 saat):	$18500 \text{ mWh} - 2034.574 \text{ mWh} = \mathbf{16465.426 \text{ mWh}}$
Akım Toleransı (1 saat):	$5000 \text{ mAh} - 418.204 \text{ mAh} = \mathbf{4581.796 \text{ mAh}}$

Görüldüğü üzere görev yükü pili sistemin 1 saat sorunsuz çalışabilmesi için yeterli kapasiteye sahiptir.

Batarya Li-Ion şarj aleti kullanılarak şarj edilecektir.

Kamera devresi için ayrı bir pil kullanıldığından güç tüketimini de ayrı hesaplamak uygun görülmüştür.
(Kamera devresi için 3 tane 3.7 V'luk 850 mAh'lık seri bağlı piller kullanılacaktır.)

Bileşen	Voltaj (V)	Akım (mA)	Güç (mW)	Güç Tüketimi (mWx1h)	Görev Süresi (%)	Tolerans Değeri (%V)	Bilgilerin Kaynak
Turbowing Cyclops 3V3	5	25	125	125	100	~ 1	Datasheet
Eachine TS832	11.1	600	6660	6660	100	~ 4.9	Datasheet

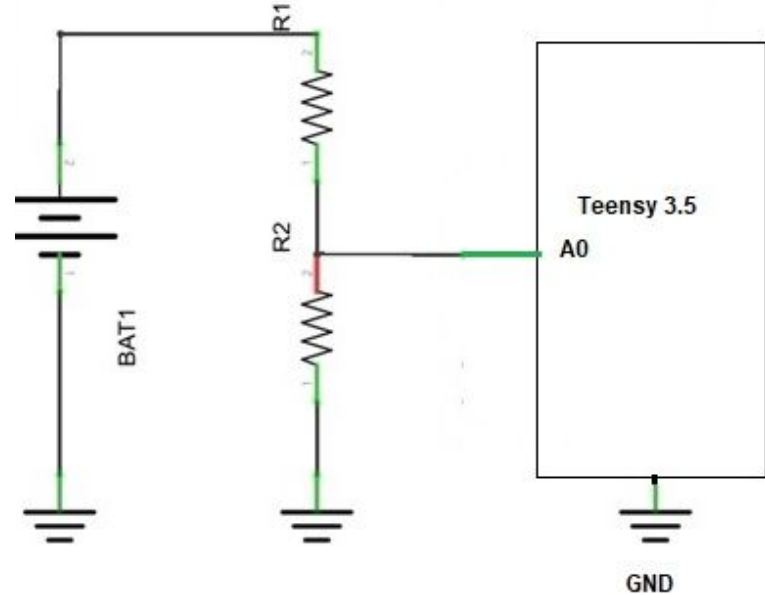
Toplam Tüketilen Güç (1 saat):	6785 mWh
Bataryanın Güç Kapasitesi:	9435 mWh
Akım Toleransı (1 saat):	850 mAh - 625 mAh = 225 mAh
Güç Toleransı (1 saat):	9435 mWh - 6785 mWh = 2650 mWh

Tablolardan görüldüğü üzere kamera devresi için seçilen pil kamera devresinin 1 saatlik çalışma süresi boyunca yetecek güce sahiptir.

Batarya Li-İon şarj aleti kullanılarak şarj edilecektir.

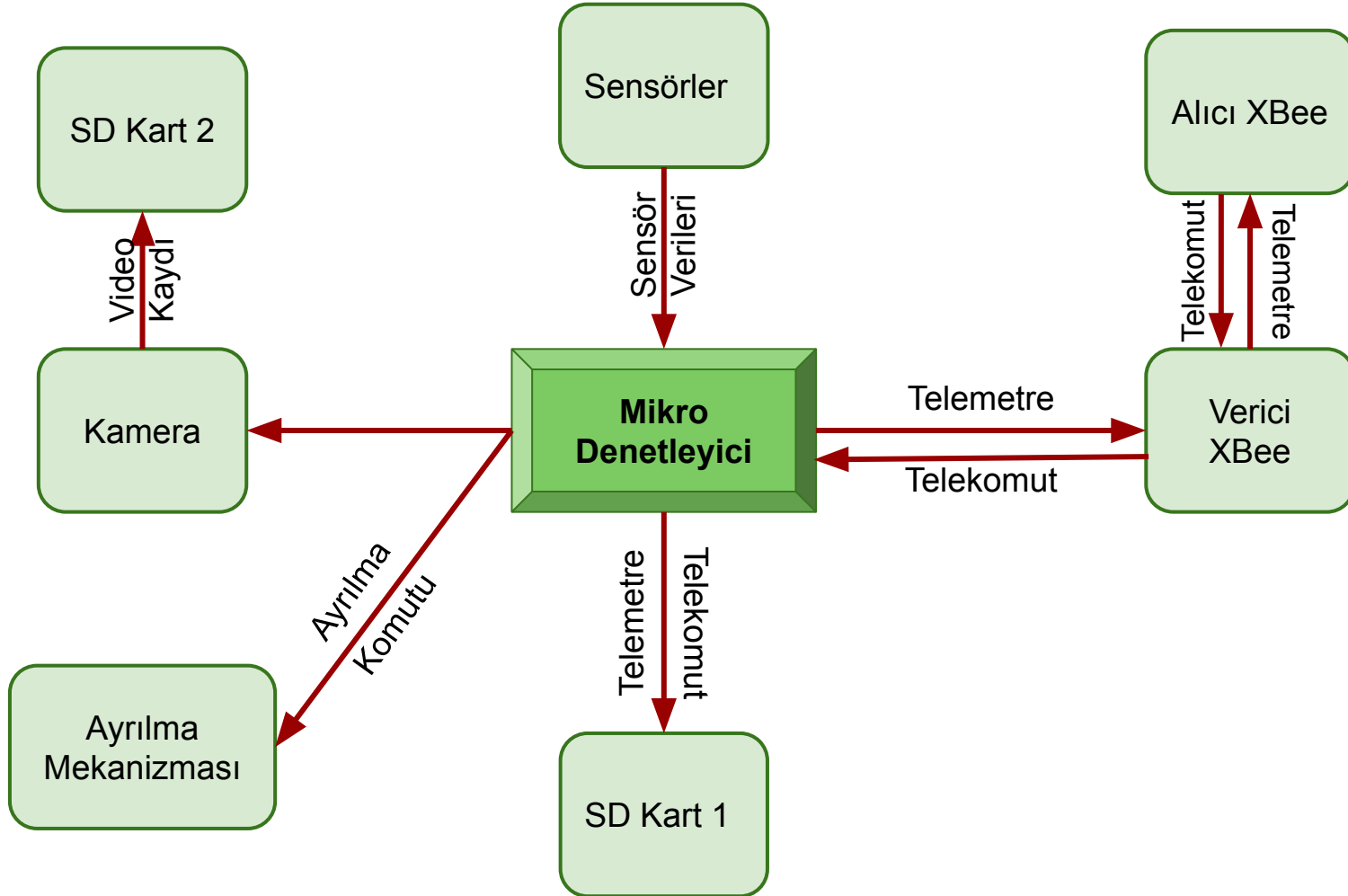
Pil gerilimi Teensy 3.5'in analog A0 pini üzerinden voltaj bölücüler yardımı ile ölçülecektir. A0 pini 0-5 V arasını ölçer bu yüzden iki direnç kullanarak yüksek voltaj değerlerini uygun aralığa getirip ölçmek işimize yarayacaktır. Aşağıdaki formül ile çıkış gerilimi ayarlanabilir:

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$



Uçuş Yazılımı Tasarımı

Resul DAGDANOV



Geliştirme Platformları :

- Arduino İDE ve Dev C++

Uçuş Yazılımının Genel Yapısı :

- Görev yükündeki sensörlerden gelen telemetre verileri Teensy 3.5 kullanılarak işlenecektir.
- Sensörlerden toplanılan veriler paket sayısı ve görev zamanı ile beraber yer istasyonuna gönderilecektir. Her paket iletimi sonrası paket numarası ve görev süresi 1 arttırılacaktır.
- Gönderilen telemetre verileri aynı zamanda görev yükünde yer alan SD karta kaydedilecektir.
- Görev süresince görev yükündeki kamera yer istasyonuna canlı video aktarımı yapacak ve bu videoyu kamera üzerinde bulunan SD karta kaydedecektir.
- Model uydu inişe geçtikten sonra 400 metreye geldiğinde mikro denetleyici tarafından verilen komut ile servo harekete geçecek ayrılma gerçekleşecektir. Ayrılma gerçekleşmemesi durumunda yer istasyonundan verilen komut ile direkt servo aktive edilecek ve görev yükünü taşıyıcıdan ayıracaktır.
- Yer istasyonundan gönderilen bir telekomut mesajı geldiğinde mikro işlemci bunu anlayacak ve SD karta bu veriyi kaydedecektir.
- Uydu yere indikten sonra sesli ikaz verecek ve 1 dakika boyunca yer istasyonuna telemetre verisini göndermeye devam edecektir. GPS sensöründen alınan canlı konum verisi kullanılarak uçuş sonrası model uydunun indiği yerin tespiti yapılacaktır.

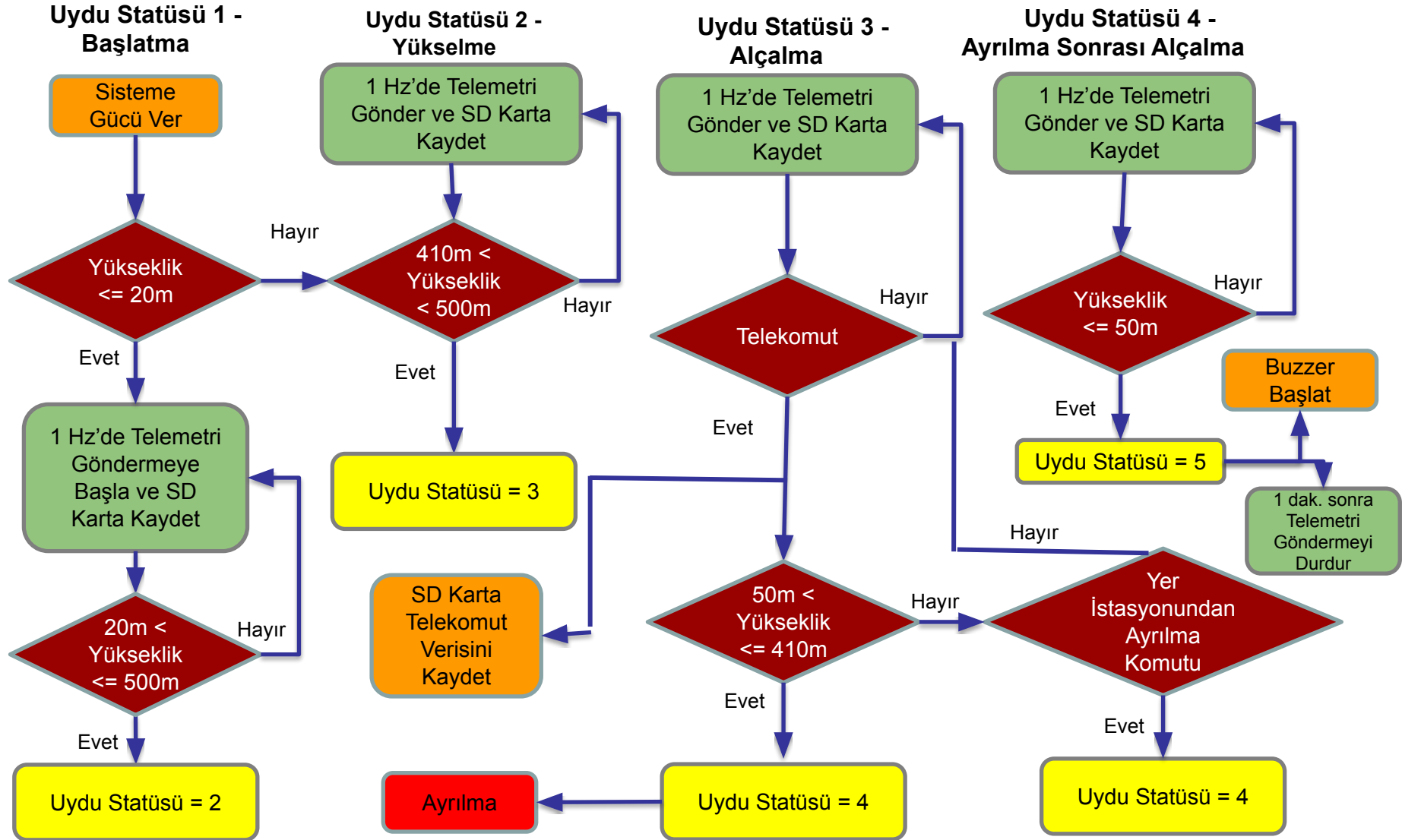
Kullanılan Programlama Dilleri :

- C / C++

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
UYG-01	Telemetri verileri görev yükünde bulunan SD karta ayrıyeten yazdırılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-08		✓		
UYG-02	Bakış açısı yerküreye bakacak şekilde konulan kamera görüntüleri SD karta video olarak kaydedilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-08		✓		
UYG-03	Model uydu, sistem çalışmaya başladığı andan itibaren video görüntüsünü ve telemetri verilerini yer istasyonuna gönderecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	EASG-08		✓		
UYG-04	Görev yükü yere iniş yaptıktan sonra 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-07		✓		
UYG-05	400 metre yükseklikte Taşıyıcı ve Görev yükü otonom ayrılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-01		✓		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
UYG-06	Ayrılmama durumunda yer istasyonundan gelen komutla model uydu ayrılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-07		✓		
UYG-07	Model uydu yere temas ettiğinde sesli ikaz vermelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		✓	✓	
UYG-08	Hakemler tarafından atanan 5 haneli şifre telekomut olarak yer istasyonundan uçuş anında Görev yüküne iletmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-08		✓	✓	
UYG-09	Görev yükü, görev yaptığı sürede sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	YIG-02		✓	✓	

Uçuş Yazılımı Durum Diyagramı (1/2)



İşlemcinin Yeniden Başlaması Durumu:

- Yükseklik, paket numarası, telekomut (varsa) verileri ve uçuş süresi kullanılarak model uydunun statüsü belirlenecektir.
- Bütün telemetre verileri 1 Hz ile yer istasyonuna ve SD karta gönderilirken aynı zamanda mikro işlemcinin EEPROM'una da kaydedilecektir. İşlemcinin yeniden başlaması durumunda bu veriler yeniden güncellenerek en son kaldığı paket numarası, uçuş süresi verilerinin üzerine yazdırmaya devam edecektir.

Yere İnışte Kurtarma İçin Kullanılacak Veriler:

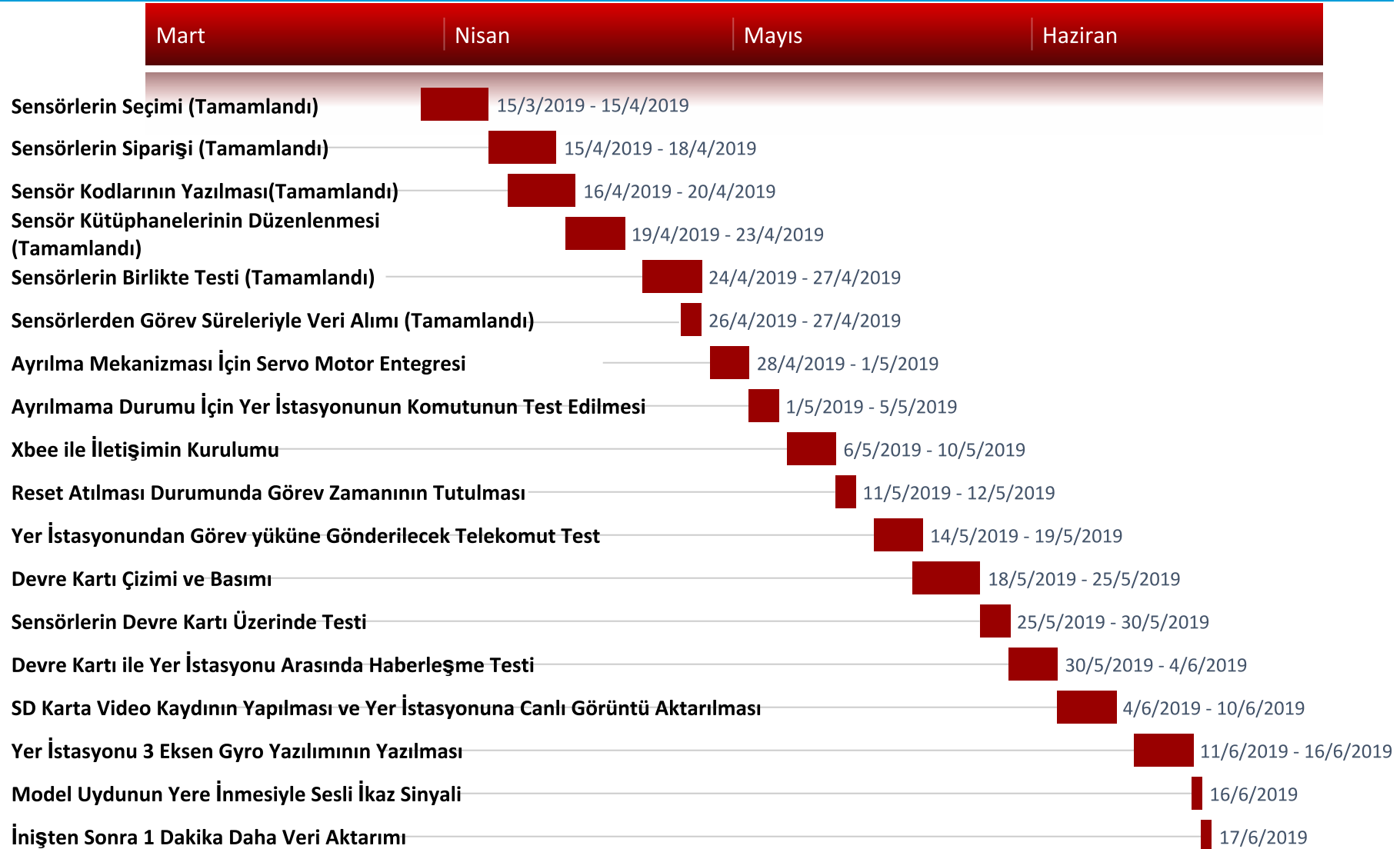
- Yere inişte GPS sensöründen alınan 3 boyutlu konum veriler yer istasyonundan okunacak. Bu veriler Model Uydu'nun konumunu bulmak için kullanılacaktır.
- Yere inişini gerçekleştirmiş Model Uydu'dan çıkan sesli ikaz ile kurtarma gerçekleşecektir.

Yazılım Geliştirme Planı:

- Her bir sensörün C++ kütüphaneleri yarışma isteklerine göre incelendi ve düzenlendi.
- Sensörlerin kendi C++ kodlarının çalıştığı kontrol edildi.
- Seçilen sensörlerin I2C adresleri kontrol edildi ve yanlış veri göndermeleri engellendi.
- Bütün sensörlerin kodları yüklendi ve düzgün çalıştığı test edildi.
- Sensörlerden daha sağlıklı veri almak için kalibrasyonları yapılacak.

Prototipleme ve Başlangıç Testleri:

- Seçilen bütün sensörler breadboard üzerinde ayrı ayrı test edildi.
- Ayrı ayrı düzgün veri verdiklerine emin olduktan sonra bütün sensörler aynı devrede test edildi.
- Sensörlerden gelen verileri hem görev yükü devresinde bulunan sd karta kaydettiği hem de canlı olarak serial ekranda gösterildiği görülmüştür.
- Başarılı geçen testler sonucu Altium Designer programı ile devre kartı çizimine başlanmıştır.



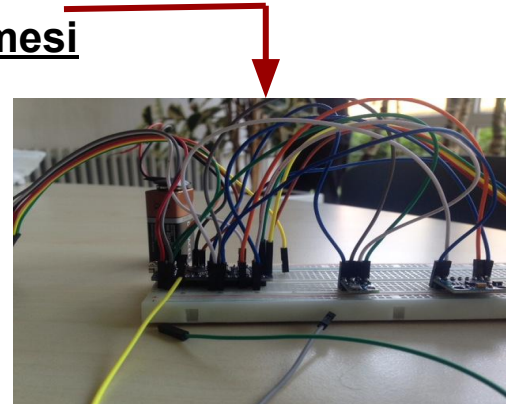
Gelecekte Yapılması Planlananlar:

- Devre kartının basımından sonra bütün elektronik sensörleri bir araya getirilecek ve devre kartı testi yapılacak.
- Sensörlerin kalibrasyonu yapılacak ve doğru ve düzgün değerlerde veri gönderildiğinden emin olunacak.
- Görev yükü kameradan yer istasyonuna canlı görüntü aktarımı testi yapılacak.
- Kameranin çektiği videonun aynı zamanda üzerinde bulunan sd karta kaydettiği görülecek.
- Otonom olarak 400 metrede ayrılmanın gerçekleşmesini sağlayacak olan algoritma yazılacak ve test edilecek.
- Yer istasyonundan gelen telekomut bilgisini görev yükü devrede bulunan bulunan sd karta kaydettiği görülecek.

BreadBoard Üzerinde Sensörlerin Test Edilmesi

Yazılım Geliştirme Ekibi:

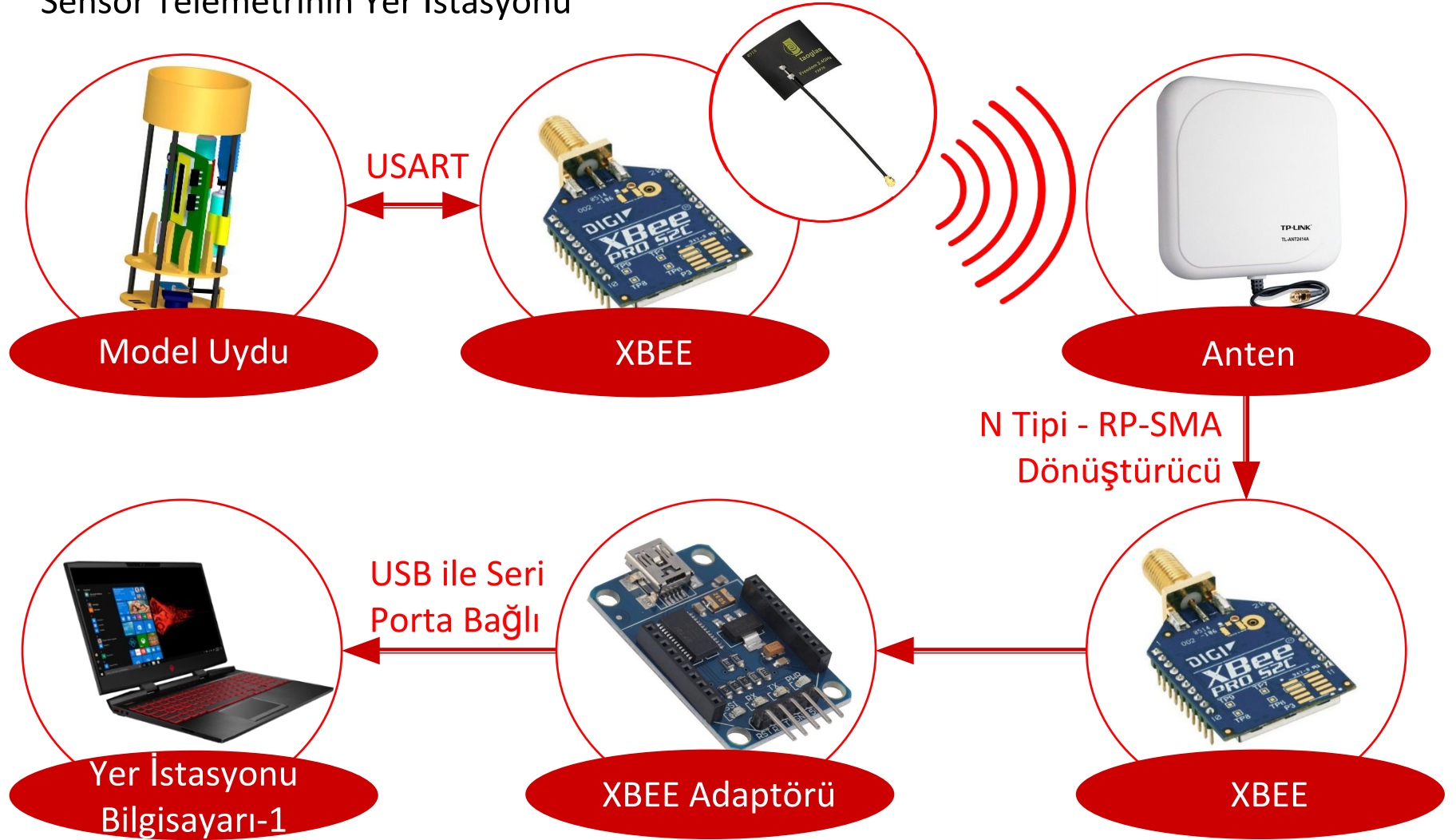
- Resul Dagdanov
- Petek Dilan Çağlı



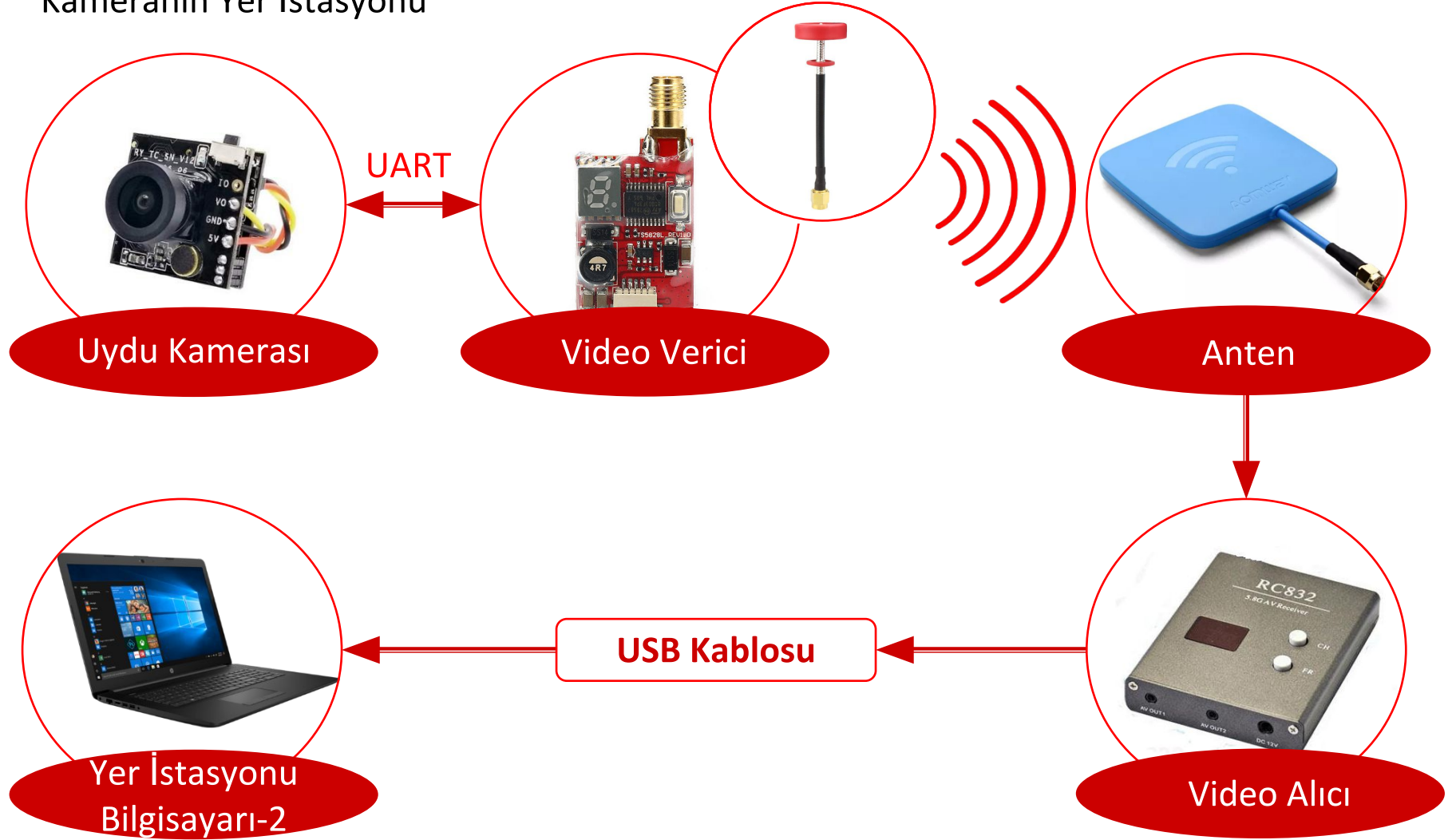
Yer İstasyonu Tasarımı

Petek Dilan ÇAĞLI

Sensör Telemetrinin Yer İstasyonu



Kameranın Yer İstasyonu



No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
YIG-01	Ayrılmama durumunda yer istasyonundan gelen komutla model uydu ayrılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01		✓		✓
YIG-02	Görev yükünden gelen telemetri verileri yer istasyonunda kaydedilmeli ve gerçek zamanlı gösterilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,02		✓		
YIG-03	Yer istasyonunda telemetri verileri doğru birimlerle grafiklere gerçek zamanlı olarak çizilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,02,07		✓		
YIG-04	Video yer istasyonunda gerçek zamanlı izlenmeli ve kaydedilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,03,04		✓		
YIG-05	Yer istasyonu bilgisayarının en az iki saat dayanacak şarjı olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01,08	✓	✓	✓	✓
YIG-06	Model uydunun duruş bilgisi jiroskop sensöründen gelen veriler doğrultusunda simüle edilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-09		✓		✓

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
YIG-07	Ayrılmama durumunda yer istasyonundan gelen komutla model uydu ayrılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01		✓		
YIG-08	Hakemler tarafından atanan 5 haneli şifre telekomut olarak yer istasyonundan uçuş anında Görev yüküne iletmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVI-01		✓		

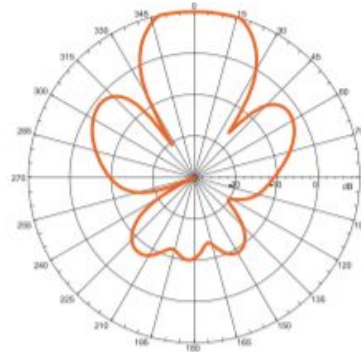
Model	Bağlanma Tipi	Frekansı	Yönü	Kazancı	Fiyatı
TL-ANT2414A	N-Tipi	2.4 Ghz	Tek Yönlü	14 dBi	278 TL
TL-ANT2415D	N-Tipi	2.4 Ghz	Çok Yönlü	15 dBi	239.90 TL
TL-ANT2424B	N-Tipi	2.4 Ghz	Tek Yönlü	24 dBi	217 TL

Seçilen Anten: TL-ANT2414A

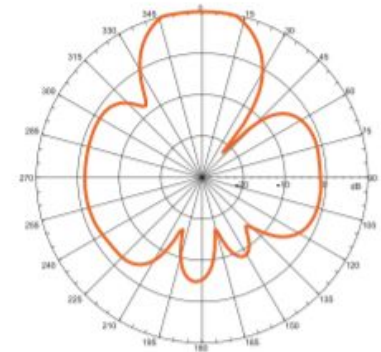
- Tek yönlü olmasına rağmen güçlü sinyal alması.
- Kolaylıkla temin edilebilir olması.
- Uygun kapsama alanının olması.
- Takımda daha önce deneyimlenmiş olması.
- Yurtiçinden temin edilecektir.

Kullanılacak Anten Işıma Modeli

V-Plane Co-Polarization Pattern



H-Plane Co-Polarization Pattern



Model	Bağlanma Tipi	Frekans	Yön	Kazanç	Fiyat
Aomway ANT005	SMA Male	5.8 Ghz	Tek Yönlü	14 dBi	89.90 TL
Eachine StingPad	Rp-SMA	5.8 Ghz	Çok Yönlü	16 dBi	30 TL

Kamera için Seçilen Anten: Aomway ANT005

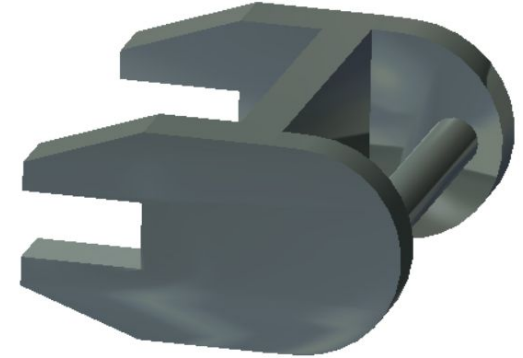
- Tek yönlü olmasına rağmen güçlü sinyal alması.
- Uygun fiyatlı olması.
- Uygun frekansta olması.
- Kolaylıkla temin edilebilir olması.
- Yurtiçinden temin edilecektir.



Yöntem	Malzeme	Ağırlık	Fiyat
Elde taşıma	3D Yazıcı	0.09 kg	20 TL
Masa üstünde tripod	Metal Plastik	1.9 kg	197 TL

Seçilen Anten Taşıma Stratejisi: Elde Taşıma

- Tripoda kıyasla daha hafif olması.
- Bütçemize daha uygun fiyatlı olması.
- Üretiminin kolay olması.
- Tasarımının pratik olması.
- Antenle uyumlu olması.
- Takımda benzerinin daha önce deneyimlenmiş olması.

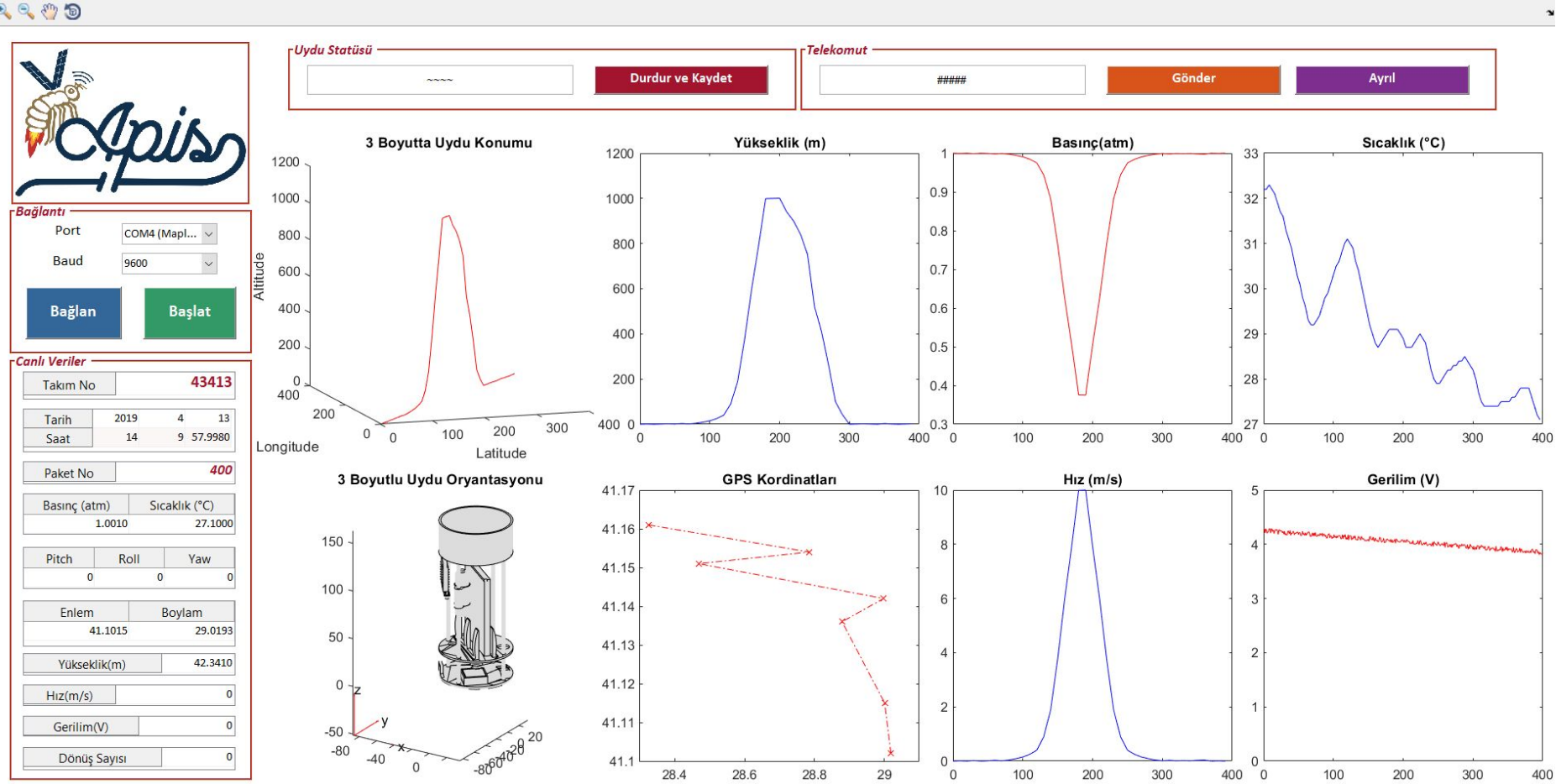


Dipnot: Bu dizayn 3D Yazıcı teknolojisi ile iki ayrı parça şeklinde basılıp daha sonra epoksi ile bir araya getirilebilir.

Anten Düzeneginin Kurulumu ve Güvenlik Önlemleri

- Anten yer istasyonuna yakın konumlandırılacaktır.
- Antenin elinde taşınması içinde biri görevlendirilecektir.
- Görevlendirilen kişi anteni uçuş boyunca model uyduya doğrultacaktır.
- Çevredeki insanların takılmaması için antenin kablosu kısa tutulup yere değmemesi sağlanacaktır.
- Yer istasyonunun bulunduğu bölgeye emniyet şeridi çekilecektir.
- Antenin kullanıldığı bölgeye giriş çıkışı engellemesi için biri görevlendirilecektir.

Yer İstasyonu Kullanıcı Arayüzü Prototipi



Kamera görevinin verileri başka bir bilgisayarda gösterilecektir.

Kullanılacak Yazılım Paketleri

- Matlab GUI
- XCTU Digi XBee Software

Telemetry Paketi Modeli

<TAKIM NO>,<PAKET NUMARASI>,<GÖNDERME ZAMANI>,<BASINÇ>,<YÜKSEKLİK>,<İNİŞ HIZI>,<SICAKLIK>,<PİL GERİLİMİ>,<GPS LATITUDE>,<GPS LONGITUDE>,<GPS ALTITUDE>,<UYDU STATÜSÜ>,<PITCH>,<ROLL>,<YAW>,<DÖNÜŞ SAYISI>

- Her bir değer virgülle ayrılacaktır.

Verilerin Arşivlenmesi ve Arayüze Geri Alınması

- Veriler komut yazılımı kullanılarak oluşturulan yer istasyonuna kaydedilecektir.
- Veriler komut yazılımında gerçek zamanlı kaydedilip Matlab GUI yardımıyla canlı olarak grafiğe çevrilecektir.

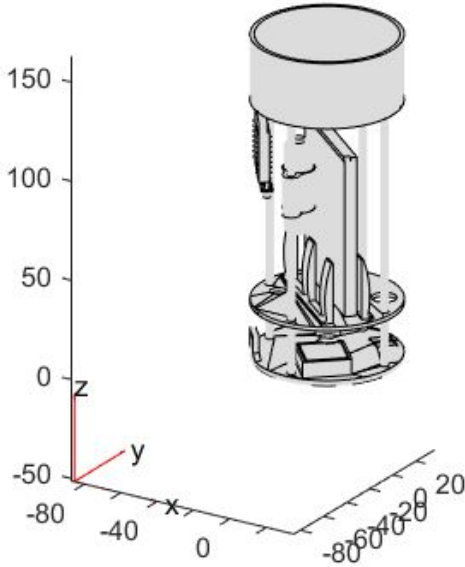
Verilerin Yarışma Görevlilerine Teslimi

- Veriler bilgisayarda .csv formatında virgülle ayrılmış vaziyette bulunacaktır.
- Dosyanın «**APİS 8A_43413.csv**» şeklinde isimlendirilecektir.
- Yarışma görevlilerine flash bellek ile teslim edilecektir.

5.2 Uydu Eksen Duruş Simülasyonunun Oluşturulması

Model uydunun bir kopyası Catia programında çizilip .stl formatında kaydedildikten sonra geometrisi MATLAB'a aktarılıp gelen jiroskop verilerini göre uydu Matlab'te rotate() fonksiyonu sayesinde açısını değiştirecektir.

3 Boyutlu Uydu Oryantasyonu



Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi

Sercan SALDAMLI

1

Sensör ve Uçuş Yazılımı Alt Sistemi

Seçilen sensörler bir breadboard üzerinde bir araya getirilecek ve uçuş yazılımı test edilecektir.

2

Haberleşme Alt Sistemi

Seçilen antenler, breadboard üzerinde kurulan sisteme entegre edilecektir. XBee'ler arası veri iletimi kontrol edilecektir.

3

Elektrik Alt Sistemi

Sensör ve Haberleşme Alt Sistemleri başarıyla çalıştıktan sonra PCB çizilecek ve bastırılacaktır. Daha sonrasında ise sensörler PCB'ye lehimlenecektir.

4

İniş Alt Sistemi

Paraşütler öncelikle ağırlıklara bağlanarak serbest düşüş testlerine tabii tutulacaktır. Başarıyla çalışan paraşütler görev yükü ve taşıyıcı gövdesine bağlanacaktır.

5

Mekanik Alt Sistemi

Görev yükü ve taşıyıcı üretimleri tamamlandıktan sonra diğer alt sistemlerin entegrasyonu gerçekleştirilecektir.

Sensör ve Uçuş Yazılımı Alt Sistemi Testleri: Sensörler Arası Haberleşmenin Kontrolü, Telemetrinin Kontrolü.

Haberleşme Alt Sistemi Testleri: Alınan Telemetrinin İletilmesi Testi, Yer İstasyonunda Grafiklerin Çiziminin Kontrolü.

Elektrik Alt Sistemi Testleri: Sistem Çalışma Süresi Testi, PCB Çalışma Testi, Lehimlerin Kontrolü, Sıcaklık Testi.

İniş Alt Sistemi Testleri: Paraşüt Açılma Testi, Gerekli Hızın Sağlanması Testi, Paraşüt Bağlantı Noktalarının Sağlamlık Testi.

Mekanik Alt Sistem Testleri: Titreşim Testi, Şok Testi, Sıcaklık Testi, Ağırlık Testi.

Barometrik Sensör: Breadboard üzerinde test edilecektir. Veriler barometreden ve termometreden alınan değerlerle karşılaştırılacaktır. *(Sensör Alt Sistem Ekibi, Temmuz 2019)*

GPS Modülü: Breadboard üzerinde test edilecektir. Alınan konum verisi Google Maps'ten teyit edilecektir. *(Sensör Alt Sistem Ekibi, Temmuz 2019)*

Gerçek Zamanlı Saat: Breadboard üzerinde test edilecektir. Telemetri verisinden sağlama yapılacaktır. *(Sensör Alt Sistem Ekibi, Temmuz 2019)*

Auto-Gyro Sensörü: Breadboard üzerinde test edilecektir. Ve elle farklı açılara çevrilip bu değişimler serial porttan okunacaktır. *(Sensör Alt Sistem Ekibi, Temmuz 2019)*

Haberleşme Modülü: Breadboard üzerinde test edilecektir. Sensörlerden alınan telemetri verileri XCTU üzerinde görülecektir. *(Haberleşme Alt Sistem Ekibi, Temmuz 2019)*

Kamera: Breadboard üzerinde kurulan sisteme entegre edilecektir.Devre yer istasyonundan belirli aralıklarla uzaklaştırılacak ve görüntü aktarımının maksimum menzili hesaplanacaktır.

Yer İstasyonu: Gelen verilerin çizimin yapılıp yapılmadığı test edilecektir. *(Sensör Alt Sistem Ekibi, Temmuz 2019)*

Paraşüt İpleri ve Paraşüt: Düşme Testi yapılacak ve bağlantı noktalarının sağlamlığı test edilecektir. Paraşütler ise su dolu şişelere bağlanarak serbest düşüşe bırakılacaktır. *(Mekanik Alt Sistem Ekibi, Haziran 2019)*

Görev Yüğü ve Konteyner İskeleti: Titreşim, Sıcaklık testleri yapılıp gövdenin mukavemeti test edilecektir. *(Mekanik Alt Sistem Ekibi, Haziran 2019)*

Servo Motor ve Ayrılma Mekanizması Testi: Ayrılma testi öncelikle yerde test edilecek ve ayrılmanın sağlandığı görüldükten sonra dronla tekrar test yapılacaktır. *(Mekanik Alt Sistem Ekibi, Ağustos 2019)*

01	Sensör ve Uçuş Yazılımı Alt Sistemi (Elektronik Ekip, Temmuz)	<ul style="list-style-type: none">• Sensörlerden alınan verilerin doğruluk testi,• Telemetrinin Yarışma İsterlerine Uygunluk Testi,• Uçuş Statü Değişimlerinin Gözlenmesi Testi
02	Haberleşme Alt Sistemi (Elektronik Ekip, Ağustos)	<ul style="list-style-type: none">• XCTU üzerinde XBee Bağlantısı Kurulma Testi,• Mesafe Testi Yapılması,• Alınan Telemetrinin Serial Porttan Kontrol Edilmesi
03	Güç Alt Sistemi (Elektronik Ekip, Temmuz)	<ul style="list-style-type: none">• Sistem Çalışma Süresi Testi,• PCB Sensör Besleme Testi,• Akım ve Voltaj Testi
04	İniş Alt Sistemi (Mekanik Ekip, Haziran)	<ul style="list-style-type: none">• Paraşüt Açılma Testi,• Yarışma İster Hızlarının Sağlanması Testi• Paraşüt Bağlantı Noktalarının Sağlamlık Testi
05	Mekanik Alt Sistemi (Mekanik Ekip, Haziran)	<ul style="list-style-type: none">• Titreşim Testi,• Sıcaklık Testi,• Şok Testi

Haberleşme Testi: Haberleşme testi öncelikle okul içerisinde kısa mesafelerde yapılacak, sağlıklı bağlantı sağlandıktan sonra drone ile 750 metre mesafede bağlantı ve telemetri iletimi test edilecektir.

Mekanizma Testleri: Öncelikle tüm mekanizmaların sağlamlık testleri yerde yapılacaktır. Tüm parçalar testleri geçtikten sonra drone ile düşüş testi yapılacak.

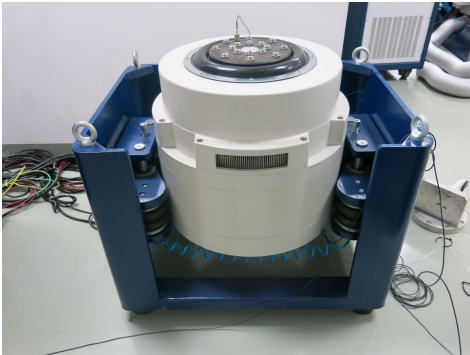
Ayrılma Testleri: Ayrılma sistemi algoritması yükseklik verisine bağlı olduğundan ilk önce düşük yüksekliklerde ayrılma test edilecektir. Sistemin sağlıklı çalıştığından emin olunduktan sonra ayrılma drone ile test edilecektir.



Düşme Testi: Paraşüte 1 m uzunluğunda bir ip bağlanacak ve model uydu 1m yüksekten bırakılıp parçaların şoka olan tepkisi gözlemlenecektir. Ayrıca drone ile bırakılacak ve yerle çarpışma sonrası uydunun son durumu gözlenecektir.

Termal Test: İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesinde bulunan test fırını kullanılacak ve sıcaklık dereceleri 60'a kadar yükseltilecektir.

Titreşim Testi: Titreşim testi, İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi küp uydu laboratuvarında elektrodinamik test ekipmanı ile yapılacaktır.



Görev Operasyonu ve Analizler

Aykut ÜÇTEPE



Yarışma

Alanına Varış

Yarışma alanına varıldıktan sonra anten ve yer istasyonunun kurulumu gerçekleştirilecektir. Yer istasyonu kurulduktan sonra anten bilgisayara bağlanacaktır.

Uçuş Öncesi

Mekanik ve Elektronik ekip tarafından uydunun uçuşa hazırlığı ve hasar kontrolü yapılacaktır.

Yerleştirme

Uydunun yer istasyonu ile sağlıklı şekilde haberleştiğinden emin olunduktan sonra, uydu drone'a yerleştirilecektir.

Uçuş

Uydu iniş boyunca telemetri ve görüntü aktarımı yapacaktır. Ayrıca konteyner ile görev yükünün otonom olarak ayrılması sağlanacaktır.

Kurtarma

Görev yükü ve taşıyıcı fosforlu renkleri sayesinde iniş boyunca takip edilecektir. Ayrıca görev yükü yere indiğinde buzzer aktifleşecek ve kurtarma sağlanacaktır.

Analiz

Alınan ve SD karta kaydedilen telemetri ve görüntü verileri incelenecek ve jüriye teslim edilecektir. Alınan veriler görselleştirilecek ve PFR hazırlanacaktır.

Yer İstasyonu:

Petek Dilan

Kurtarma:

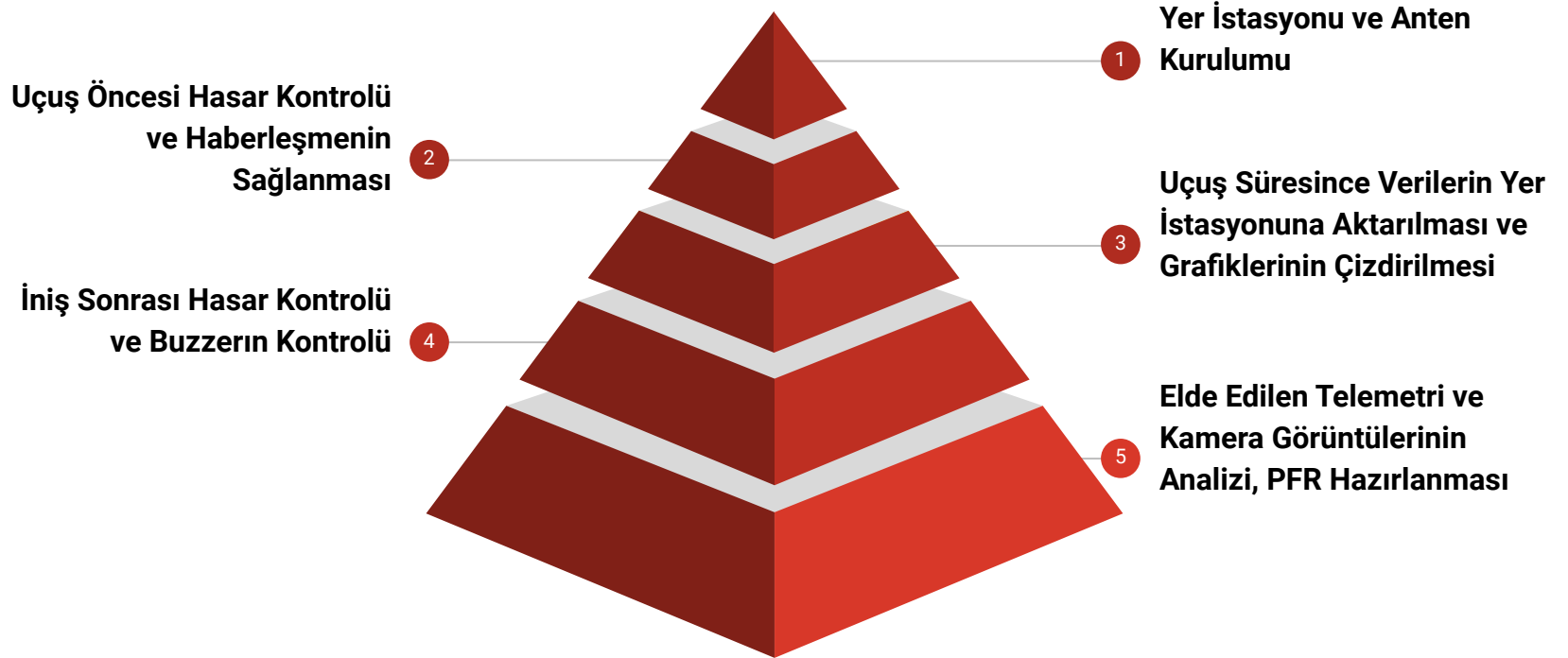
Çağlar (Taşıyıcı)
Gizem (Görev Yüğü)

Görev
Koordinatörü:
Aykut

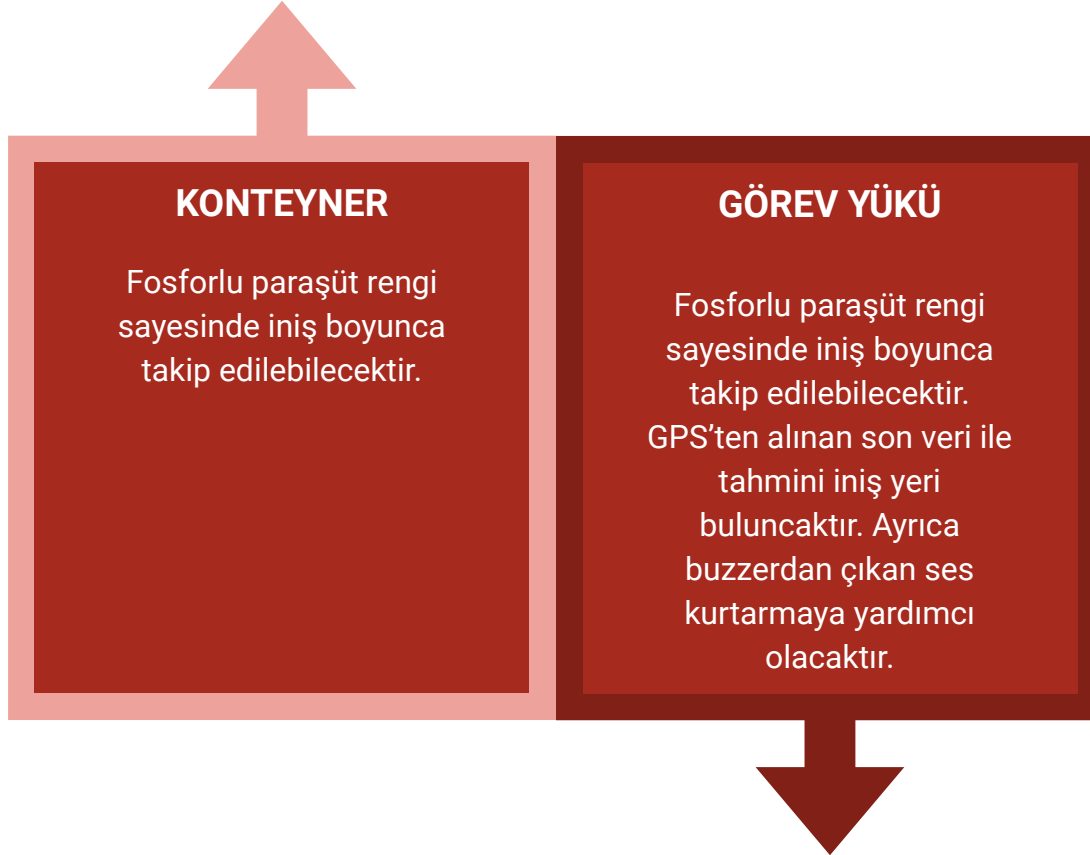
PFR:

Resul-Sercan

Operasyon Yönetimi Kontrol Çizelgesi Ana Hatları



Çizelge Temmuz sonunda tamamlanacaktır ve telli bir dosya ile 2 nüshası yarışma alanına getirilecektir.



Etiket Örneği:

APIS 8A
#43413

+905343952519

ISTANBUL TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ

apisarge@gmail.com

Etiket hem görev
yükünde hem de
taşıyıcıda bulunacaktır.

Yönetim

AYKUT ÜÇTEPE

Elektronik

Bileşen	Model	Miktar	Adet Fiyatı [TL]	Toplam [TL]	Sipariş Tarihi	Teslim Alınan Tarih
Barometre	Adafruit BME 280	1	116,00 (Gerçek)	116,00	15.04.2019	22.04.2019
Kamera	Turbowing Cyclops 3 V3	1	130,00 (Gerçek)	130,00	Henüz sipariş edilmedi.	Henüz teslim alınmadı.
SD Kart	SANDISK 32GB	2	34,90 (Gerçek)	69,80	15.04.2019	22.04.2019
XBee	XBee Serisi 2-C	1	194,00(Gerçek)	194,00	15.04.2019	22.04.2019
Anten (Görüntü)	Aomway ANT005	1	89,00(Gerçek)	89,00	15.04.2019	26.04.2019
Pil	Orion 26650	1	49,90(Gerçek)	49,90	15.04.2019	26.04.2019
Piller (Kamera)	Orion 16340	3	19,90(Gerçek)	59,70	15.04.2019	26.04.2019

Elektronik						
Bileşen	Model	Adet	Adet Fiyatı [TL]	Toplam [TL]	Sipariş Tarihi	Teslim Alınan Tarih
Anten (Görev Yüğü)	Freedom FXP70	1	16,00 (Gerçek)	16,00	Henüz sipariş edilmedi.	Henüz teslim alınmadı.
Mikrokontrolcü	Teensy 3.5	1	240,00 (Gerçek)	245,74	09.04.2019	16.04.2019
Gerçek Zamanlı Saat	Teensy 3.5 Oscillator	1	(Teensy'e Dahil)	(Teensy'ye Dahil)	09.04.2019	16.04.2019
Buzzer	Buzzer	1	35,82 (Gerçek)	35,82	09.04.2019	16.04.2019
GPS	Adafruit Ultimate GPS	1	230,00 (Gerçek)	230,00	25.04.2019	Henüz gelmedi.
Pil Gerilim Sensörü	Teensy 3.5 Analog Pini	1	(Teensy'e Dahil)	(Teensy'e Dahil)	09.04.2019	16.04.2019

Mekanik						
Bileşen	Model	Miktar	Adet Fiyatı [TL]	Toplam [TL]	Sipariş Tarihi	Teslim Alınan Tarih
Konteyner	Fiberglas Kumaş (86 gr/m2)	1 m2	m2'si 45 (Gerçek)	44,85	15.04.2019	22.04.2019
Paraşüt	30d silikon naylon 66 kumaş	1 m2	m2'si 10,00 (Gerçek)	10,00	15.04.2019	24.04.2019
Ayrılma mekanizması	Servo (dsm 44)	1 adet	94,78 (Gerçek)	94,78	25.03.2019	02.04.2019
Görev Yüğü İskeleti	Fiberglass Çubuk	1 m	m'si 26,44 (Gerçek)	26,44	15.04.2019	22.04.2019
Diğer araçlar	Yapıştırıcı, kontraplak bant,ip v.b	Değişken	Değişken	50,00 (Tahmin)	15.04.2019	24.04.2019

Yer İstasyonu						
Bileşen	Model	Miktar	Adet Fiyatı [TL]	Toplam [TL]	Sipariş Tarihi	Teslim Alınan Tarih
XBee	XBee Serisi 2-C	1	194,00 (Gerçek)	194,00	15.04.2019	22.04.2019
XBee'nin Adaptörü	XBee Explorer Dongle	1	154,85 (Gerçek)	154,85	15.04.2019	22.04.2019
Anten(Yer)	TL-ANT2414A	1	399,90(Gerçek)	399,90	25.04.2019	Henüz gelmedi.
Bilgisayar	Monster Abra A5	1	Kişisel	Kişisel	-	-

TOPLAM TUTAR: 2210,78 TL

Diğer Masraflar	Miktar	Adet Fiyatı [TL]	Toplam [TL]
Seyahat	-	-	-
Mekanik Prototip	3	75,00 (Tahmini)	225,00
Test tesisleri ve ekipmanları	Okul tarafından karşılandı	Okul tarafından karşılandı	Okul tarafından karşılandı

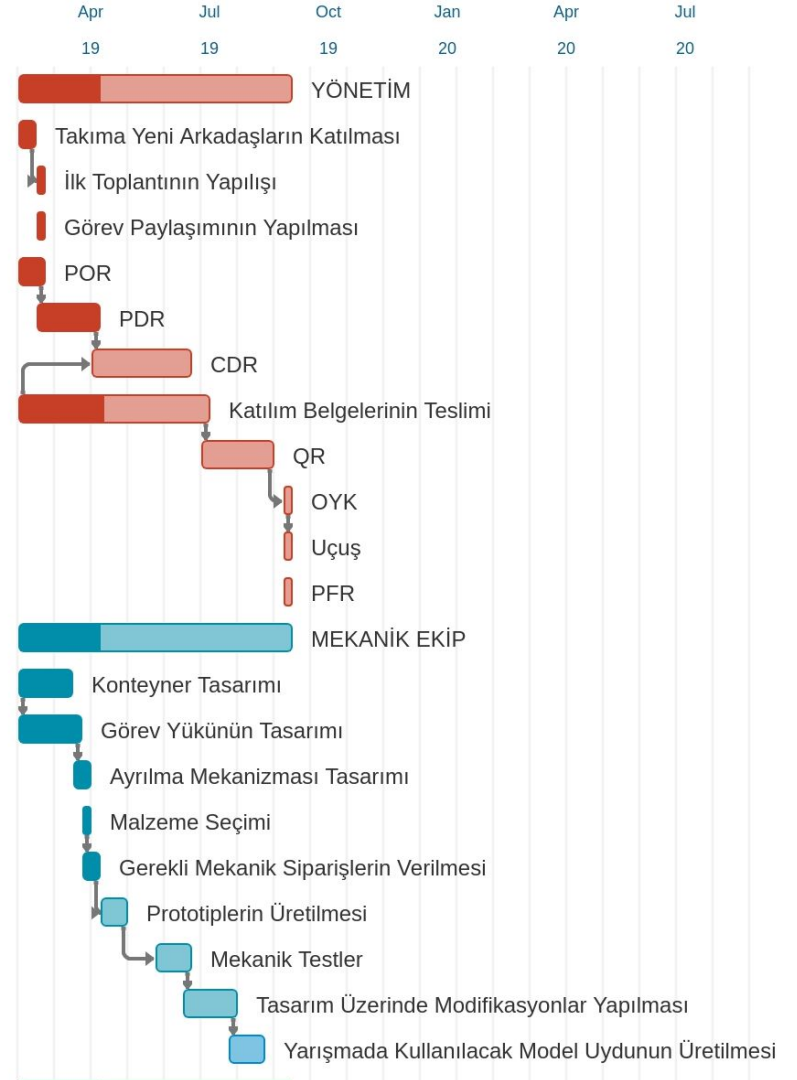
TOPLAM TUTAR : 225,00 TL

Yarışma İstanbul'da düzenleneceğinden, takımımız için seyahat masrafı bulunmamaktadır.

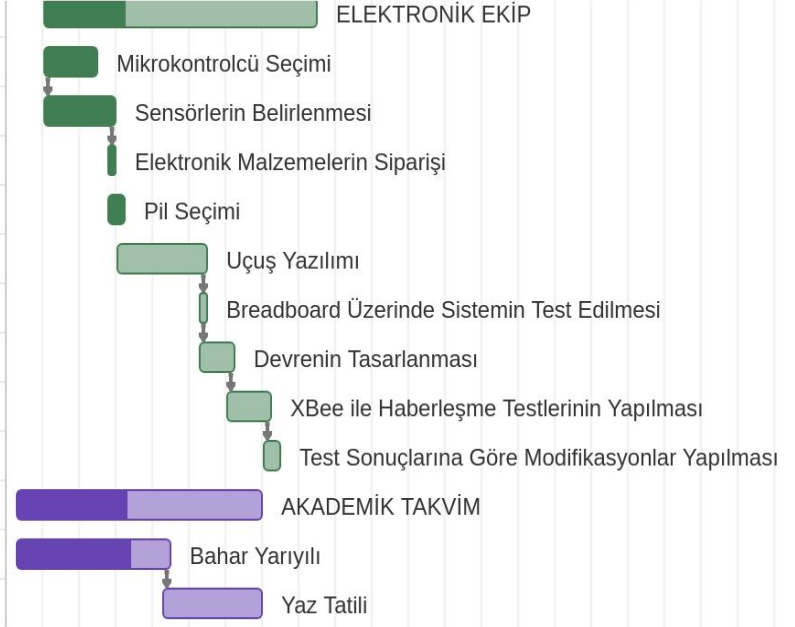
Kategoriler	Tutar [TL]
Elektrik, mekanik ve yer istasyonu	2210,78
Diğer masraflar	225,00
TOPLAM	2435,78
GELİR :	5000 TL (INOVATIM)

TMUY2019

		Start Date	Cal. Days	Due Date	Task Prog.
0	YÖNETİM	28/Feb	207d	22/Sep	30%
1	Takıma Yeni Arkadaşların Katılması	28/Feb	6d	05/Mar	100%
2	İlk Toplantının Yapılışı	12/Mar	1d	12/Mar	100%
3	Görev Paylaşımının Yapılması	12/Mar	3d	14/Mar	100%
4	POR	28/Feb	18d	17/Mar	100%
5	PDR	17/Mar	43d	28/Apr	100%
6	CDR	28/Apr	71d	07/Jul	0%
7	Katılım Belgelerinin Teslimi	28/Feb	139d	16/Jul	45%
8	QR	16/Jul	55d	08/Sep	0%
9	OYK	17/Sep	6d	22/Sep	0%
10	Uçuş	17/Sep	6d	22/Sep	0%
11	PFR	17/Sep	6d	22/Sep	0%
12	MEKANİK EKİP	28/Feb	207d	22/Sep	30%
13	Konteyner Tasarımı	28/Feb	34d	02/Apr	100%
14	Görev Yükünün Tasarımı	28/Feb	41d	09/Apr	100%
15	Ayrılma Mekanizması Tasarımı	09/Apr	7d	15/Apr	100%
16	Malzeme Seçimi	15/Apr	5d	19/Apr	100%
17	Gerekli Mekanik Siparişlerin Verilmesi	19/Apr	4d	22/Apr	100%
18	Prototiplerin Üretilmesi	30/Apr	14d	13/May	0%
19	Mekanik Testler	13/Jun	19d	01/Jul	0%
20	Tasarım Üzerinde Modifikasyonlar Yapılması	01/Jul	36d	05/Aug	0%
21	Yarışmada Kullanılacak Model Uydunun Üretilmesi	05/Aug	22d	26/Aug	0%



22	ELEKTRONİK EKİP	28/Feb	207d	22/Sep	30%
23	Mikrokontrolcü Seçimi	28/Feb	33d	01/Apr	100%
24	Sensörlerin Belirlenmesi	28/Feb	47d	15/Apr	100%
25	Elektronik Malzemelerin Siparişi	15/Apr	5d	19/Apr	100%
26	Pil Seçimi	19/Apr	4d	22/Apr	100%
27	Uçuş Yazılımı	22/Apr	64d	24/Jun	0%
28	Breadboard Üzerinde Sistemin Test Edilmesi	24/Jun	5d	28/Jun	0%
29	Devrenin Tasarlanması	28/Jun	18d	15/Jul	0%
30	XBee ile Haberleşme Testlerinin Yapılması	15/Jul	29d	12/Aug	0%
31	Test Sonuçlarına Göre Modifikasyonlar Yapılması	12/Aug	8d	19/Aug	0%
32	AKADEMİK TAKVİM	04/Feb	187d	09/Aug	45%
33	Bahar Yarıyılı	04/Feb	117d	31/May	75%
34	Yaz Tatili	31/May	71d	09/Aug	0%



Mekanik

- Taşıyıcı tasarımı tamamlandı.
- Görev Yüğü tasarımı tamamlandı.
- Malzeme seçimleri tamamlandı.
- ★ Üretimlere ve dayanım testlerine henüz başlanmadı.

Elektronik

- Sensör seçimleri tamamlandı.
- Haberleşme araçlarının seçimi tamamlandı.
- Yer istasyonu arayüzü oluşturuldu.
- ★ Haberleşme testleri henüz yapılmadı.
- ★ Devre çizimi ve basımı henüz yapılmadı.

Yönetim

- PDR tamamlandı.
- Zaman çizelgesi oluşturuldu.
- ★ Yüksek tutarlı siparişler için bütçe aranmakta.
- ★ Takım tişörtleri için sponsorluk görüşmeleri yapılmakta.

Sonuç: Apis 8A, dönem başında yapılan planla aynı doğrultuda gitmektedir, herhangi bir gecikme mevcut değildir. Apis 8A takımı CDR raporuna geçmek için hazırdır.