

# İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

## **TÜRKSAT** **Model Uydu Yarışması 2019**

### **Ön Tasarım Gözden Geçirme Raporu** Preliminary Design Review (PDR)

### ***Versiyon 1.2***

**<43415>**

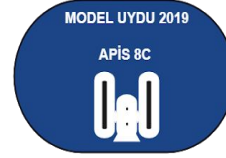
**APİS-8C**

Ana Başlıklar	Alt Başlıklar	Sunucu
Giriş	<a href="#">İçindekiler</a> - <a href="#">Takım Organizasyonu</a> - <a href="#">Kısaltmalar</a>	Yasin-Uğur
Sisteme Genel Bakış	<a href="#">Görev Özeti</a> - <a href="#">S.İ.Ö.</a> - <a href="#">M.U.T.B.</a> - <a href="#">S.K.İ.</a> - <a href="#">F.T.</a> - <a href="#">G.H.M.U.U.</a>	Yasin-Uğur
Sensör Alt Sisteminin Tasarımı	<a href="#">S.A.S.G.B.</a> - <a href="#">S.A.S.İ.</a> - <a href="#">G.A.B.T.</a> - <a href="#">B.S.B.T.</a> - <a href="#">S.S.B.T.</a> - <a href="#">P.G.S.B.T.</a> - <a href="#">A.S.B.T.</a> - <a href="#">K.S.T.</a>	Eren
İniş Kontrol Sisteminin Tasarımı	<a href="#">İ.K.S.G.B.</a> - <a href="#">İ.K.S.İ.</a> - <a href="#">T.İ.K.S.</a> - <a href="#">G.Y.İ.K.S.</a> - <a href="#">İ.H.T.</a> -	Uğur
Mekanik Alt Sisteminin Tasarımı	<a href="#">M.A.S.G.B.</a> - <a href="#">M.A.S.İ.</a> - <a href="#">G.Y.M.K.B.D.</a> - <a href="#">G.Y.İ.M.S.</a> - <a href="#">T.M.K.B.D.</a> - <a href="#">T.İ.M.S.</a> - <a href="#">T.G.Y.A.</a> - <a href="#">D.S.</a> - <a href="#">Kütle Bütçesi</a>	Yasin ÇETİN
Haberleşme ve Veri İşleme Alt Sisteminin Tasarımı	<a href="#">HAVİ Genel Bakış</a> - <a href="#">HAVİ Gereksinimleri</a> - <a href="#">G.Z.S.</a> - <a href="#">K.H.K.</a> - <a href="#">G.A.B.T.</a> - <a href="#">Telemetry Formatı</a> - <a href="#">Telekomut</a>	Eren

Ana Başlıklar	Alt Başlıklar	Sunucu
Elektrik Alt Sisteminin Tasarımı	<a href="#">E.A.S.G.B.</a> - <a href="#">E.A.S.İ.</a> - <a href="#">E.B.Ş.</a> - <a href="#">G.Y.B.B.T.</a> - <a href="#">Güç Bütçesi</a> - <a href="#">P.G.Ö.Y.</a>	Aysu
Uçuş Yazılımı Tasarımı	<a href="#">U.Y.G.B.</a> - <a href="#">U.Y.İ.</a> - <a href="#">U.Y.D.D.</a> - <a href="#">Y.G.P.</a>	Aysu
Yer İstasyonu Tasarımı	<a href="#">Y.İ.G.B.</a> - <a href="#">Y.İ.İ.</a> - <a href="#">Y.İ.A.B.T.</a> - <a href="#">Y.İ.Y.</a>	Eren
Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi	<a href="#">M.U.B.A.T.G.B.</a> - <a href="#">E.S.T.P.</a> - <a href="#">A.S.S.T.P.</a> - <a href="#">S.S.T.P.</a> - <a href="#">Ç.T.P.</a>	Uğur
Görev Operasyonu ve Analizler	<a href="#">O.G.S.G.B.</a> - <a href="#">O.Y.K.Ç.</a> - <a href="#">M.U.K.T.K.O.</a>	Yasin ÇETİN
Yönetim	<a href="#">Model Uydu Bütçesi</a> - <a href="#">Diğer Masraflar</a> - <a href="#">Proje Takvimi</a> - <a href="#">Sonuçlar</a>	Aysu



METİK: MEKANİK TASARIM VE İNİŞ KONTROL EKİBİ  
 ELUY: ELEKTRİK, ELEKTRONİK VE UÇUŞ YAZILIMI EKİBİ  
 HAYI: HABERLEŞME VE YER İSTASYONU  
 MST: MEKANİK ALT SİSTEMİNİN TASARIMI  
 İKS: İNİŞ KONTROL SİSTEMİNİN TASARIMI  
 SST: SENSÖR ALT SİSTEM TASARIMI  
 EST: ELEKTRİK ALT SİSTEMİNİN TASARIMI  
 UYT: UÇUŞ YAZILIMI TASARIMI  
 HIT: HABERLEŞME VE VERİ İŞLEMİ ALT SİSTEMİNİN TASARIMI  
 YIT: YER İSTASYONU TASARIMI



<b>S.İ.Ö.</b>	Sistem İsterlerinin Özeti	<b>K.S.T</b>	Kamera Seçimi ve Temini
<b>M.U.T.B.</b>	Model Uydu Tasarımının Belirlenmesi	<b>İ.K.S.G.B.</b>	İniş Kontrol Sistemine Genel Bakış
<b>S.K.İ.</b>	Sistem Konseptinin İşleyişi	<b>İ.K.S.İ.</b>	İniş Kontrol Sisteminin İsterleri
<b>F.T.</b>	Fiziksel Tasarım	<b>T.İ.K.S.</b>	Taşıyıcı İniş Kontrol Stratejisi
<b>G.H.M.U. U.</b>	Göreve Hazır Model Uydunun Uyumluluğu	<b>G.Y.İ.K.S.</b>	Görev Yüğü İniş Kontrol Stratejisi
<b>S.A.S.G. B.</b>	Sensör Alt Sistemine Genel Bakış	<b>İ.H.T.</b>	İniş Hızı Tahminleri
<b>S.A.S.İ.</b>	Sensör Alt Sisteminin İsterleri	<b>M.A.S.G.B.</b>	Mekanik Alt Sistemine Genel Bakış
<b>G.A.B.T.</b>	GPS Alıcısının Belirlenmesi ve Temini	<b>M.A.S.G.</b>	Mekanik Alt Sisteminin İsterleri
<b>B.S.B.T.</b>	Basınç Sensörünün Belirlenmesi ve Temini	<b>G.Y.M.K.B.D.</b>	Görev Yüğü'nün Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni
<b>S.S.B.T.</b>	Sıcaklık Sensörünün Belirlenmesi ve Temini	<b>K.S.T</b>	Kamera Seçimi ve Temini

<b>P.G.S.B.T.</b>	Pil Gerilim Sensörünün Belirlenmesi ve Temini	<b>E.A.S.G.B.</b>	Elektrik Alt Sistemine Genel Bakış
<b>G.Y.İ.M.S.</b>	Görev Yüğü İçin Malzeme Seçimleri	<b>E.A.S.İ.</b>	Elektrik Alt Sistemi İsterleri
<b>T.M.K.B.D.</b>	Taşıyıcının Mekanik Komponentlerinin Belirlenmesi ve Düzeni	<b>E.B.Ş.</b>	Elektrik Blok Şeması
<b>T.İ.M.S.</b>	Taşıyıcı İçin Malzeme Seçimleri	<b>G.Y.B.B.T.</b>	Görev Yüğünün Bataryasının Belirlenmesi ve Temini
<b>T.G.Y.A.</b>	Taşıyıcı ile Görev Yüğünün Arayüzü	<b>P.G.Ö.Y.</b>	Pil Geriliminin Ölçüm Yöntemi
<b>D.S.</b>	Dayanım ve Sürdürülebilirlik	<b>U.Y.G.B.</b>	Uçuş Yazılımına Genel Bakış
<b>İ.S.T.</b>	İşlemci Seçimi ve Temini	<b>U.Y.İ.</b>	Uçuş Yazılımının İsterleri
<b>H.B.S.T.</b>	Hafıza Birimi Seçimi ve Temini	<b>U.Y.D.D.</b>	Uçuş Yazılımı Durum Diagramı
<b>G.Z.S.</b>	Gerçek Zamanlı Saat	<b>Y.G.P.</b>	Yazılım Geliştirme Planı
<b>G.Y.A.B.T.</b>	Görev Yüğünün Anteninin Belirlenmesi ve Temini	<b>Y.İ.G.B.</b>	Yer İstasyonuna Genel Bakış

Y.İ.İ.	Yer İstasyonunun İsterleri	E.S.T.P	Ekipman Seviyesi Test Planı
Y.İ.A.B.T.	Yer İstasyonun Anteninin Belirlenmesi ve Temini	T	Test
		A	Analiz
Y.İ.Y.	Yer İstasyonu Yazılımı	TGG	Tasarım Gözden Geçirme
M.U.B.A.T.G .B.	Model Uydunun Birleştirme Aşamalarına ve Testlerine Genel Bakış	M	Muayene
A.S.S.T.P.	Alt Sistem Seviyesi Test Planı		
S.S.T.P.	Sistem Seviyesi Tespit Planı		
Ç.T.P.	Çevresel Testlerin Planı		
O.G.S.G.B.	Olayların Görev Sırasına Genel Bakış		
O.Y.K.Ç	Operasyon Yönetimi Kontrol Çizelgesi		
M.U.K.T.K.O	Model Uydunun Konumunun Tespiti ve Kurtarma Operasyonu		

# Sisteme Genel Bakış

**<Yasin ÇETİN>**



## Görev:

Sensörler bulunduran bir görev yükünün 500 metrenin üzerinden aşağı inerken 400 metrede taşıyıcıdan ayrılması, uçuş süresi boyunca basınç, yükseklik, konum, hız, sıcaklık, pil gerilimi, uç ekseninde eğim açıları ve dönüş sayısı verilerini yer istasyonuna göndermesi ve canlı video aktarımı yapmasıdır.

## Ana Hedefler:

- Taşıyıcı ve görev yükü 500 metreden serbest düşüşe başlayacaklardır ve 400 metreye kadar pasif bir iniş sistemiyle ineceklerdir. Bu inişte hız 8-10 m/s arasında olacaktır.
- Taşıyıcı ve görev yükü 400 metre yüksekliğe varınca otonom bir sistem ile ayrılacaktır.
- Görev yükü pasif bir iniş sistemiyle yere inecektir ve bu inişte hız 4-6 m/s aralığında olacaktır.
- Görev Yüğü, uçuş süresince istenen bütün telemetri verilerini toplayacaktır.
- Telemetri verileri, yer istasyonuna her saniye(1 Hz) yollanacaktır.
- Telemetri verileri uydu üzerinde bulunan SD karta uçuş boyunca kaydedilecektir.
- Yer istasyonundan gönderilen telekomut görev yükünün üzerindeki SD karta kaydedilecektir.
- Model uydu, bütün görev süresince video görüntüsünü yer istasyonuna gönderecektir.
- Yer istasyonu yazılımında uydudan gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilecektir.
- Model uydu, yere indiğinde çalışmaya başlayan sesli ikaz verecektir.



Takımımız İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi bünyesindedir ve bu sene Türksat Model Uydu yarışmasında yarışacaktır.



Takımımız çalışmalarını Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesindeki atölyede gerçekleştirmektedir.

# İNOVATİM

İNOVATİM bu sene katılacağımız yarışmalarda takımımıza sponsorluk edecektir.

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
METİK 01	Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yüğü olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
METİK 02	Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olmalıdır	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X	X	
METİK 03	Model Uydu, 180 mm yükseklik ve 80 mm çap ölçülerinde, silindirik yapıda tasarlanmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	X
METİK 04	Taşıyıcı, görev süreci boyunca hiçbir yere takılmayacak şekilde tasarlanmalı ve Görev Yüğü 'nü koruyacak yapıda üretilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	X
METİK 05	400 metre yüksekliğe (irtifaya) kadar, Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yüğü) pasif veya aktif bir iniş sistemiyle 8-10 m/s hızla inmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
METİK 06	400 (+/- 10) metre yükseklikte Taşıyıcı ile Görev Yüğü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	ELUY 12	X	X		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
METİK 07	Ayrılma mekanizması için patlayıcılar ve kimyasallar kullanılmamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
METİK 08	Ayrılmadan sonra Görev Yüğü, pasif veya aktif bir iniş sistemi ile 4-6 m/s hızla yere inmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
METİK 09	Model Uydu'nun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	
METİK 10	Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar; konnektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılıp sabitlenerek monte edilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	ELUY 14		X	X	
METİK 11	Model Uydu'nun yere inmesi hasarsız bir şekilde sağlanmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
METİK 12	Model Uydu'nun yere inişinden sonra kırılan veya ayrılan parçaları için hasar kontrolü gerçekleştirilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		



No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
METİK 13	Pasif iniş sistemi ile inen görev yükünün paraşüt rengi kırmızı, taşıyıcının paraşüt rengi ise kontrast oluşturacak şekilde sarı kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-				X
ELUY 01	Görev Yüğü, uçuş süresince sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X		
ELUY 02	Model Uydu ölçtüğü verileri, sürekli bir şekilde, verilen telemetri formatına uygun paketler halinde, yer istasyonuna her saniye (1 Hz) göndermelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVİ 02	X	X		
ELUY 03	Telemetri paketi, görev zamanını içermelidir. Görev süresince, işlemcinin yeniden başlaması durumunda bile, zaman verisi korunmalıdır.(Bunun için bir jeton pil kullanılabilir.)	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	
ELUY 04	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.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X		
ELUY 05	Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazdırılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
ELUY 06	Görev Yüğü üzerinde, yere bakan bir kamera olmalıdır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilmelidir. Video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
ELUY 07	Kamera bakış açısı yeryüzüne doğru bakacak model uydu, görev süresince video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVİ 04	X	X		
ELUY 08	Alkalin, Ni-MH, Lityum İon piller kullanılabilir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	
ELUY 09	Seçilecek pil, sistemin 1 saatlik süre boyunca çalışmasına yeterli olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
ELUY 10	Her takım için hakemler tarafından tanımlanacak 5 haneli şifre bilgisi telekomut olarak yer istasyonu arayüzünden uçuş anındaki model uyduya gönderilecektir. Görev yükü şifreyi SD Karta kaydedecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVİ 01	X			



No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
ELUY 11	Ayrılama durumunda, yer istasyonundan gönderilen komutla ayrılma gerçekleştirilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
ELUY 12	Görev Yüğü'nün açma kapama düğmesi olacaktır. Taşıyıcı içindeyken bile erişim sağlanabilecek şekilde tasarlanacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
ELUY 13	Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 10		X	X	
ELUY 14	Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
ELUY 15	Model Uydu 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.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
ELUY 16	Model Uydu, yere temas ettiği anı algılayarak sesli ikaz vermeye başlamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 06		X	X	
HAVİ 01	Her takım kendine ait yer istasyonunu geliştirmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 08	X	X		
HAVİ 02	Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X			
HAVİ 03	Yer istasyonu arayüzünde Görev Yüğü'nden gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X		X	X
HAVİ 04	Yer istasyonu yazılımında Görev Yüğü'nden gelen telemetri verileri kaydedilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
HAVİ 05	Video yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVİ 06	Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saat çalışacak durumda olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X			X
HAVİ 07	Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		

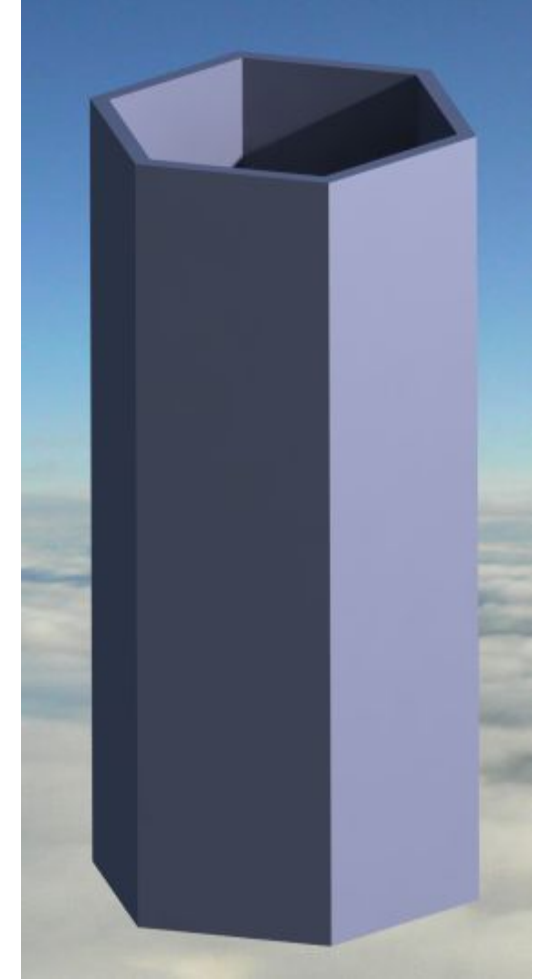
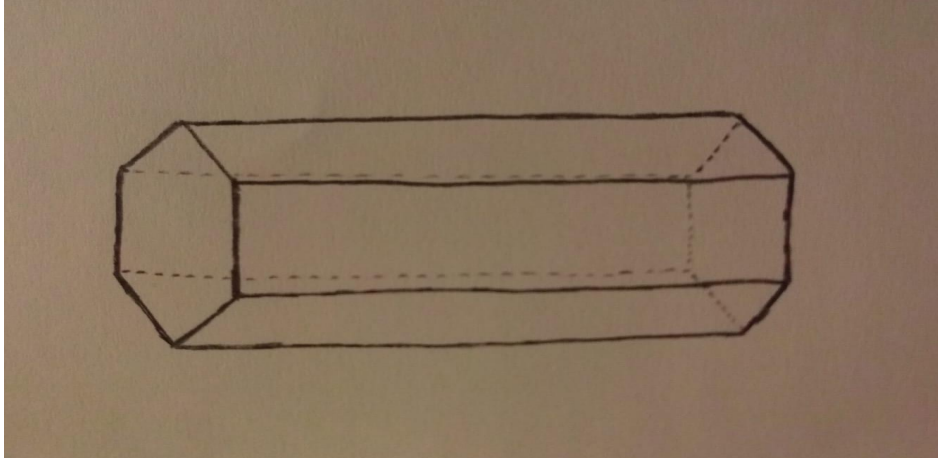
## 1.Tasarım : Altıgen Prizma

### Avantajları :

- Diğer tasarıma göre daha dayanıklıdır.
- Ağırlıktan tasarruf edilmiş olur.

### Dezavantajları :

- Bizden istenen boyutlardaki taşıyıcıya sığabilmesi için boyutunun küçük olması lazım.
- Keskin köşelere sahip olduğu için ayrılımda sıkıntı yaşanabilir.
- İsterlerde silindirik yapı istendiği için ihtiyacı karşılamıyor.



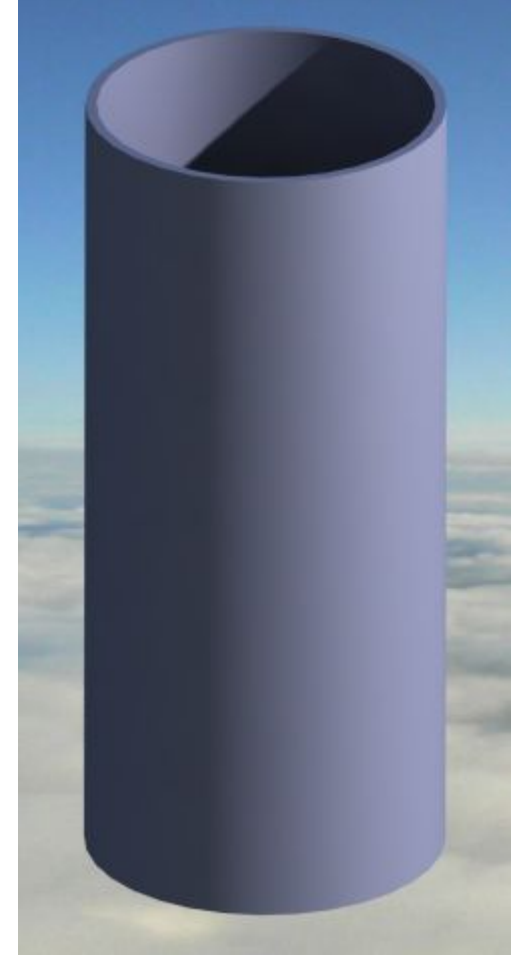
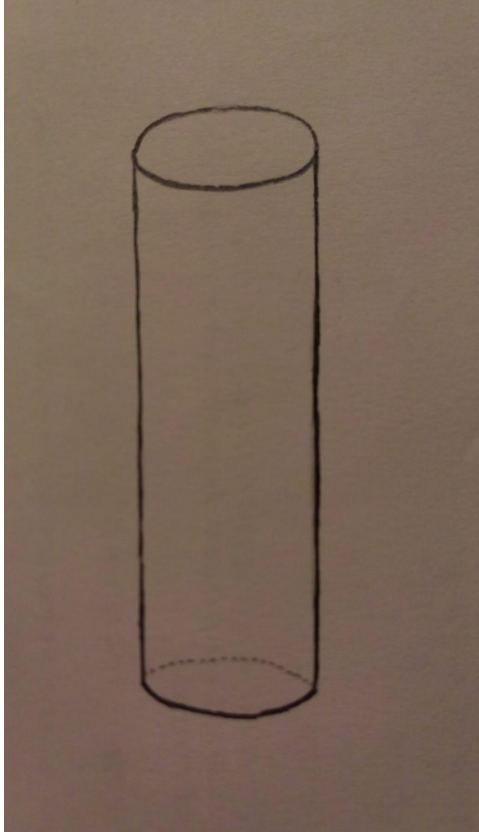
## 2.Silindirik ( Seçilen Tasarım )

### Avantajları:

- Keskin kenarları yoktur, bu ayrılmayı kolaylaştırır.
- Rokete yerleştirmek daha kolaydır.
- Optimum kütle/hacim oranına sahiptir.

### Dezavantajları:

- Diğer tasarıma göre dayanıklılığı azdır.

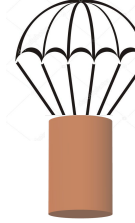
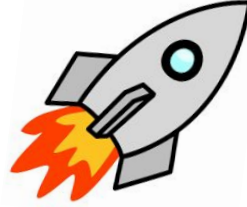


## Seçilen Tasarım: Silindirik

### Sebepleri:

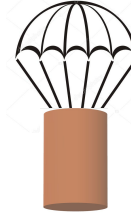
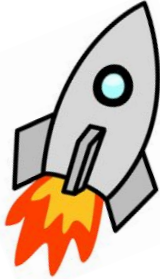
- Silindirik tasarım, altıgen prizma şekline oranla daha fazla iç hacme sahip olmaktadır.
- Silindirik tasarımın ayrılma esnasında sıkıntı yaşanma riski daha azdır.
- Silindirik tasarım bize üretim kolaylığı sağlamaktadır.

3) Roket belli yüksekliğe ulaşır ve model uydu roketten ayrılır.



500 m

2) Model uydu roketle birlikte yükselir.

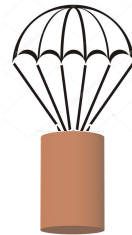


4) Taşıyıcı ve görev yükü otonom şekilde ayrılır.



400 m

1) Roket fırlatılır.



5) Taşıyıcı ve görev yükü birbirinden bağımsız olarak inişe devam eder.



6) Taşıyıcı ve görev yükü inişini tamamlar.



0 m

## Uçuş Öncesi

- Yarışma alanına ulaşma.
- Yer istasyonu kurulumu.
- Model uydunun bütünlüğü ve konfigürasyonu için son kontrol ve yarışma görevlilerine teslimi.

## Uçuş

- Uydunun roketle yüklenmesi.
- Sistem Konseptinin işleyişi olaylarının gerçekleşmesi (Önceki Slayt).
- Telemetri verilerinin toplanması ve video görüntüsünün yer istasyonu tarafından kaydedilmesi.

## Uçuş Sonrası

- Görev Yüğü ve konteynerin GPS verisi ve ikaz sesi (buzzer) ile kurtarılması
- Yarışma alanına geri dönüş.
- Toplanan telemetri verilerinin analizleri.
- PFR'a hazırlık.
- PFR'ın jüriye sunumu.



## Varış

- Yer istasyonu ve haberleşme araçlarının kurulumu.
- Model uydunun teknik kontrolleri yapılır.

### Operasyon Kontrol

Görevlisi:  
Altuğ Ertan

## Uçuşa Hazırlık

- Görev Yüğü'nün çalışır duruma getirilmesi.
- Yer istasyonu ve model uydu arasındaki iletişiminin kontrol edilmesi
- Model uydunun rokete yerleştirilmesi.

### Hazırlama Ekibi:

Eren Uzunayla -  
Uğur Can Çakır

## Uçuş

- Telekomut gönderilir ve Görev Yüğü'ndeki SD karta kaydedilir.
- Roket uçuşa başlar ve 500 metrenin üstüne çıkınca Model Uydu roketten ayrılır.
- Model uydu 400 metreye gelince ayrılma mekanizması otonom olarak çalışır ve Görev Yüğü konteynerden ayrılır. Görev Yüğü uçuşa devam ederken iniş süresi boyunca bütün gerekli telemetri verilerini yer istasyonuna iletir ve canlı video aktarımı yapar.

## Kurtarma

- Konteyner ve Görev Yüğü pasif inişini tamamlar, 1 dakika sonra telemetri verilerinin alımı durur ve sesli uyarı başlar.
- Taşıyıcı'yı ve Görev Yüğü'nü bulan Kurtarma Ekibi üyeleri Saha Hakemi'ni çağırır.

### Kurtarma Ekibi:

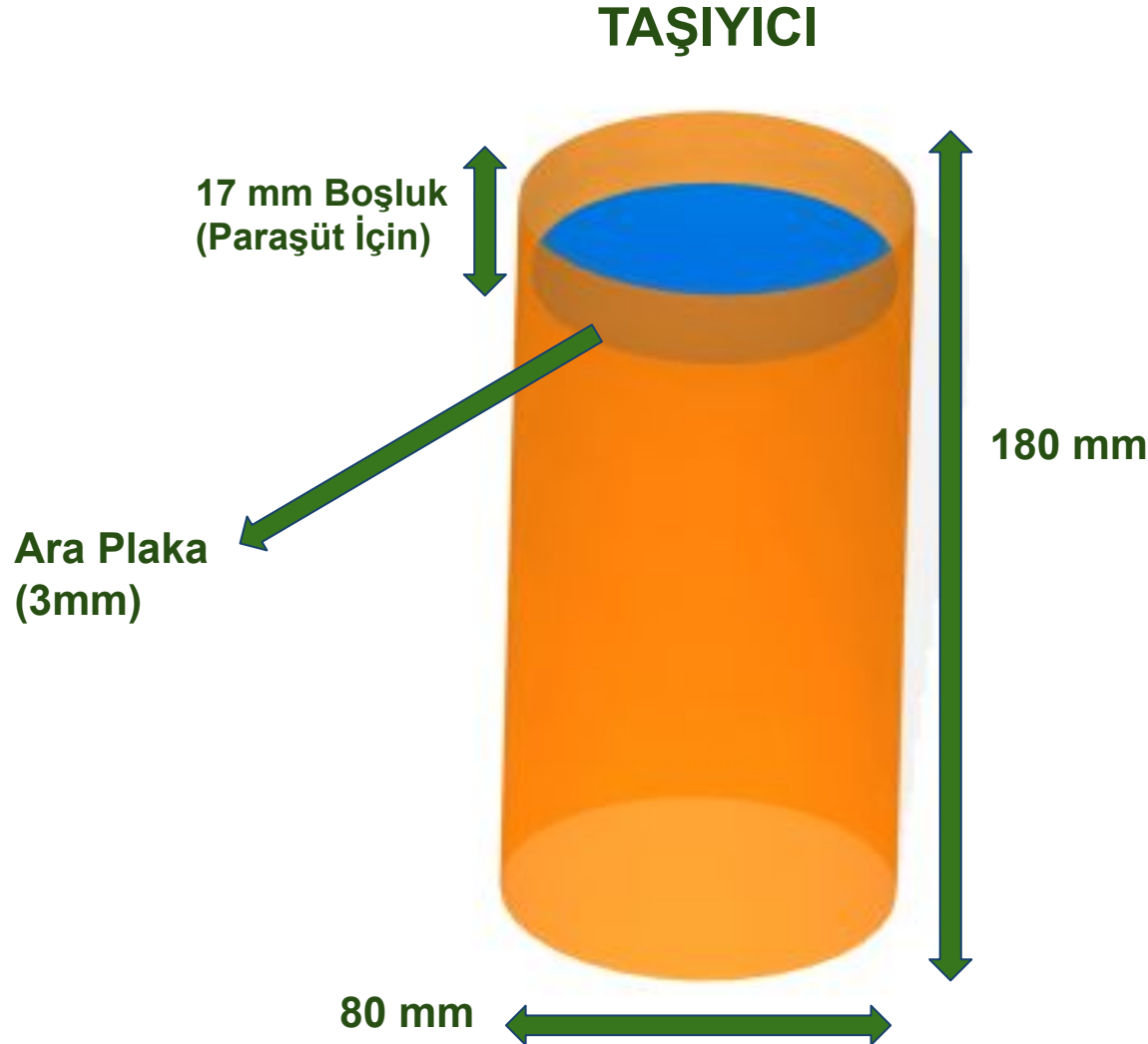
Özen Haliç - Yasin  
Çetin

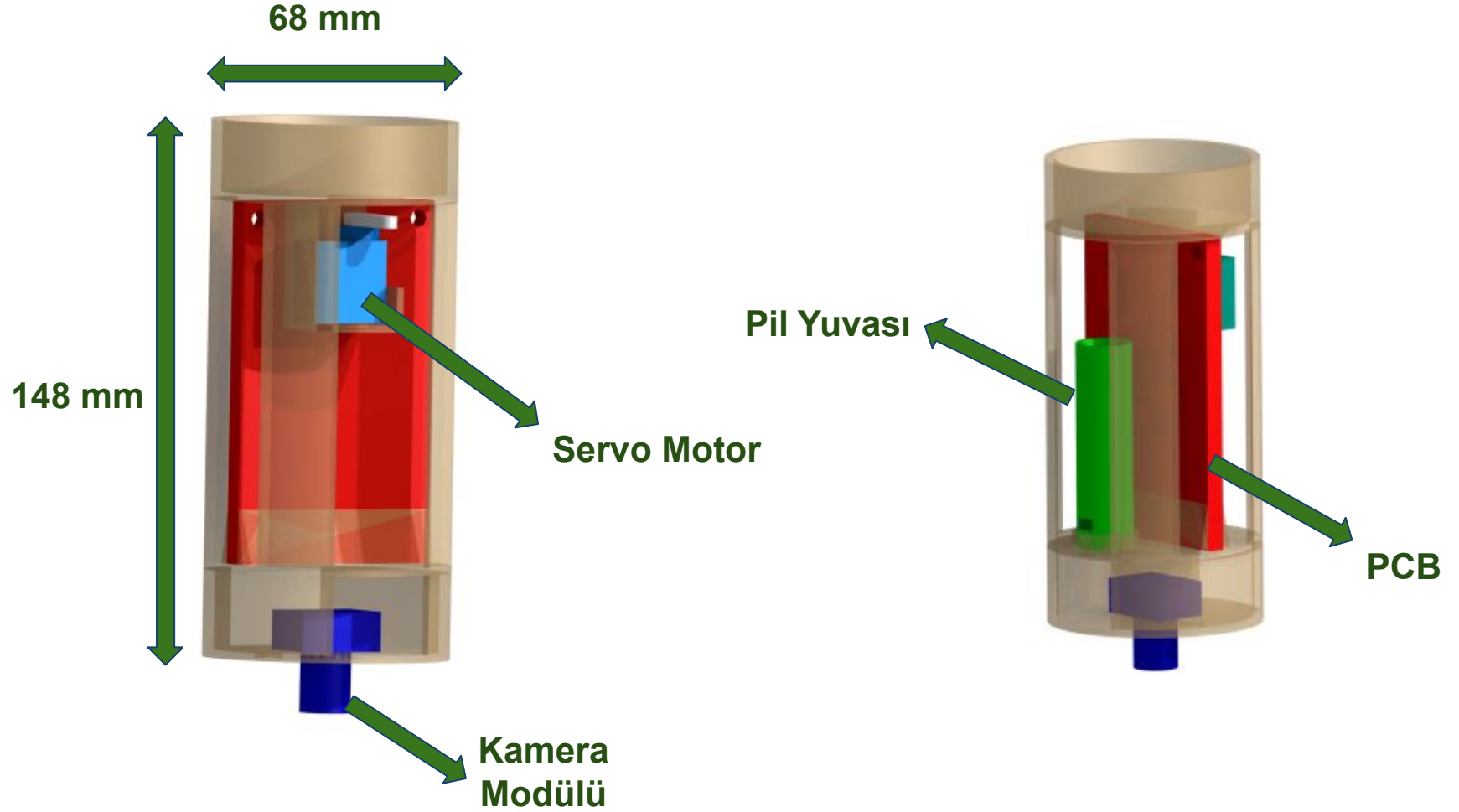
## Analiz

- Görev yükünden gelen telemetri verilerinin analizi.
- Yer İstasyonu Ekibi'nin takımın uçuş bilgilerini Yer İstasyonu Hakemi'ne teslim etmesi.
- PFR'a hazırlık.

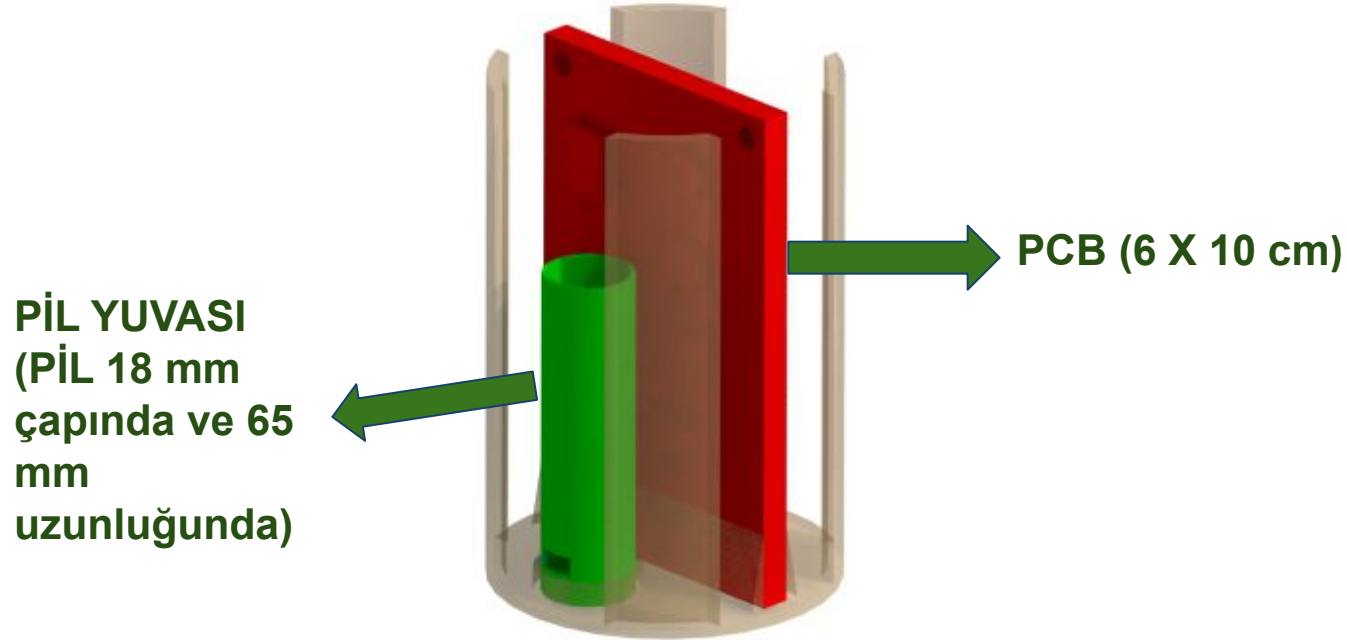
### Yer İstasyonu

Ekibi:  
Aysu Sarı



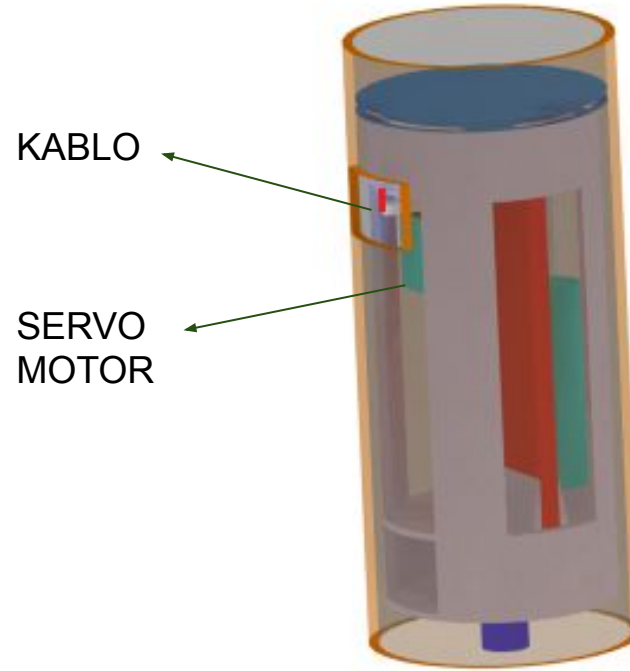


### ELEKTRİK ELEMANLARININ BOYUTLARI VE KONUMLARI



## AYRILMA MEKANİZMASI

➡ Görev yükünün orta kısmında kendisi için tasarlanan bölmede bulunan servo motorun mili taşıyıcının ara plağına kablo ile bağlıdır. Başlangıçtan itibaren hareketsiz olan servo motor mili, iniş sırasında 400 metreye gelince otonom bir şekilde 90 derece döner ve kabloyu koparır. Böylece ayrılma gerçekleşir ve taşıyıcı ve görev yükü 2 bağımsız parça olarak inişlerine devam ederler.

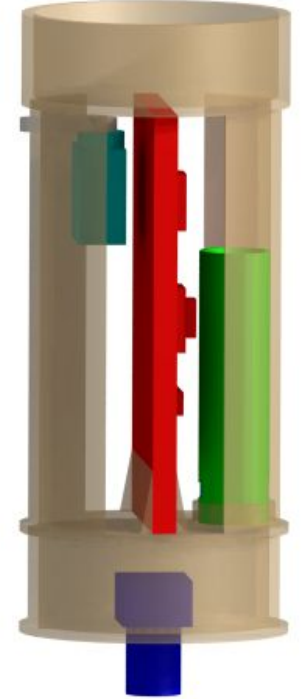


## BOYUTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI



- Sistem gereksinimlerinde istenen taşıyıcı boyutu ile taşıyıcımızın boyutları aynıdır. (180 mm yükseklik , 80 mm çap)
- Görev yükünün çapı 68 mm, yüksekliği ise 148 mm'dir.

**\*\*Yandaki şekillerde görüldüğü gibi görev yükümüz taşıyıcıya sığmaktadır.**



# Sensör Alt Sisteminin Tasarımı

**Hakkı Eren UZUNYAYLA**

SENSÖR TİPİ	MODEL	AMAÇ
GPS	Adafruit Ultimate GPS	Konum Belirleme
Basınç	BME280	Hava basıncını ölçme
Sıcaklık	BME280	Hava sıcaklığını ölçme
Pil Gerilim	Arduino Nano Analog Pini	Pil gerilimini ölçme
Auto-Gyro	MPU6050	3 eksendeki açı bilgisi
Kamera	Eachine 1000TVL	Video çekme



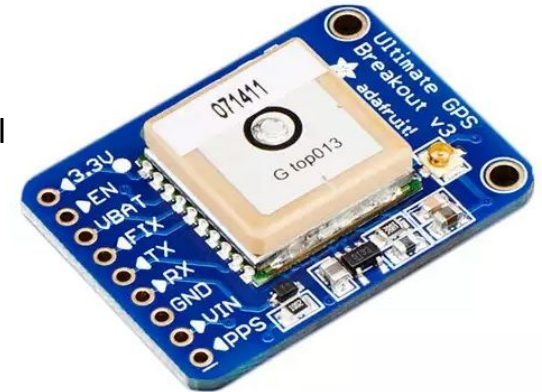
No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
ELUY 01	Görev Yüğü, uçuş süresince sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verilerini toplamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X		
ELUY 02	Model Uydu ölçtüğü verileri, sürekli bir şekilde, verilen telemetri formatına uygun paketler halinde, yer istasyonuna her saniye (1 Hz) göndermelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVİ 02	X	X		
ELUY 03	Telemetri paketi, görev zamanını içermelidir. Görev süresince, işlemcinin yeniden başlaması durumunda bile, zaman verisi korunmalıdır. (Bunun için bir jeton pil kullanılabilir.)	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	
ELUY 05	Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazdırılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek			X	X	

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum /Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TG G	M
ELUY 06	Görev Yüğü üzerinde, yere bakan bir kamera olmalıdır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilmelidir. Video çözünürlüğü en az 640x480 olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek		X	X		
ELUY 07	Kamera bakış açısı yeryüzüne doğru bakacak model uydu, görev süresince(sistem çalışmaya başladığı andan itibaren) video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVİ 04	X	X		
ELUY 13	Elektronik donanımların montajı mekanik aksama sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 10		X	X	
ELUY 15	Model Uydu 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.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X		
ELUY 16	Model Uydu, yere temas ettiği anı algılayarak sesli ikaz vermeye başlamalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 06		X	X	

MODEL	ÇALIŞMA GERİLİMİ	HASSASIYET	HABERLEŞME ARAYÜZLERİ	BOYUT	AĞIRLIK	FİYAT
Adafruit Ultimate GPS	3.0 V / 5.5 V	1.8 m	UART	25 mm x 35 mm x 6.5 mm	8.5 g	359.04 TL
GY-NEO6MV2	2.7 V / 3.6 V	2.5 m	UART, SPI I <sup>2</sup> C, USB	25 mm x 35 mm x 5 mm	10 g	121.12 TL
SC872-A	3.3 V / 5 V	3 m	UART	21mm x 22 mm x 8.5 mm	9.2 g	170.97 TL

## Seçilen GPS Sensörü: Adafruit Ultimate GPS

- Yüksek hassasiyete sahip olması.
- Üzerinde 3.3V besleme pini olması sayesinde direkt mikrokontrolcünden besli
- Antenin üzerinde olması, dolayısıyla hacim tasarrufu sağlaması.
- Yurt içinden sipariş verilerek temin edildi.



MODEL	ÇALIŞMA GERİLİMİ	HASSASİYET	HABERLEŞME ARAYÜZLERİ	BOYUT	AĞIRLIK	FİYAT
BME280	3.3 V / 5 V	$\pm 1$ hPa	SPI ,I <sup>2</sup> C	19 mm x 18 mm x 3 mm	1 g	117.00 TL
LPS52H	1.7 V / 3.6 V	$\pm 1$ hPa	SPI ,I <sup>2</sup> C	10 mm x 20 mm x 3 mm	0.5 g	75.69 TL
BMP085	1.8 V / 3.6 V	$\pm 2.5$ hPa	I <sup>2</sup> C	15 mm x 13 mm x 3 mm	1.1 g	47.87 TL

## Seçilen basınç sensörü: BME280

- Birçok mikrodenetleyici sistemle uyumludur.
- Düşük akım çeker.
- Yüksek hassasiyete sahiptir.
- Kütüphanesinin kullanımı kolay.
- I<sup>2</sup>C portu üzerinden hızlı veri aktarımı yapar.
- Yurt içinden temin edildi.



MODEL	ÇALIŞMA GERİLİMİ	HASSASİYET	HABERLEŞME ARAYÜZLERİ	BOYUT	AĞIRLIK	FİYAT
BME280	3.3 V / 5 V	$\pm 2^{\circ}\text{C}$	SPI ,I <sup>2</sup> C	19 mm x 18 mm x 3 mm	1 g	178.62 TL
TMP102	1.4 V / 3.6 V	$\pm 2^{\circ}\text{C}$	I <sup>2</sup> C	16 mm x 14 mm x 3 mm	12 g	30.74 TL
Si7071	1.9 V / 3.6 V	$\pm 0.4^{\circ}\text{C}$	I <sup>2</sup> C	13 mm x 10 mm x 4 mm	5 g	53.45 TL

## Seçilen sıcaklık sensörü: BME280

- I<sup>2</sup>C portu üzerinden hızlı veri aktarımı yapar.
- Düşük akım çeker.
- Kütüphanesinin kullanımı kolay.
- Aynı anda hem sıcaklık hem basıncı ölçmesi sebebiyle hacimden tasarruf eder.
- Yurt içinden temin edildi.



MODEL	ÇALIŞMA GERİLİMİ	DOĞRULUK	HABERLEŞME ARAYÜZLERİ	BOYUT	AĞIRLIK	FİYAT
Teensy 3.5 analog giriş pini	0 V / 5 V	% +/-0.03	Analog	-	-	-
Phidgets Precision	-30 V / + 30V	% +/-0.5	I <sup>2</sup> C	15 mm x 15 mm x 3 mm	20 g	99 TL
LTC2990	3 V / 5.5 V	% +/-0.7	Analog	20 mm x 20 mm x 4 mm	26 g	23 TL

## Seçilen Pil Gerilim Sensörü: Teensy 3.5 Analog giriş pini

- Oldukça düşük hata payı sayesinde daha sağlıklı ölçüm yapar.
- Ekstra ekipmana gerek olmadığı için fiyattan kazanç sağlar ve uydunun büyüklüğü ve ağırlığında artışa neden olmaz.
- Analog pin kullandığımız için I2C portunda daha fazla yoğunluğa sebep olmaz ve analog üzerinden de hassas ölçüm yapar.
- Yurtdışından sipariş vererek temin edildi.

MODEL	ÇALIŞMA GERİLİMİ	AKIM	HABERLEŞME ARAYÜZLERİ	BOYUT	AĞIRLIK	FİYAT
MPU6050	3 V / 5 V	3.9 mA	I <sup>2</sup> C	20 mm x 15 mm x 3 mm	2.3 g	10.79 TL
LSM6DS33	2.5 V - 5.5 V	2 mA	I <sup>2</sup> C, SPI	23mm x 13mm x 3mm	0.6 g	16.24 TL
MPU9250	2.4 V - 3.6 V	3.2 mA	I <sup>2</sup> C, SPI	25mm x 15mm x 3mm	2.2 g	45.34 TL

## Seçilen Auto-Gyro Sensörü: MPU6050

- Fiyatı bütçemiz için uygun.
- Programlanması kolay.
- Az akım tüketimine sahip.
- Boyutları devre için oldukça uygun.



MODEL	ÇALIŞMA GERİLİMİ	ÇÖZÜNÜRLÜK	HABERLEŞME ARAYÜZLERİ	BOYUT	AĞIRLIK	FİYAT
Eachine 1000TVL	5V	976x582p	Analog	28 mm x 24.5 mm x 17.5mm	10.4 g	79.90 TL
OV7670	2.45 V / 3.0 V	640x480p	Analog	33 mm x 33 mm x 22mm	13 g	108.57 TL
Eachine Speedybee	5 V / 36 V	728x492p	Analog	19 mm x 19 mm x 19mm	5.6 g	120.55

## Seçilen kamera: Eachine 1000TVL

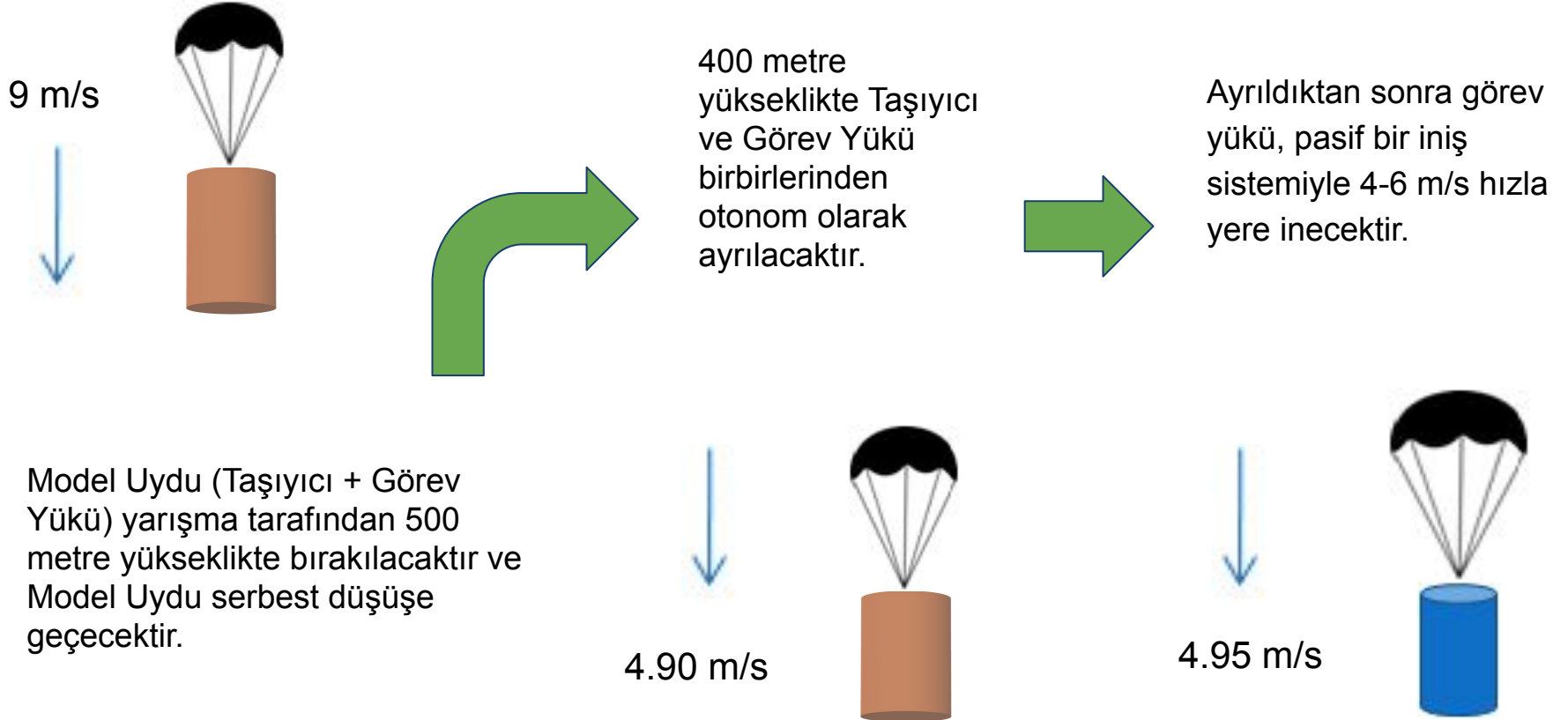
- Boyutları tasarımıımız için uygun.
- Az pine sahip olduğu için kullanımı kolay.
- Yarışma isterlerine uygun çözünürlüğe sahiptir.
- Yurtdışından temin edildi.
- Fiyatı diğer seçeneklerden daha uygundur.



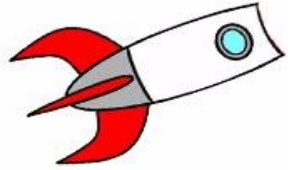


# İniş Kontrol Sisteminin Tasarımı

**Uğur Can ÇAKIR**



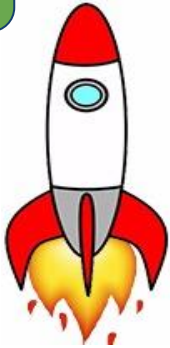
Model uydu  
500 metrede  
roketten  
ayrılır.



500 m

Model uydu 9 m/s  
hızla serbest  
düşüşe başlar.

Roket  
fırlatılır



Taşıyıcı  
4.90 m/s  
hızla iner.

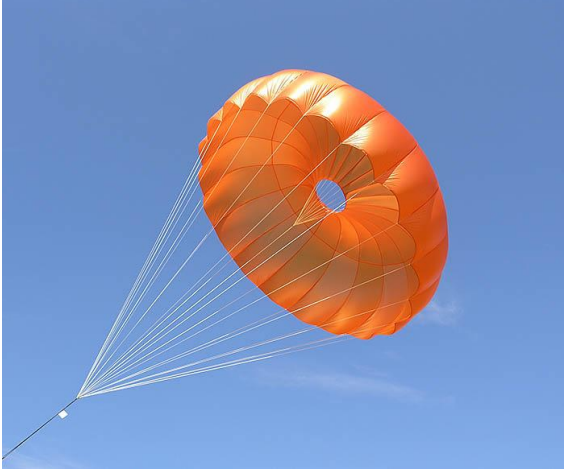


400 m

400 metrede  
taşıyıcı ve görev  
yükü otonom  
olarak ayrılır.  
Görev yükü 4.95  
m/s hızla inişe  
devam eder.



No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
METİK 05	400 metre yüksekliğe (irtifaya) kadar, Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yüğü) pasif veya aktif bir iniş sistemiyle 8-10 m/s hızla inmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
METİK 06	400 (+/- 10) metre yükseklikte Taşıyıcı ile Görev Yüğü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	ELUY 12	X	X		
METİK 08	Ayrılmadan sonra Görev Yüğü, pasif veya aktif bir iniş sistemi ile 4-6 m/s hızla yere inmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
METİK 09	Model Uydu'nun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	
METİK 13	Pasif iniş sistemi ile inen görev yükünün paraşüt rengi kırmızı, taşıyıcının paraşüt rengi ise kontrast oluşturacak şekilde sarı kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-				X



	Kubbe tipi ↓	Rogallo Üçgen tipi ↓
Üretim	Kolay	Zor
Maliyet	Düşük	Yüksek
Sürükleme Katsayısı	Yüksek	Orta
Katlanabilme	Kolay	Zor

- Bizim seçimlerimizde üretiminin kolay olması, yüksek sürükleme katsayısına sahip olması ve kolay katlanabilmesinden dolayı kubbe tipi kullanılmasına karar verilmiştir.

## İniş kontrol stratejisi için temin etmemiz gerekenler:

- 30d naylon 66 paraşüt kumaşı
- Paraşüte bağlanacak naylon ipler



**Uçuş öncesi test edilebilirliğe uygundur.**

- Paraşütü taşıyıcıya bağlamak için firdöndü kullanılacaktır.
- Paraşüt rengi sarı olacaktır.
- Çapı 29 cm olacaktır.





## Kubbe Tipi Paraşüt

**Avantajları :** Maliyeti düşüktür.  
Yüksek sürüklenme katsayısına sahiptir.  
Kolay istiflenmektedir.

**Dezavantajları :** Ağırdır.

## Rogallo Üçgen Tipi Paraşüt

**Avantajları :** Yüksek açılış hızına sahiptir.

**Dezavantajları :** Maliyeti yüksektir.  
Zor istiflenmektedir.

Kubbe tipi paraşütün, yüksek sürüklenme katsayısına sahip ve kolayca katlanabiliyor olması; bizim görev yükü iniş sisteminde kubbe tipi kullanmamızı uygun hale getirmektedir.

## Görev yükünün inişini sağlayacak paraşüt bilgileri :

Tipi : Kubbe tipi paraşüt

Renk : Kırmızı

Çapı : 44 cm

Dayanıklılık : 10G şoka dayanmalıdır



- Paraşüt, 30d naylon 66 paraşüt kumaşı kullanılarak imal edilecektir. Bu sayede dayanıklı olacaktır.
- Paraşütün görev yüküne bağlantısı, firdöndü ve naylon ipler kullanılarak gerçekleştirilecektir.
- Taşıyıcı parçanın üzerindeki pencereler sayesinde görev yükünde kullanılan paraşüt kolayca test edilebilir şekilde olacaktır



## Model Uydunun Ayrılmadan Önceki Hızı:

$$v = \sqrt{\frac{8mg}{\pi\rho C_D D^2}}$$

**v** = Paraşütün dikey hızı

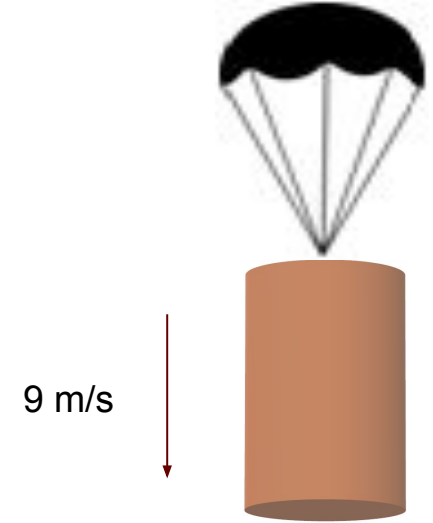
**m** = Toplam kütle ( 0.5 kg olacağını varsayıldı )

**g** = Yer çekimi kuvveti ( 9.81 m/s<sup>2</sup> )

**ρ** = Hava yoğunluğu ( 1.22 kg/m<sup>3</sup> )

**CD** = Sürüklenme Katsayısı (1.5 ; Kubbe tipi paraşüt için varsayılan değer)

**D** = Paraşüt Çapı ( 0.29 m ; Hız için 9 m/s değeri verilip hesaplandı.)



Değerler denklemde yerlerine konulduğunda model uydunun ayrılmadan önceki hızı '**9 m/s**' olarak hesaplandı.

## Taşıyıcının, Görev Yüğü Ayrıldıktan Sonraki Hızı:

$$v = \sqrt{\frac{8mg}{\pi\rho C_D D^2}}$$

**v** = Paraşütün dikey hızı

**m** = Toplam kütle ( 0,148 kg olacağını varsayıldı )

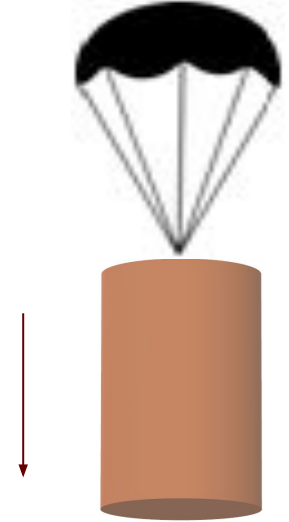
**g** = Yer çekimi kuvveti ( 9.81 m/s<sup>2</sup> )

**ρ** = Hava yoğunluğu ( 1.22 kg/m<sup>3</sup> )

**CD** = Sürüklemeye Katsayısı ( 1.5 ; Kubbe tipi paraşüt için varsayılan değer)

**D** = Paraşüt Çapı ( 0.29 m )

4.90 m/s



Değerler denklemde yerlerine konulduğunda taşıyıcının ayrılmadan sonraki hızı ‘ **4.90 m/s** ’ olarak hesaplandı.

## Görev Yükünün, Taşıyıcıdan Ayrıldıktan Sonraki Hızı:

$$v = \sqrt{\frac{8mg}{\pi\rho C_D D^2}}$$

**v** = Paraşütün dikey hızı

**m** = Toplam kütle ( 0,348 kg olacağını varsayıldı )

**g** = Yer çekimi kuvveti ( 9.81 m/s<sup>2</sup> )

**ρ** = Hava yoğunluğu ( 1.22 kg/m<sup>3</sup> )

**CD** = Sürüklemeye Katsayısı (1.5 ; Kubbe tipi paraşüt için varsayılan değer)

**D** = Paraşüt Çapı ( 0.44 m )

4.95 m/s



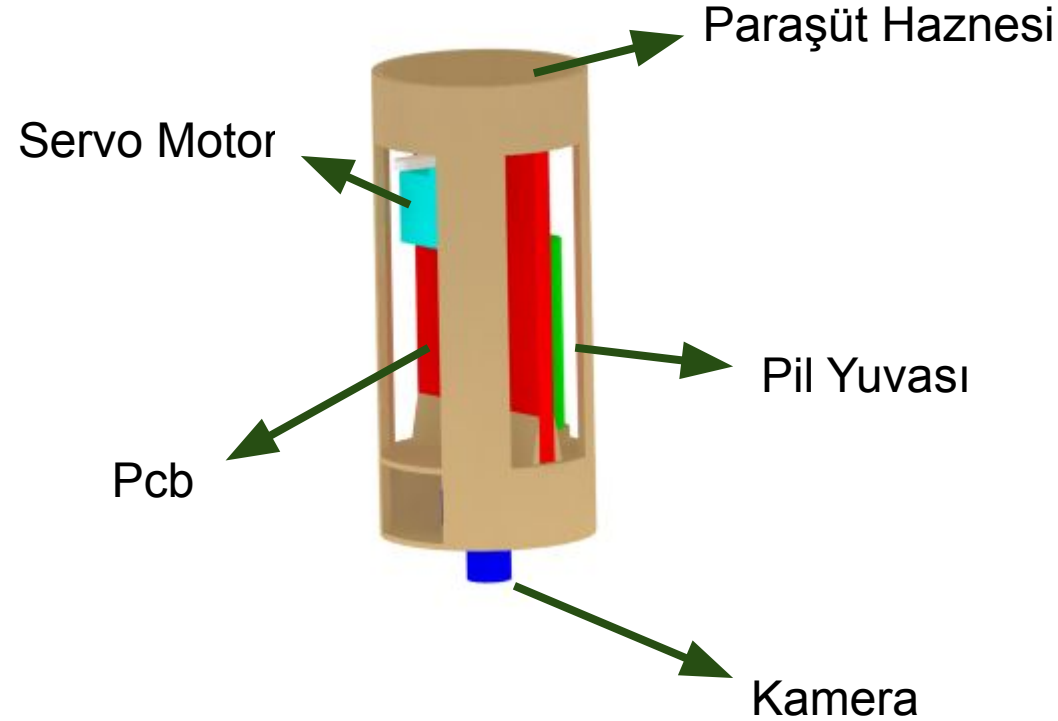
Değerler denklemde yerlerine konulduğunda görev yükünün ayrılmadan sonraki hızı '**4.95 m/s**' olarak hesaplandı.

# Mekanik Alt Sistemin Tasarımı

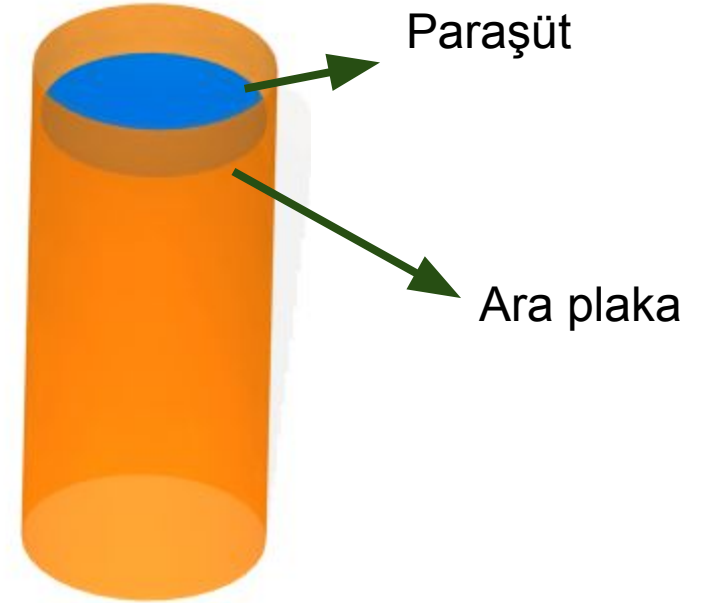
**Yasin ÇETİN**

Önemli Yapısal Elemanlar	Seçilen Malzeme	Bağlantı Elemanları
Taşıyıcı	ABS	Epoksi parçaları (İskelet parçaları montajı)
Görev Yüğü	ABS	Vida/Çift taraflı bant (PCB montajı)
Paraşüt	30d Naylon 66 Kumaş	Fırdöndü/Naylon ip (Paraşüt montajı)
Ayrılma Mekanizması	Servo Motor	Alüminyum folyo bant(Küçük elemanların montajı)

## Görev Yüğü



## Taşıyıcı



## Arayüz Tanımları

- Taşıyıcı ile Görev Yüğü arasında bir plaka bulunmaktadır. Bu ara plaka sayesinde paraşütü Görev Yüğü'nün paraşütünden ayrılmaktadır.
- 3 odalı tasarımdaki plakalar sayesinde elektronik ekipmanlar ve mekanik komponentler Görev Yüğü paraşütünden ayrılmaktadır.
- Ek olarak üst kısımda bulunan ayrılma mekanizması, servo motora bağlı kablo vasıtasıyla Görev Yüğü ve Taşıyıcı'yı 400 metreye kadar beraber tutmaktadır.

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
METİK 01	Model Uydu, Taşıyıcı ve Görev Yüğü olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
METİK 02	Model Uydu'nun ağırlığı 500 +/- 20 gr olmalıdır	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X	X	
METİK 03	Model Uydu, 180 mm yükseklik ve 80 mm çap ölçülerinde, silindirik yapıda tasarlanmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	X
METİK 04	Taşıyıcı, görev süreci boyunca hiçbir yere takılmayacak şekilde tasarlanmalı ve Görev Yüğü 'nü koruyacak yapıda üretilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	X
METİK 05	400 metre yüksekliğe (irtifaya) kadar, Model Uydu (Taşıyıcı + Görev Yüğü) pasif veya aktif bir iniş sistemiyle 8-10 m/s hızla inmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		

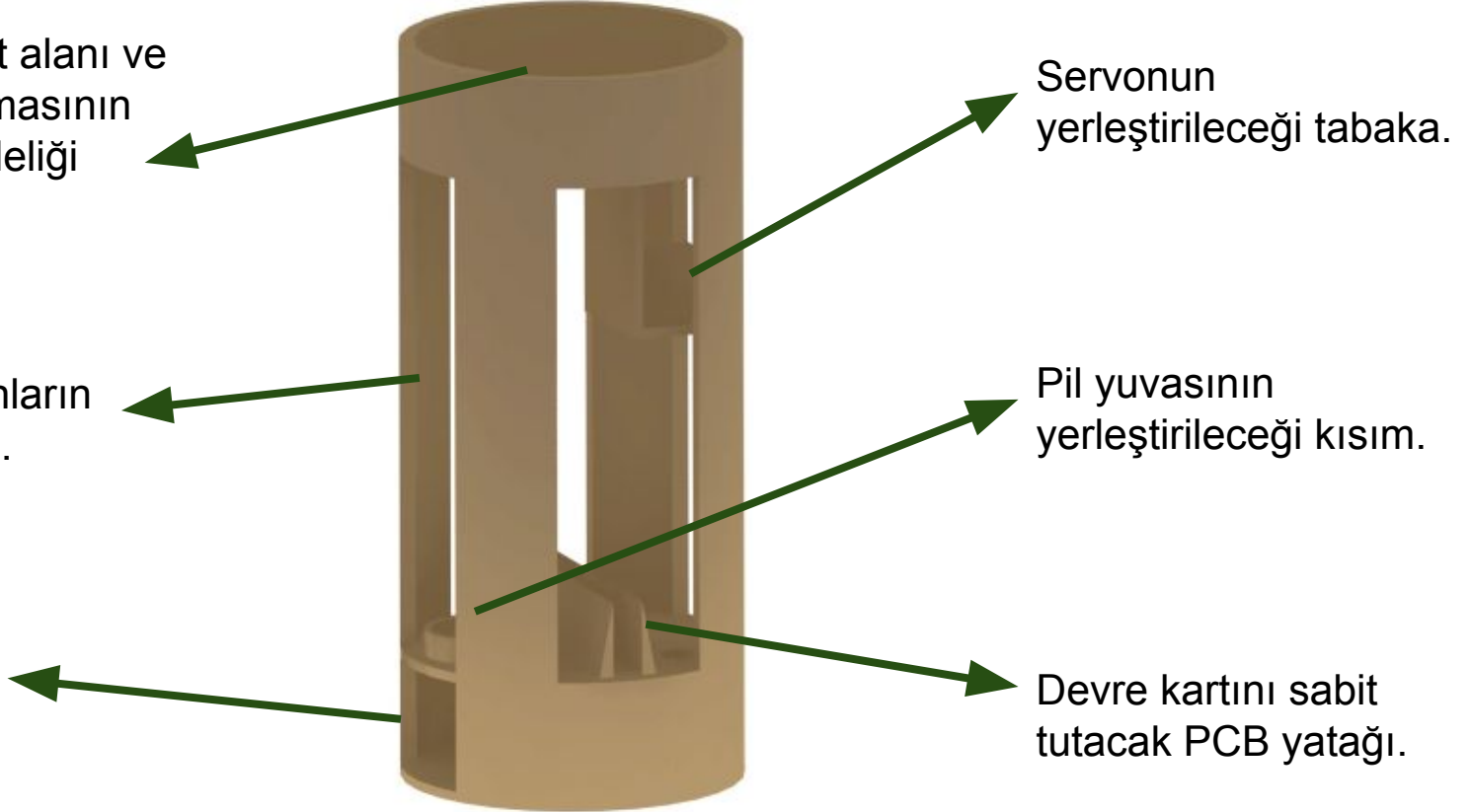


No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
METİK 09	Model Uydu'nun bağlantı elemanları ve ekipmanları en az 10 G şoka dayanacak şekilde seçilmeli veya tasarlanmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	
METİK 10	Bütün elektronik donanımlar ve birleşecek mekanik parçalar; konektör, vida ve yüksek performanslı yapıştırıcılar gibi uygun birleştiriciler kullanılıp sabitlenerek monte edilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek			X	X	

**Üst Oda:** Paraşüt alanı ve ayrılma mekanizmasının geçeceği çubuk deliği olduğu kısım.

**Orta Oda:** Elektronik elemanların yerleşeceği kısım.

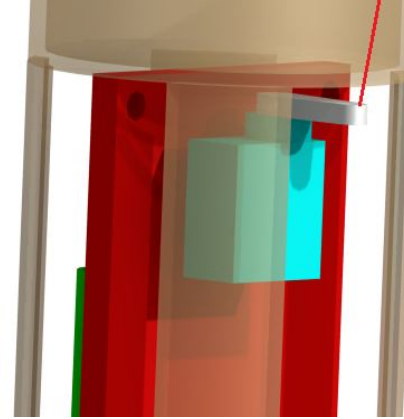
**Alt Oda:** Kamera ve devre anahtarının yerleşeceği kısım.



## Görev Yüğü Üzerindeki Mekanizmalar

### AYRILMA MEKANİZMASI

Görev Yüğü'nün orta odasında bulunan servo motor, model uydu 400 metredeyken taşıyıcı ve görev yükünün ayrılmasını sağlar.



### PARAŞÜT MEKANİZMASI

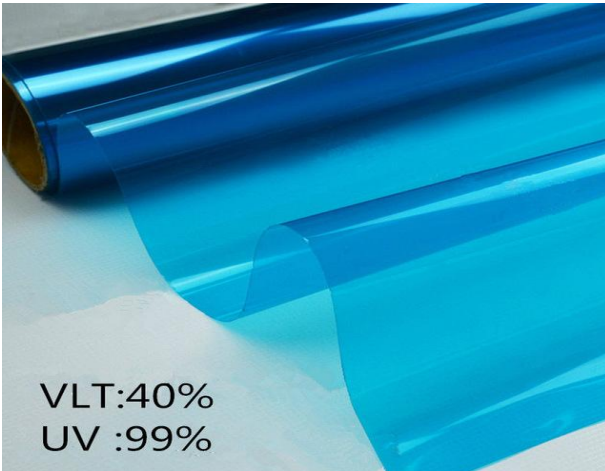
Görev Yüğü'nün üst odasında bulunur. Görev Yüğü taşıyıcıdan ayrıldıktan sonra paraşüt serbest kalır ve açılır.



## Görev Yüğü'nün

### Kaplaması:

Yer istasyonuna gönderilecek sinyallerin engellenmemesi ve Görev Yüğü'ndeki elektronik elemanların güneş ışınlarından koruması hedefiyle Görev Yüğü'nün transparan folyo(cam filmi) ile kaplanması uygun bulundu.



### Görev Yüğü Bağlantı Elemanları

Epoksi yapıştırıcı  
(İskelet parçaları montajı)

Vida/Çift taraflı bant  
(PCB montajı)

Fırdöndü/Naylon ip  
(Paraşüt montajı)

Alüminyum folyo bant  
(Küçük elemanların montajı)

Görev yükünün yapısı için malzeme olarak ABS seçildi. Fiyatı uygun, uzun ömürlü ve dayanıklı.

ABS Özellikleri	Değerler
Özgöl ağırlığı	1.04 g/cc
Erime Akış İndeksi	18 - 23 g/10 min
Gerilme Dayanımı	42.5 - 44.8 MPa
Elastik Modülü	2.25 - 2.28 GPa
Darbe Dayanımı	20 - 24 kJ/m <sup>2</sup>
Deformasyon Sıcaklığı	85 °C
Vicat Yumuşama Sıcaklığı	95 °C

ABS filamentı görev yükünün mekanik komponentlerinin üretiminde kullanılacaktır.



**Ayrılma Mekanizması için servo kullanılacaktır.**



⇒ Servo programlanabilir bir milin sahip olan küçük motordur. Servoya kodlar gönderilerek milin pozisyonu istenen şekilde değiştirilir.

**Görev yükü için paraşüt 0.44m çapında 30d naylon 66 kumaştan yapılacaktır.**



⇒ 1 m<sup>2</sup>'si 66 gramdır. Yüksek mukavemete sahiptir. Esnektir ve aşınma direnci yüksektir.

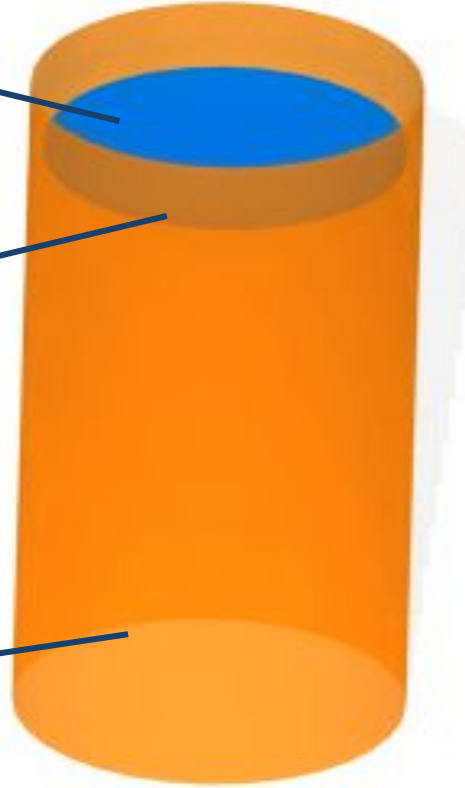
## TAŞIYICI

### Üst Oda:

Paraşüt için ayrılan kısımdır.

**Ara Plaka:** Görev Yüğü ile taşıyıcı paraşütünü ayırır.

**Alt Oda:** Görev Yüğü için ayrılan kısımdır.



### Taşıyıcı Bağlantı Elemanları

Epoksi yapıştırıcı  
(İskelet parçaları montajı)

Fırdöndü/Naylon ip  
(Paraşüt montajı)



## TAŞIYICI ÜZERİNDEKİ MEKANİZMA

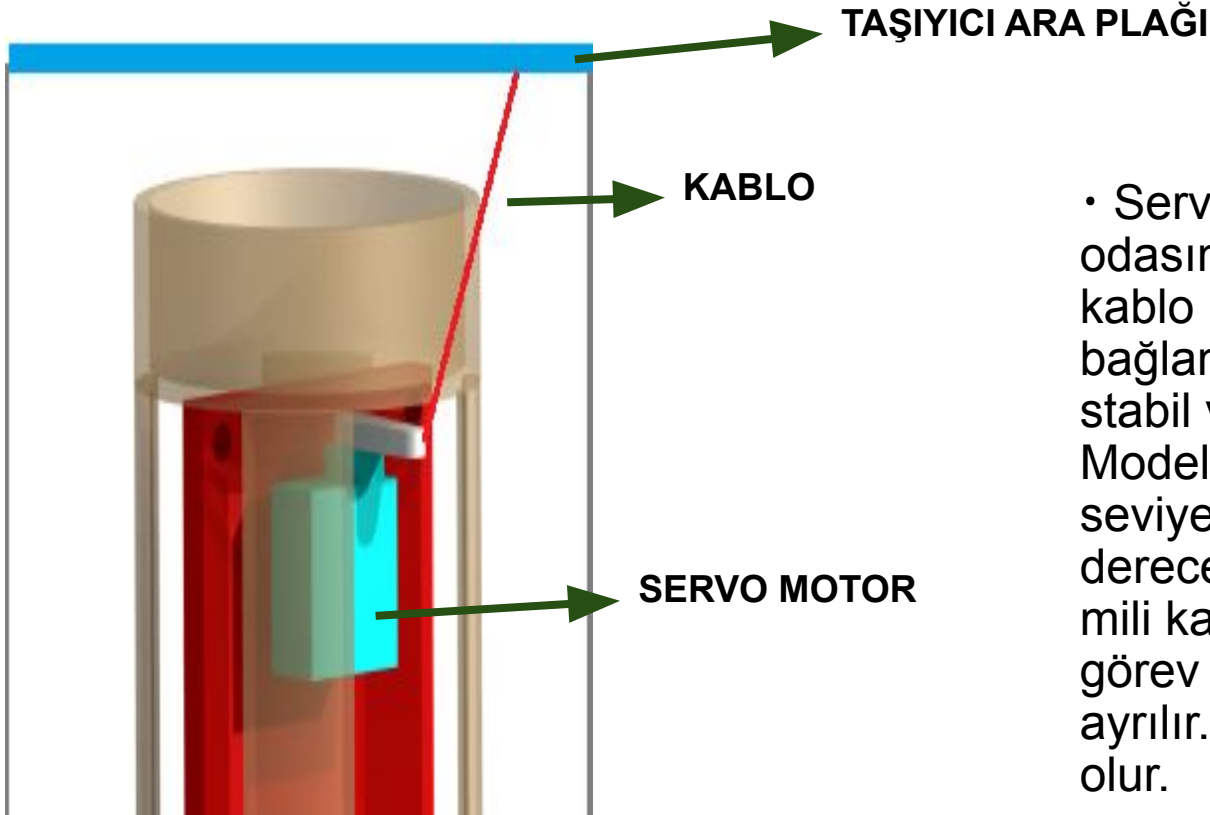
### PARAŞÜT MEKANİZMASI:

- Taşıyıcının üst kısmında bulunur.
- Taşıyıcı roketten ayrıldıktan sonra paraşüt serbest kalır ve açılır.





Komponent	Kullanılacak Malzeme	Bilgi
Konteyner Yapısı	ABS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Özgül ağırlık: 1.04 g/cc</li> <li>- Erime Akış İndeksi: 18 - 23 g/10 min</li> <li>- Gerilme Dayanımı: 42.5 - 44.8 MPa</li> </ul>
Paraşüt	30d Naylon 66 Kumaş	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 m<sup>2</sup> si 66 gram</li> <li>- Yüksek mukavemete sahip</li> <li>- Esnek</li> <li>- Aşınma direnci yüksek</li> </ul>
Paraşüt ipi	Sentetik İp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yüksek mukavemete sahip</li> <li>- Nem emmez</li> <li>- Termofikse edilebilir</li> </ul>
Fırdöndü	Metal Halkalar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uç uca eklenmiş serbest bir düzlemde iki halka birbirlerinin dönmesini engellemektedir.</li> </ul>



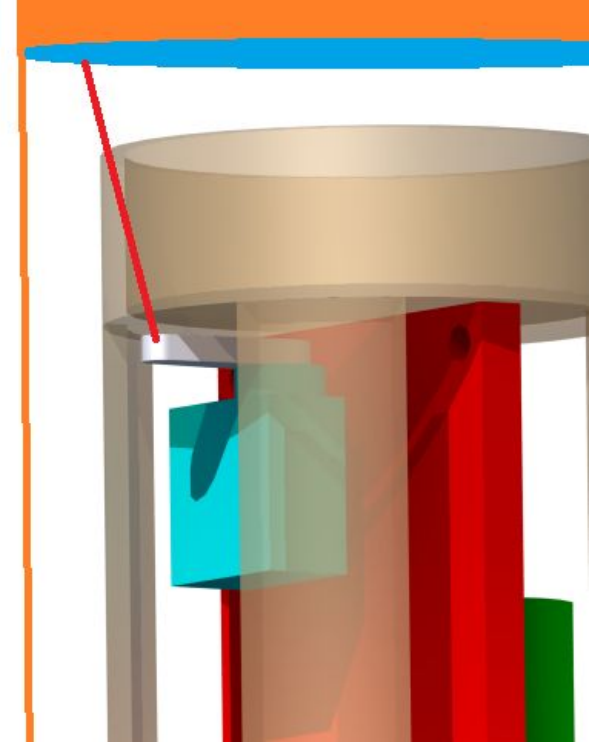
- Servo görev yükünün orta odasında bulunacaktır. Bir kablo ile taşıyıcıdaki ara plağa bağlanacaktır. İlk başta sistem stabil ve durağandır. Model Uydu 400 metreye seviyeye servo kancası 90 derece dönmeye başlar. Servo mili kablodan ayrıldığında görev yükü ve taşıyıcı da ayrılır. Ayrılma gerçekleşmiş olur.

## MONTAJ:

Görev Yüğü ve taşıyıcı iki parça halinde servo motorun kolundan bağlı kablo ile taşıyıcının ara plakasına bağlı olarak geçirilmesi sağlanacaktır. Görev Yüğü ve taşıyıcıyı tutan bir kablo vardır. Bu kablo montajdan sonra gergin durumda bulunur.

### Çalışma Prensibi:

Model uydu aşağıya iniş hareketi sırasında 400 metreye geldiğinde servo motor mili 90 derecelik açıyla otonom bir şekilde dönmeye başlar. Servo motor miliyle taşıyıcı ara plağı arasındaki kablo bu dönüş sonrası kopar. Servo motor mili kablodan ayrıldığında görev yükü ve taşıyıcı ayrılmış olur. Bağımsız bir şekilde düşmeye başlarlar.

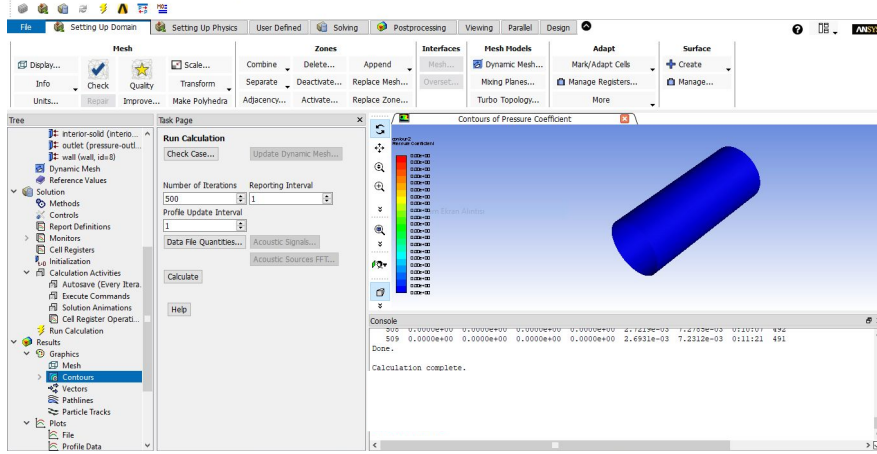


- Elektronik komponentler devre kartında delikler açılarak vida ile gövdeye sabitlenecektir. ( Bant veya epoksi yapıştırıcıda kullanılabilir.)
- Bataryalar pil yuvalarına elektrik bantları ile bantlanarak görev yüküne sabitlenecektir. ( Bant veya epoksi yapıştırıcıda kullanılabilir.)
- Elektronik parçaların tamamı görev yükünün içinde bulunacaktır. Bu yüzden dış çevreyle herhangi bir ilişkileri bulunmayacaktır.
- Elektronik parçaların tamamı yalıtım katmanı ile korunacaktır.
- Elektrik komponentlerin bağlantıları makaron ile sarılıp yalıtım ve koruma sağlanacaktır.

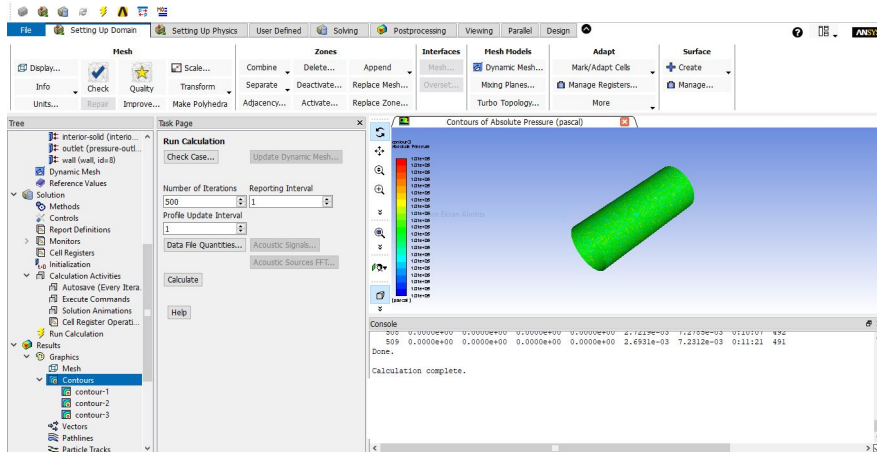
- Kamera ,ağırlığın dengeli dağıtılması gerektiğinden desteklerle korunacaktır.
- Paraşüte takılan ve taşıyıcıya sabitlenen fırdöndü ile titreşimler önlenecektir ve daha istikrarlı bir iniş sağlanacaktır.
- Teknik isterlerden dolayı model uydunun bağlantı elemanları ve ekipmanları 10G şoka dayanıklı olmak zorundadır. Bu isterler öncelikle okulumuzdaki laboratuvarlarda Ansys 18.2 ile test edilmiş başarılı olmuştur. Daha sonra titreşim testleri ve serbest düşüş testleriyle (Multikopter vb.) analiz edilecektir. Bu testlerde başarılı olmadığı takdirde model uydunun yapısındaki malzemeler sağlamlaştırılacaktır.

### ALT SİSTEMLERİN KOLAY TAKILIP SÖKÜLEBİLİRLİĞİ

- Görev yükünde PCB, bataryalar, kamera ve servo motor için uygun kısımlar boyutları hesaplanarak tasarlanmıştır..
- Antenler için görev yükünde uygun delikler açılmıştır.
- Paraşütün kolay takılıp sökülebilmesi için misina ve firdöndü kullanılacaktır.
- Montaj sırasında küçük parçalardan başlayarak büyük parçalara doğru bir montaj işlemi yapılacaktır.



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



## Görev Yüğü

Görev Yüğü'nün  
Toplam Ağırlığı  
(g)

**348.4 g**

Komponent	Ağırlık (g)	Marjin (g)	Data Tipi
Yapı	108	-	Tahmini
Elektronik Sensörler	110	-	Tahmini
Devre Kartı	22	0.6	Tahmini
Kamera	10.4	-	Kesin
Anten	9,5	-	Kesin
Servo Motor	9	-	Tahmini
Bağlantı Ekipmanları	25	1.2	Tahmini
Batarya	18.5	-	Kesin
Paraşüt	36	-	Kesin



### Taşıyıcı

**Taşıyıcı'nın  
Toplam Ağırlığı  
(g)**

**148 g**

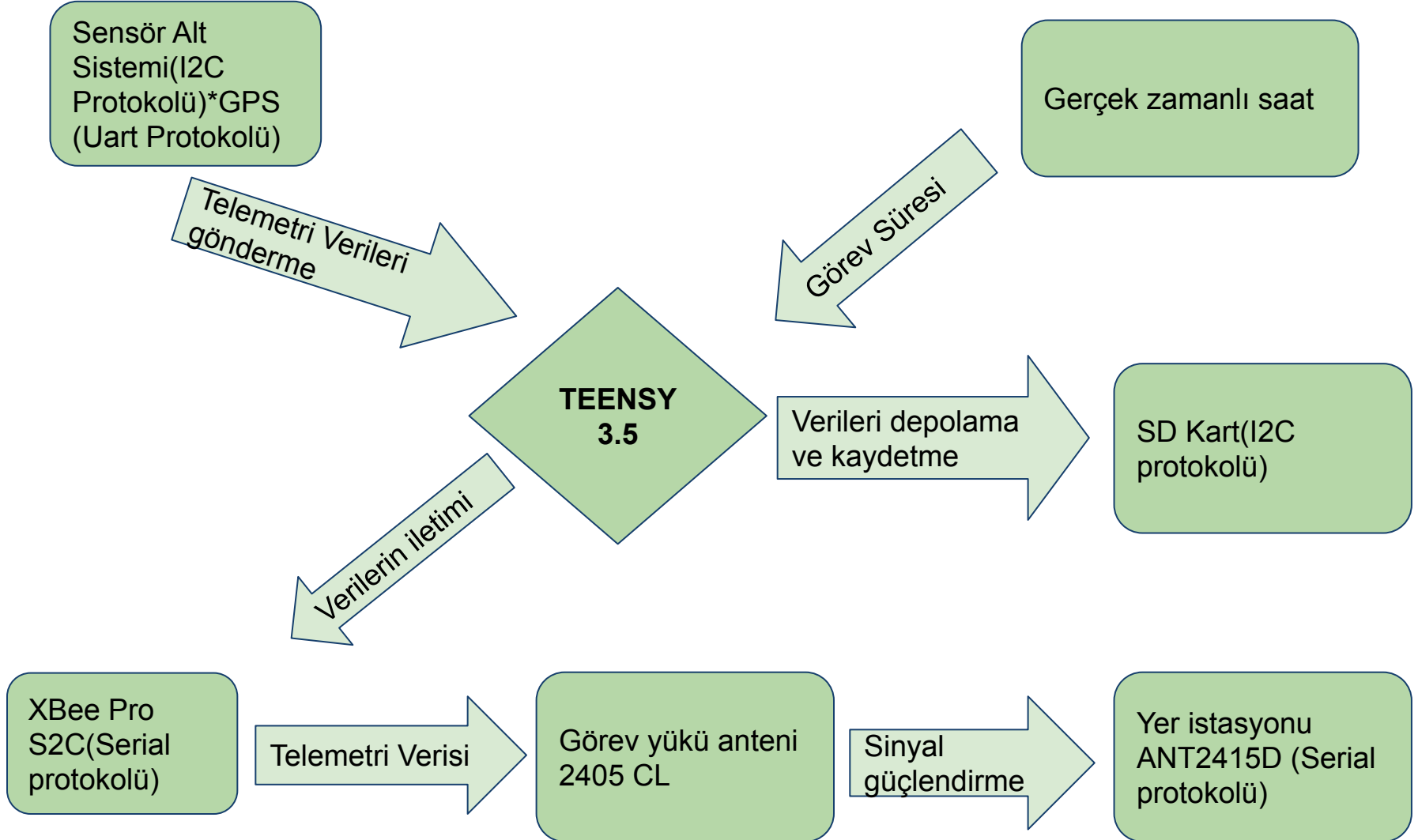
Komponent	Ağırlık (g)	Marjin (g)	Data Tipi
Konteyner	109	-	Tahmini
Paraşüt	32	-	Kesin
Paraşüt ipi	5	-	Kesin
Fırdöndü	2	-	Tahmini

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

**496.4 g**

# Haberleşme ve Veri İşleme Alt Sisteminin Tasarımı

**Hakkı Eren UZUNYAYLA**

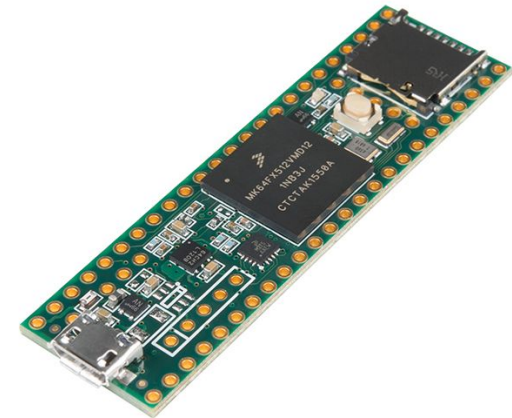


No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVİ 01	Her takım kendine ait yer istasyonunu geliştirmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 08	X	X		
HAVİ 02	Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X			
HAVİ 03	Yer istasyonu arayüzünde Görev Yüğü'nden gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X		X	X
HAVİ 04	Yer istasyonu yazılımında Görev Yüğü'nden gelen telemetri verileri kaydedilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
HAVİ 05	Video yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X

Model	İşlemci Hızı	Haberleşme Arayüzü	Çalışma Gerilimi	Çalışma Akımı	Hafıza Birimi ve Boyutu	Fiziksel Boyutu	Ağırlık	Fiyat
Teensy 3.5	120 mHz	SPI,I2C, UART	3.6 V / 6 V	45 mA	Flash - 512KB RAM - 192KB EEPROM- 4KB	62.3mm x18.0mm x 4.2mm	4.8 g	341.66 TL
Arduino Nano	16 mHz	UART,SPI, I2C	6 V / 20 V	40 mA	Flash - 32KB SRAM - 2KB EEPROM-1KB	45 mm x 18 mm	7 g	23.90TL
Atmega 32u4	16 mHz	UART,SPI, I2C	2.7 V / 5.5 V	30.5 mA	Flash - 32 KB SRAM- 2,5 KB EEPROM-1KB	7 mm x 7 mm	0.37 g	35.60 TL

## Seçilen İşlemci: Teensy 3.5

- İşlemci hızının yüksek olması.
- Yüksek Flash hafızaya sahip olması.
- Yeterli haberleşme arayüzüne sahip olması.
- Üzerinde SD kart soketi bulundurması.
- Yurtdışından temin edildi.



Hafıza Birimi	Haberleşme Arayüzü	Çalışma Gerilimi	Çalışma Akımı	Hafıza Boyutu	Fiziksel Boyutu	Ağırlık	Fiyat
SanDisk 16 GB SD Kart	SPI	2.7 V / 3.6 V	100 mA	16 GB	24mm x 32mm x 2,1mm	2 g	19.89
I2C FRAM Breakout	I2C	2.7 V / 5.5 V	200 uA	32 KB	15,5mm x 20mm x 2,0mm	1.2 g	58.11 TL

## Seçilen Hafıza Birimi: SanDisk 16 GB SD kart

- Canlı görüntü aktarımı için yeterli alana sahiptir.
- Su geçirmez, darbeye ve radyasyona karşı dayanıklıdır.
- 48 mb/sn veri işleme hızı isterlerimizi karşılamaktadır.
- Kamera modülüne daha kolay entegre edilebilir.
- Fiyatı daha uygundur.
- Yurtdışından kargo ile temin edilecektir.



No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TG G	M
HAVİ 06	Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saat çalışacak durumda olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-				X
HAVİ 07	Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		

Model	Çalışma Akımı	Çalışma Gerilim	Hassasiyet	Fiyat	Donanımsal /Yazılımsal
DS - 3231	300 uA	3.3 V	+/- 2 ppm	10.13 TL	Donanımsal
DS - 1307	300 nA	3.3 V	+/- 20 ppm	7.19 TL	Donanımsal
Teensy 3.5 Oscillator	500nA	1.7 V - 3.6 V	+/-500 ppm	Ücretsiz(Teensy 3.5)	Yazılımsal

## Seçilen Gerçek Zamanlı Saat: Teensy 3.5 Oscillator

- Teensy 3.5'le birlikte geldiğinden dolayı ücretsiz.
- Programlaması kolay.
- Hassasiyeti diğer saatlere göre çok yüksektir.
- Ayrı bir sensörünün üzerinde olmadığından hem yer kaplamaz hem de fazladan ağırlık yapmaz.



- Yer istasyonunda ve görev yükünde XBee Serisi 2C kullanıldı.
- Yer istasyonu ve görev yükü arasındaki radyo iletişimi 2 tane XBee ile sağlandı.
- XBee'ler için NETID numarası yarışma tarafından atanan "45413" olarak belirlendi.
- Görev yükündeki XBee'nin iletim hızı 1 Hz olarak belirlendi.
- Radyo ayarları iki XBee için de X-CTU yazılımı ile yapılandırıldı.
- Yer istasyonundaki XBee koordinatör, görev yükündeki Xbee bitiş noktası olarak ayarlandı.

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

Parameter

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

Networking  
Change networking settings

ID PAN ID	45413	
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	

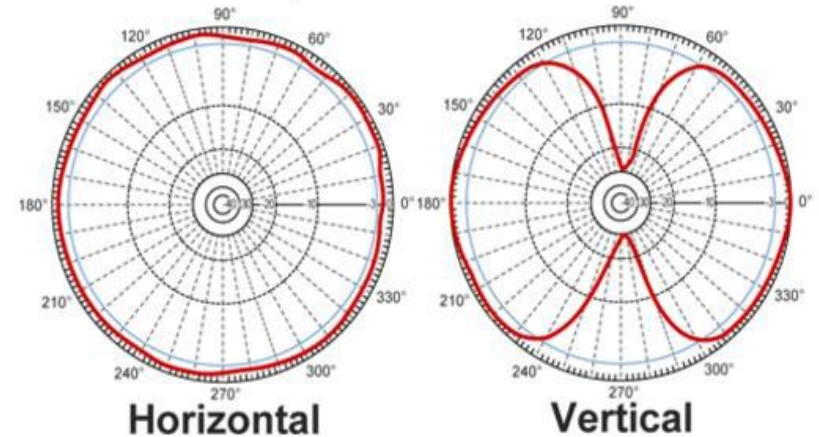
Addressing  
Change addressing settings

Model	Bağlantı Tipi	Frekans	Anten Tipi	Kazanç	Fiyat
2405 CL	SMA	2.4 GHz	Yönsüz	5 dBi	17.50 TL
2408 CL	SMA	2.4 GHz	Yönsüz	8 dBi	32.30 TL

## Seçilen Anten:2405 CL

- Fiyatı uygundur.
- Değişik hava koşullarına karşı dayanıklıdır.
- Boyutu görev yüküne sığmaktadır.
- SMA bağlantısı XBEE ile uyumludur.
- 5 dBi kazanç, haberleşmemiz için yeterlidir.

## 2405 CL anteninin ışıma örüntüsü:



Verinin Boyutu	Veri formatı	Verinin açıklaması	Örnek
2 Byte	<TAKIM NO>	Yarışmaya başvuran takımlara başvuru süreci tamamlandıktan sonra takım numarası verilir. 4 haneli bir numaradır. Her takımın takım numarası diğer takımların numarasından farklıdır.	<43415>
2 Byte	<PAKET NUMARASI>	Yarışma anında oluşturulan ve yer istasyonuna gönderilen her bir telemetry paketine atanan ardışık numaradır. İlk paket "1" ile başlar ve ardışık olarak devam eder. İşlemcinin yeniden başlama durumunda paketler son kaldığı numaradan devam etmelidir.	<6>
2 Byte	<Gönderme zamanı>	Gün/Ay/Yıl, Saat/Dakika/Saniye şeklindeki gerçek zamanlı saat verisidir.	<21/11/18 12/08/23>
4 Byte	<BASINÇ>	Ölçülen atmosferik basınç değeridir.	<1023>
4 Byte	<YÜKSEKLİK>	Görev Yüğü'nün uçuşa başladığı noktadan yüksekliğidir. Yükseklik konfigürasyonu; uçuşa başlanacak yer 0 metre olacak şekilde ayarlanmalıdır. Model Uydu yarışma komisyonuna teslim edilecektir. Birimi metredir.	<400>

Verinin Boyutu	Veri formatı	Verinin açıklaması	Örnek
4 Byte	<İNİŞ HIZI>	İniş hızı verisidir. Birimi m/s'dir.	<7.452>
4 Byte	<SICAKLIK>	Ölçülen sıcaklık verisidir. Birimi 'Celsius' derecedir.	<23.7>
4 Byte	<PİL GERİLİMİ>	Görev Yüğü'nün gücünü gösterir. Birimi Volttur.	<8.7>
4 Byte	<GPS LATITUDE>	Görev Yüğü'nün enlemsel konumudur.	<26.563465>
4 Byte	<GPS LONGITUDE>	Görev Yüğü'nün boylamsal konumudur.	<42.235273>
4 Byte	<GPS ALTITUDE>	Görev Yüğü'nün GPS'ten alınan yükseklik verisidir.	<80.02>

Verinin Boyutu	Veri formatı	Verinin açıklaması	Örnek
1 Byte	<UYDU STATÜSÜ>	Model Uydu'nun görev süresince içinde bulunduğu durumu gösteren anlamlı bilgilerdir. (Beklemede, Yükselme, Model Uydu İniş, Ayrılma, Görev Yüğü İniş, Kurtarma vs. gibi)	<4>
4 Byte	<PITCH>	Yunuslama şeklindeki eğim açısıdır. Birimi derecedir.	<31.45>
4 Byte	<ROLL>	Uçuş (düşüş) istikametine göre yuvarlanma açısıdır. Birimi derecedir.	<17.5>
4 Byte	<YAW>	Uçuş (düşüş) istikametine göre yalpalanma açısıdır. Birimi derecedir.	<09.12>
2 Byte	<DÖNÜŞ SAYISI>	İniş süresince roll eksen etrafındaki dönüş sayısıdır.	<5>

## Telemetry 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>

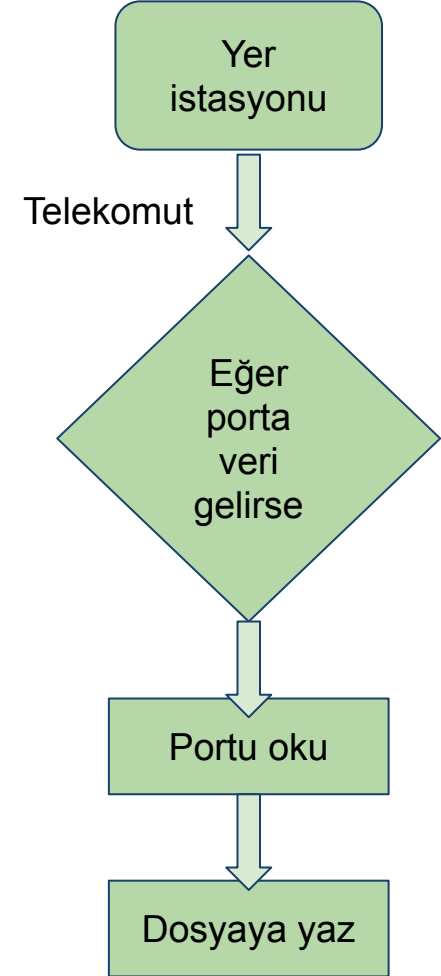
**Örnekler :** <43415>, <5>, <12/11/18 12/08/23>, <1018>, <223>, <8.765>, <21.4>, <9.7>, <38.96.3725>, <35.23.5273>, <289.52>,<07>,<31.45>,<17.5>,<9.12>,<31.45><17.5><09.12><11>

## Telemetry Verilerinin Hızı ve Gönderim Şekli :

- Veriler 1 Hz olarak yer istasyonuna gönderilecek.
- Veriler eş zamanlı olarak yer istasyonuna gönderilecek ve kayıt edilecek.
- Veriler yer istasyonunun arayüzünde gösterilecek.
- Kablosuz haberleşme gerçekleştirilecek.

- Yer istasyonundan telekomut string olarak gönderilir.
- Uçuş kodundaki main loop fonksiyonunun içine if koşulu koyulur.
- If koşulu; eğer Xbee'nin işlemcide bağlı olduğu serial portuna veri gelirse,döngüye girilir ve “portu oku” komutuyla gelen veri okunup string içine koyulur.
- Yine aynı if koşulunun içinde bir dosya oluşturulur ve kod yazdırılır. Daha sonra dosya kapatılır.

**Not: Yer istasyonu tasarımı tamamlanmadığı için, telekomut giriş ekranı belirtilememiştir.**

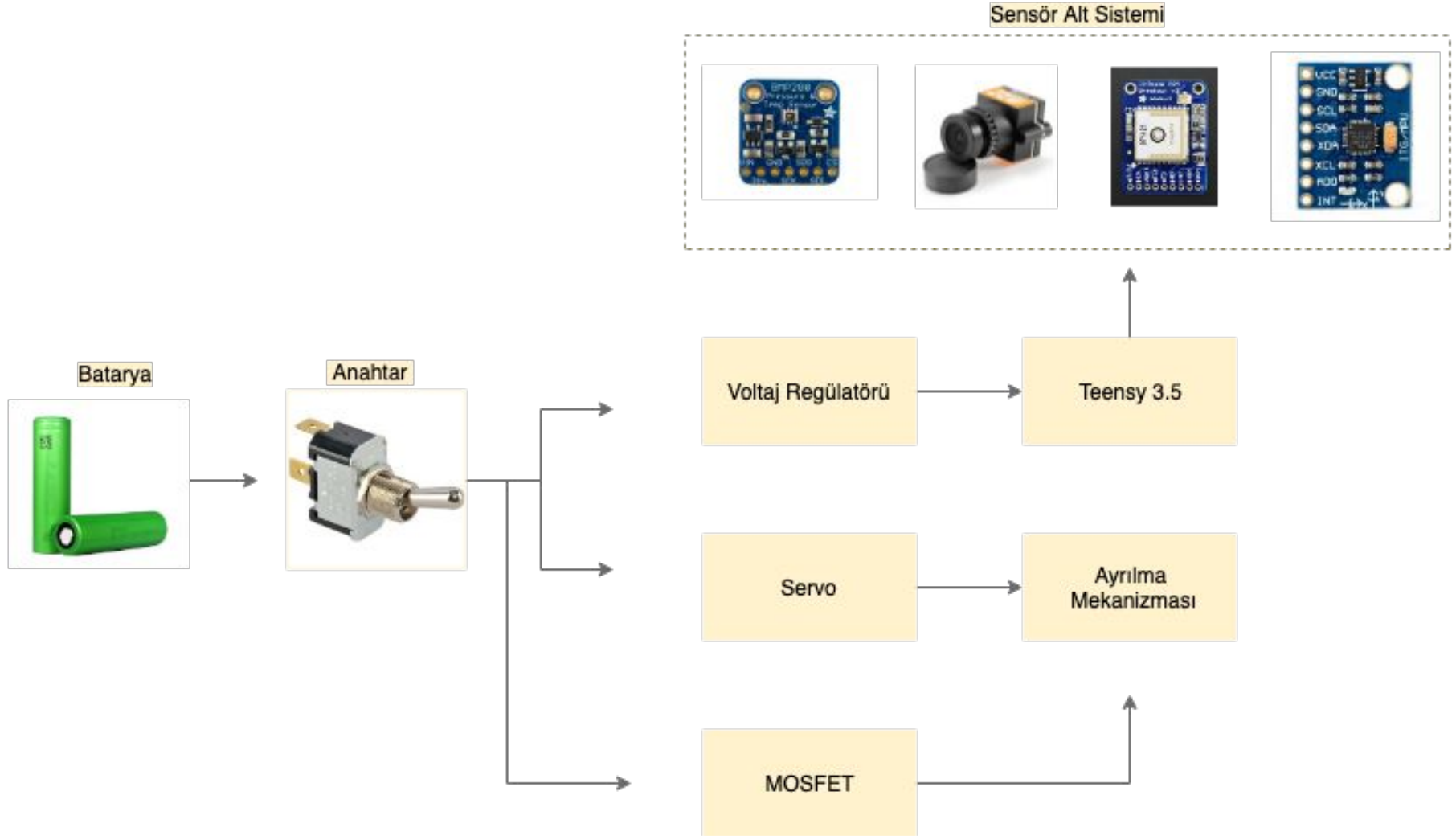




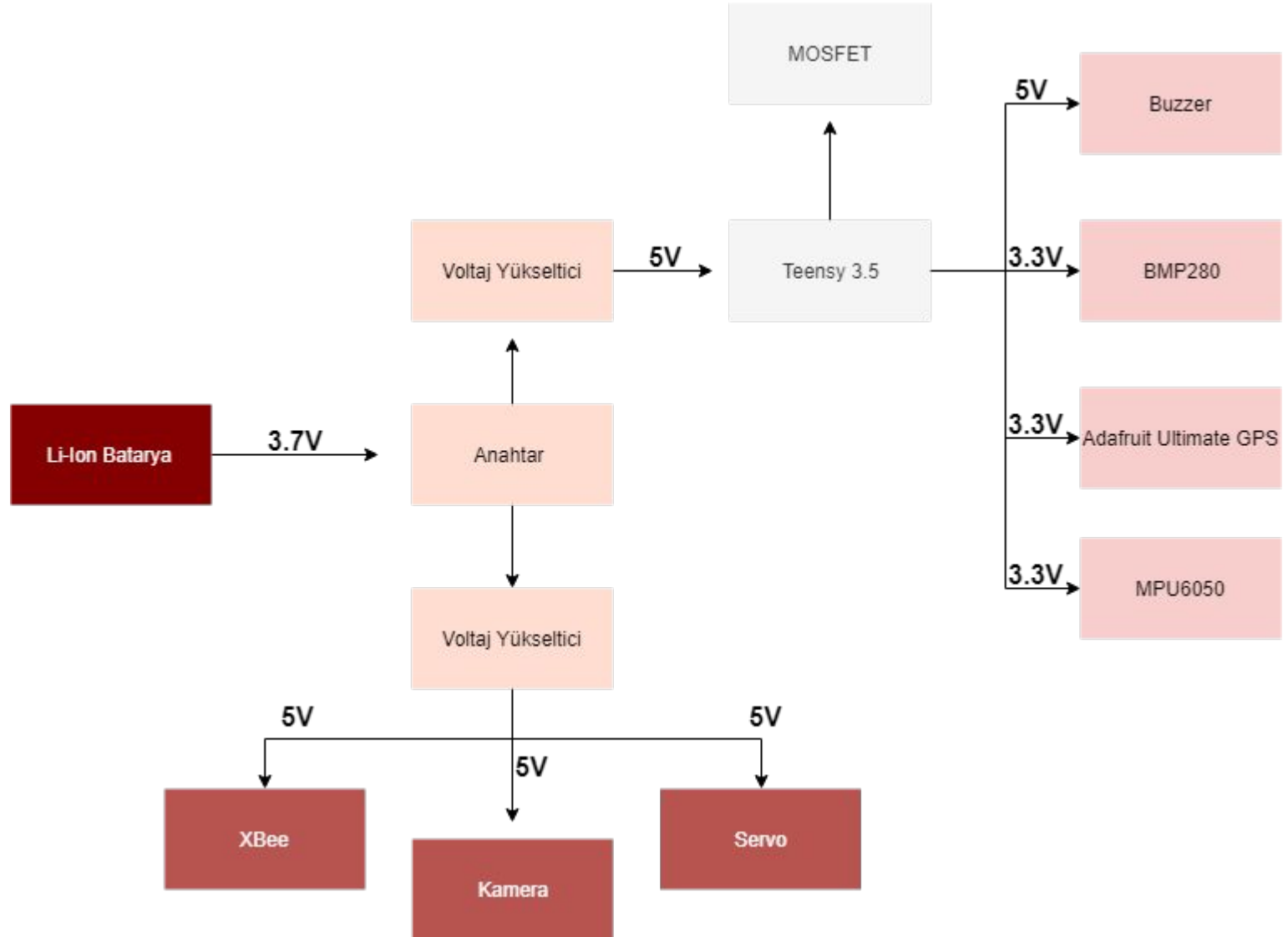
# Elektrik Alt Sisteminin Tasarımı

**<Ayşe Aysu SARI>**

Malzeme	Görevi
Batarya	Tüm sisteme güç sağlar.
Voltaj Regülatörü	Sistemdeki gerilimi düşürerek ya da yükselterek dengede kalmasını sağlar.
Voltaj Bölücü	Analog pinden gelen voltaj değerini okur.
Anahtar	Bataryadan elektronik sisteme gönderilen elektrik akımını keser ya da gönderir.
Buzzer	Sesli ikaz vererek sistemin düzgün çalıştığını işaret eder. Uydu yere indiğinde ika vermeye devam eder, böylece uyduyu bulmayı kolaylaştırır.

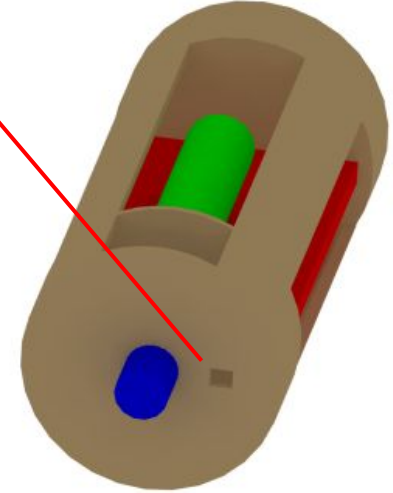
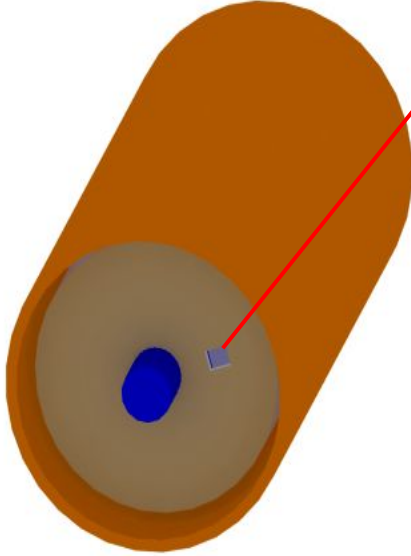


No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
ELUY 08	Alkalın, Ni-MH, Lityum İon piller kullanılabilir. (Lityum polimer pillerin yanıcı özelliği olduğu için kullanılması yasaktır.)	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
ELUY 10	Her takım için hakemler tarafından tanımlanacak 5 haneli şifre bilgisi telekomut olarak yer istasyonu arayüzünden uçuş anındaki model uyduya gönderilecektir. Görev yükü şifreyi SD Karta kaydedecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	HAVİ 01	X			
ELUY 11	Seçilecek pil, sistemin 1 saatlik süre boyunca çalışmasına yeterli olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X	X	
ELUY 14	Görev Yüğü'nün açma kapama düğmesi olmalıdır. Bu düğme; Görev Yüğü, Taşıyıcı'nın içindeyken bile erişilebilecek şekilde tasarlanacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	X
ELUY 15	Elektronik donanımların montajı mekanik aksamla sabitlenerek yapılmalıdır. Elektronik devrede temassızlığa veya çıkmaya sebep olacak konektörler kullanılmayacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	X



### GÜÇ ANAHTARI

Güç anahtarının yeri kolay ulaşılabilir bir şekilde tasarlanmıştır. Alt kapağa yakın olması nedeniyle konteyner içindeyken bile kolaylıkla ulaşılabilir.

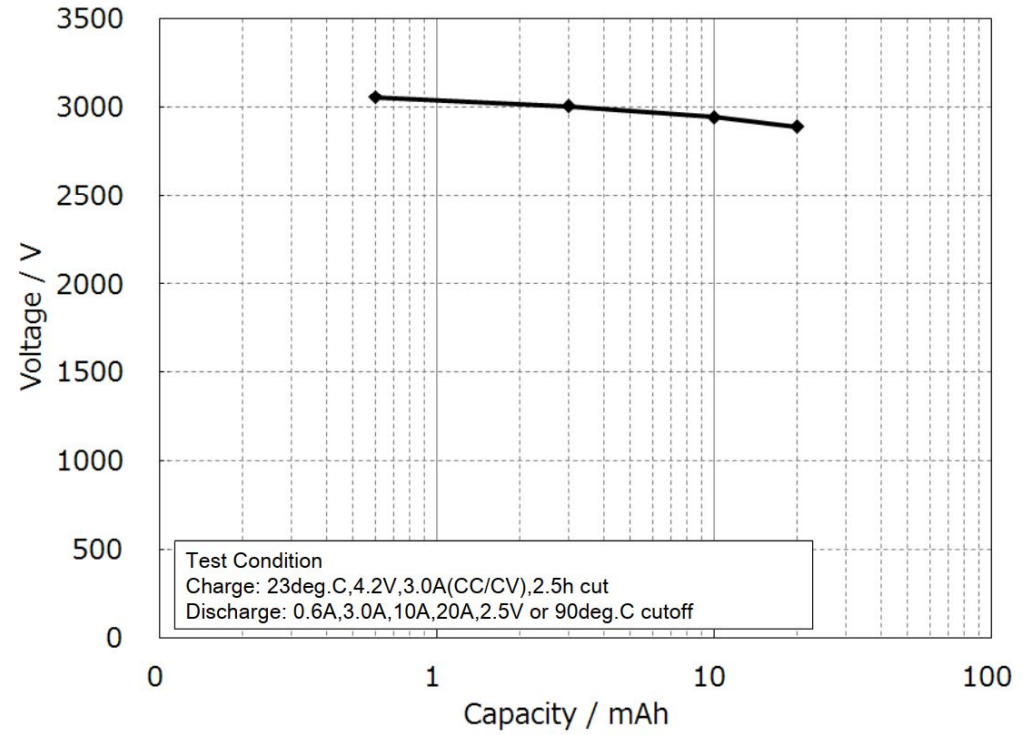
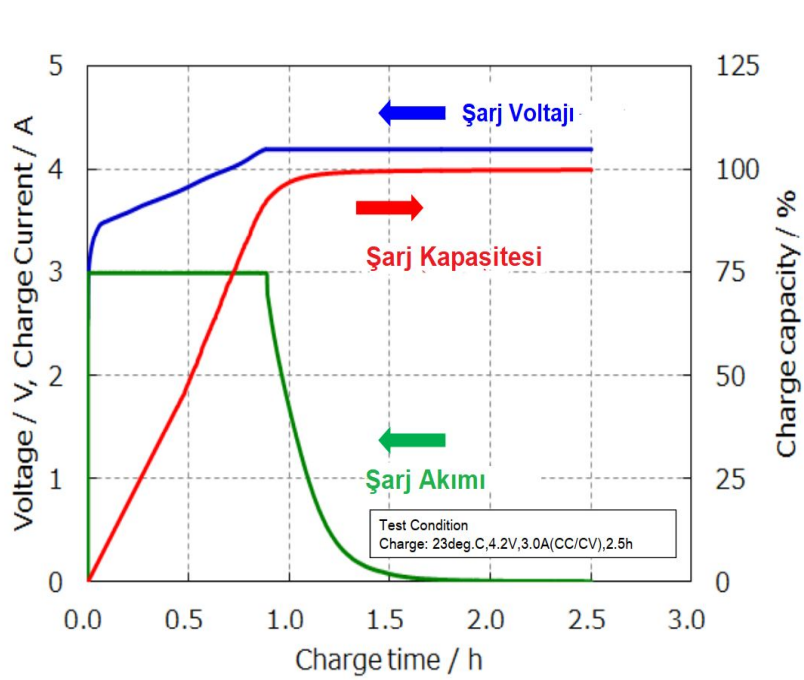


Model	Gerilim Değeri	Kapasitesi	Pil Tipi	Boyutları (çap X uzunluk)	Ağırlığı (g)	Fiyatı
Sony VTC 6	3.7 V	3000 mAh	Li-ion	18.00 mm X 65 mm	46.5	35₺
Samsung ICR 18650	3.7 V	2600 mAh	Li-Ion	18.00 mm X 65 mm	44	25₺
LG HB6 18650	3.7 V	1500 mAh	Li-Ion	18.00 mm X 65 mm	45.5	25₺

## Seçilen Batarya: Sony VTC 6

- Yeterli akım verebilecek güçtedir.
- Li-ion olması nedeniyle sistem isterlerine uygundur.
- Boyutları uydunun içine sığabilecek kadardır ve uygundur.
- Piyasada kolay bulunabilecek bir pildir. Yaygın olarak kullanılır.
- Fiyat performans oranı diğer pillere kıyasla uygundur.





Sony VTC6 için pilin şarj sırasındaki karakteristik özellikleri yukarıda grafik halinde verilmiştir.

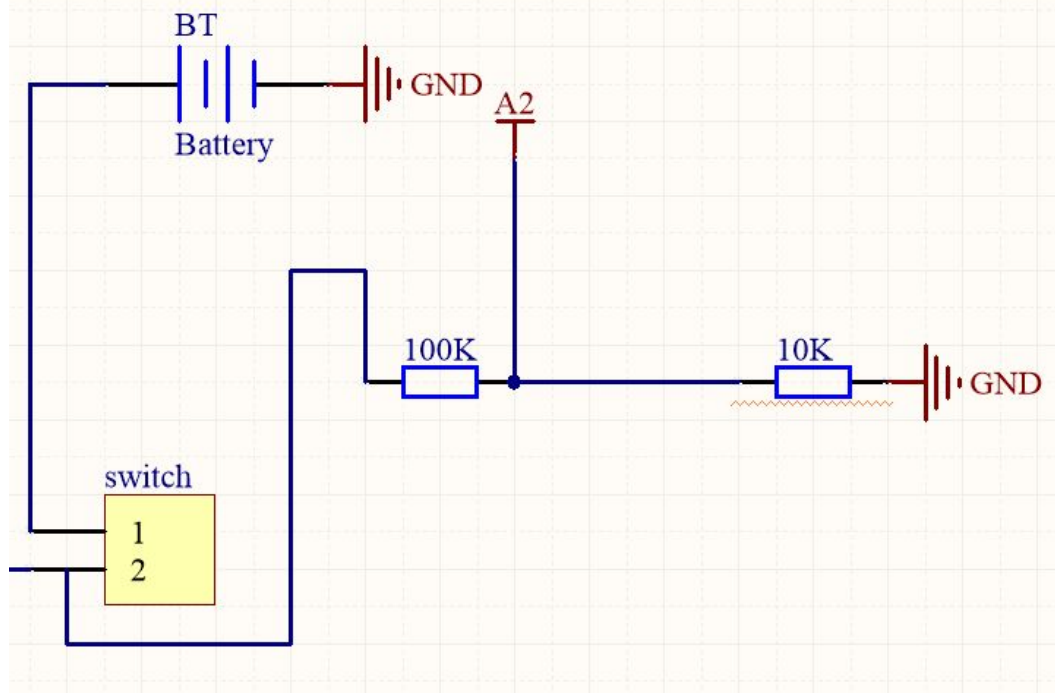
Seçtiğimiz pilin voltaj-akım grafiğı verilmiştir. 20 amperlik anlık akım sağlanabilmektedir.



Bileşen	Güç Tüketimi (W)	Güç Tüketimi (mAh)	Görev Süresi(%)	Tolerans Değeri	Kaynak
BME280	0.0000066	0.002	100	~0	Datasheet
MPU6050	0.01287	3.9	100	~0.1	Datasheet
Eachine 1000 VTL	0.525	105	100	~4.2	Datasheet
Xbee Pro S2C (İleten)	0.396	120	100	~2	Datasheet
Xbee Pro S2C (Alan)	0.102	31	100	~2	Datasheet
Adafruit Ultimate GPS	0.066	20	100	~1	Datasheet
Buzzer	0.0825	25	25	~0.2	Datasheet
Teensy 3.5	0.225	45	100	~6	Datasheet
Sandisk SD kart	0.66	200	100	~0	Datasheet

Toplam Güç Tüketimi(mAh)	Toplam Güç (W)	Mevcut Kapasite (mAh)
524.902	2.0693	3000

- Tüketilen toplam güç mAh olarak, mevcut kapasitenin altındadır. Sistemi bir saatten çok daha fazla çalıştırabilecektir.
- Piller Li-ion şarj aleti kullanılarak şarj edilecektir.



- Pil gerilimi Teensy 3.5'in analog A2 pini ile voltaj bölücüler yardımıyla ölçülecektir.
- A2 pini 0-5 v arasındaki voltaj değerlerini ölçer.
- İki direnç kullanılarak oluşturulan voltaj bölücüler yüksek voltaj değerlerini uygun seviyeye düşürerek ölçmeyi mümkün kılarlar.

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

Bu formülle çıkış gerilimi ayarlanabilir.

# Uçuş Yazılımı Tasarımı

**<Ayşe Aysu SARI>**

## Uçuş Yazılımı Genel Yapı:

- Uçuş süresince istenilen sıcaklık, basınç, yükseklik, iniş hızı, konum, pil gerilimi ve eksen verileri Teensy 3.5 kullanılarak işlenecektir.
- Alınan veriler canlı olarak, görev zamanıyla birlikte 1'den başlayarak paket halinde gönderilecek. Her paket iletiminde sayı bir artırılabacak.
- Yer istasyonundan gönderilen şifreyle birlikte tüm telemetri verileri SD karta da kaydedilecek.
- Model Uydu'dan canlı olarak görüntü aktarımı yapılacak ve SD karta kaydedilecek.
- 400m'de görev yükü taşıyıcıdan otonom biçimde ayrılacak.
- Model Uydu yere indikten sonra sesli ikaz verecek aynı zamanda 1 dk boyunca telemetri ve canlı görüntü yayına devam edecektir. Canlı alınan verilerle uydunun konumu tespit edilecek.
- Ayrılmama durumunda yer istasyonun gönderilecek komut ile MOSFET devreye girerek ayrılma sağlanacak.

## Kullanılan Programlama Dilleri:

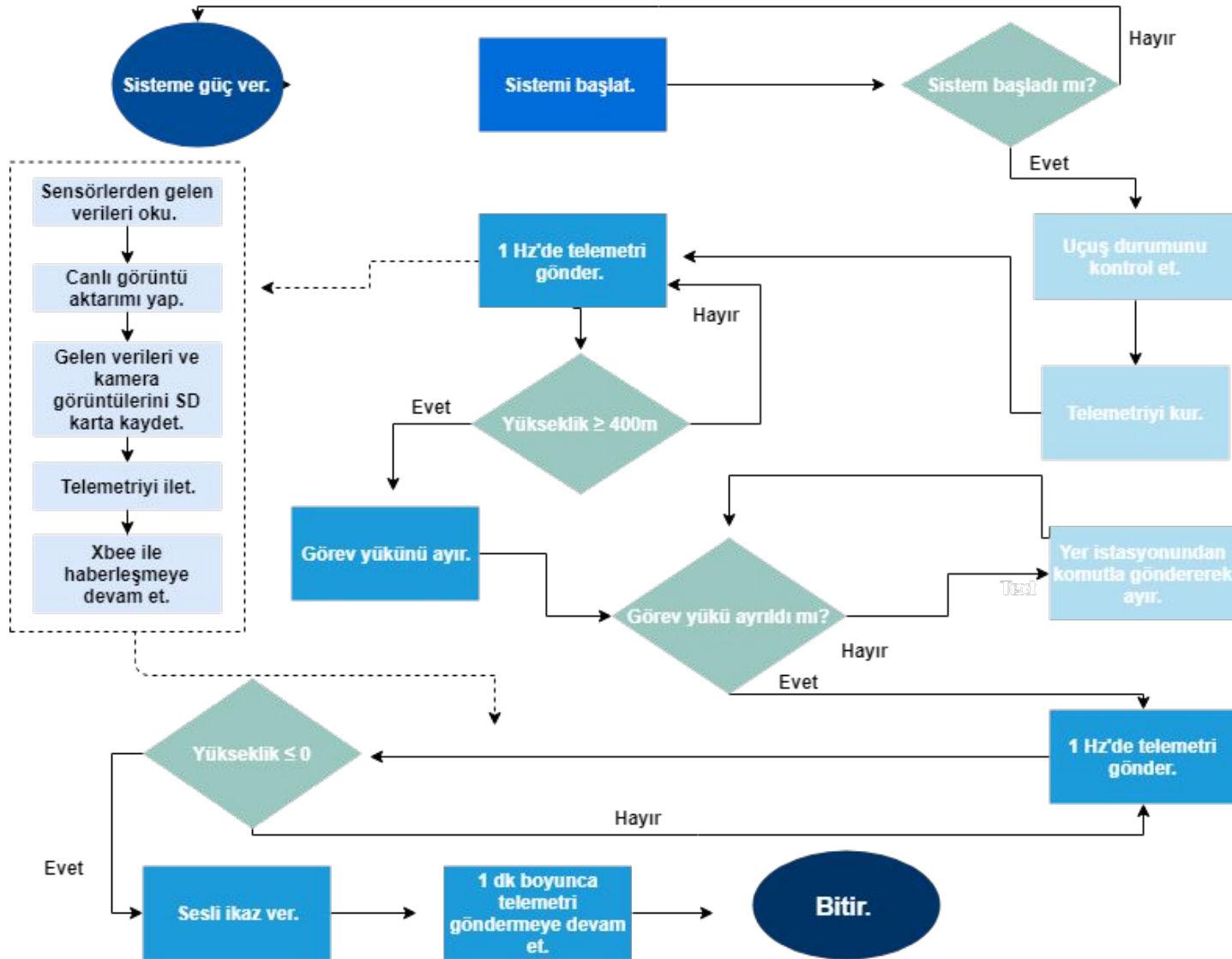
- C ve C++

## Geliştirme Ortamları:

- Arduino IDE ve Dev-C++

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
ELUY 04	Uçuş yazılımı, gönderilen paketlerin sayısını muhafaza edecek ve 1'den başlayarak her paket iletiminde sayıyı bir artıracaktır. Eğer işlemci yeniden başlarsa paket sayısı kaldığı yerden devam edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X		
ELUY 05	Telemetri verileri aynı zamanda uydu içinde yer alan bir SD karta da yazılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	
ELUY 06	Görev yükü üzerinde, yere bakan bir kamera olacaktır. Kamera görüntüleri tüm uçuş süresince bir SD karta video olarak kayıt edilecektir. Video çözünürlüğü en az 640x480 olacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
ELUY 07	Kamera bakış açısı yeryüzüne doğru bakacak model uydu, görev süresince video görüntüsünü yer istasyonuna göndermelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
ELUY 12	400 (+-10) m yükseklikte Taşıyıcı ile Görev Yüğü bir mekanizma ile otonom olarak ayrılacaktır.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 06	X	X		

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İster	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
ELUY 11	Ayrılmama durumunda, yerden gönderilen komutla ayrılma gerçekleştirilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		
ELUY 15	Model uydu yere hasarsız şekilde indikten sonra en az 1 dakika boyunca telemetri ve görüntü yayınına devam edecektir. Telemetri paketindeki konum bilgisi ile uydunun yeri tespit edilecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X		
ELUY 16	Model uydu, yere indiğinde çalışmaya başlayan sesli ikaz verecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-		X	X	





- Uçuş sırasında işlemcinin, fazla akım, yüksek sıcaklık veya işlemcinin hafıza dolmasından dolayı yeniden başlaması durumunda, gerçek zamanlı saat verisi ve paket sayımı kaldığı yerden devam edecektir.
- Uydu yere indiğinde GPS, konum, verisinden yararlanılarak uydunun düştüğü yer bulunacaktır. Aynı zamanda sesli ikaz cihazı da bulmamıza yardım edecektir.

## Prototip ve Testler

- Sensörlere karar verildi. Kullanılması planlanan tüm sensörler tek tek breadboard üzerinde test edilerek stabil ve doğru veri alınıp alınmadığı kontrol edildi. Hatalı veri alındığı düşünülen sensörlerde sistem baştan kuruldu, kablolar değiştirildi.
- Sensörlerin tek başına çalıştığından emin olduktan sonra bütün sensörler birlikte breadboard üzerinde test edildi. Testler başarılı geçti.
- Tüm veriler SD karta kaydedildi.
- Testlerin başarısının ardından Altium Designer kullanılarak PCB tasarımına başlandı.

## Yazılım Geliştirme Planı

- Sensörlerin internetten C++ kütüphaneleri indirildi. Yarışma isterlerine göre düzenlenmeden önce kütüphanelerin çalıştığından emin olundu.
- Kütüphaneler yarışma gereksinimlerine göre düzenlendi. Yanlış veri alınmaması için sensörlerin I2C adresleri düzenlendi, pin giriş çıkışları kontrol edildi. Yeniden denendi.
- Ayrı ayrı denemeler başarılı geçince, tüm sensörlerin kodları birleştirildi. Sistem bütün olarak çalıştırıldı.
- Gelecek aşamada sensörlerden gelen verilerin daha dengeli olması için her biri kalibrasyon algoritması üzerinde çalışılacak.
- Kütüphaneler düzgün çalışmasına rağmen birbirleriyle çalışmaması için kütüphaneler üzerinden bir daha geçilecek.
- Arduino IDE üzerinden düzenlenen kodun anlaşılabilir olması için düzenlemeler yapılacak.



# Yapılması Planlananlar

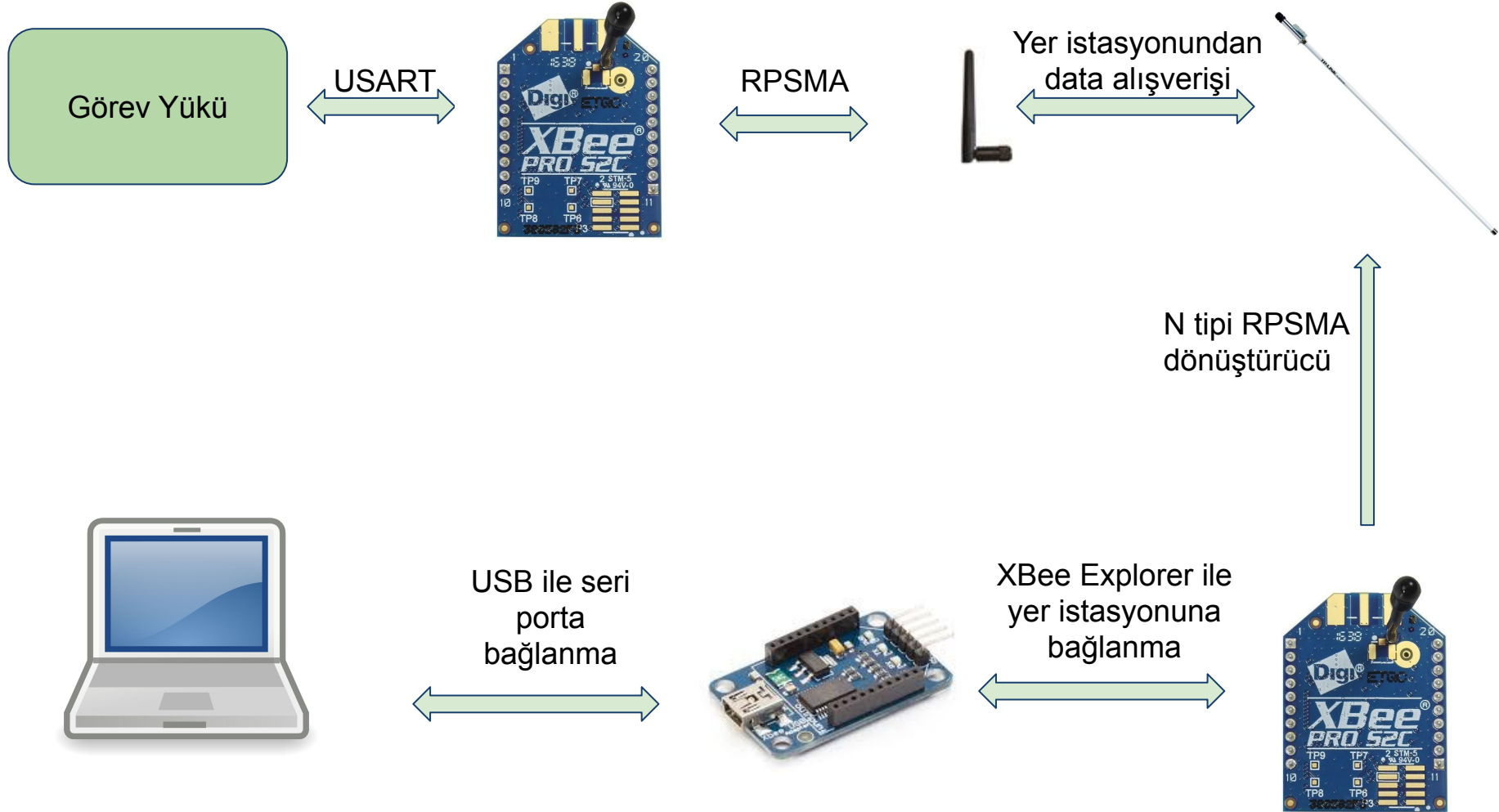
1. PCB tasarımı tamamlandıktan sonra sensörlerin bütün halinde testi yapılacak.
2. Sensörlerin doğru çalıştığından emin olmak için hem kalibrasyon testi yapılacak hem de sensörler farklı modlarda çalıştırılacak.
3. Tüm sensörler elimize ulaştıktan sonra sensörlerden alınan toplu veriler SD karta doğru yazıldığından emin olunacak.
4. Canlı görüntü aktarımı test edilecek.
5. Sistem bir bütün olarak tamamlandıktan sonra multikopter testleri ve titreşim testleri sırasında verilerin doğruluğu kontrol edilecek.

### Yazılım Geliştirme Ekibi

- Aysu Sarı
- Altuğ Ertan

# Yer İstasyonu Tasarımı

**<Hakkı Eren UZUNYAYLA>**



No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVİ 01	Her takım kendine ait yer istasyonunu geliştirmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	METİK 08	X	X		
HAVİ 02	Telemetri verilerini ve görüntüyü yer istasyonuna göndermek için kablosuz haberleşme modülleri kullanılmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X			
HAVİ 03	Yer istasyonu arayüzünde Görev Yüğü'nden gelen telemetri verileri gerçek zamanlı gösterilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X			X
HAVİ 04	Yer istasyonu yazılımında Görev Yüğü'nden gelen telemetri verileri kaydedilmeli ve zamana bağlı grafikleri doğru mühendislik birimleriyle gerçek zamanlı olarak çizdirilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		X
HAVİ 05	Video yer istasyonunda gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve yer istasyonuna kayıt edilmelidir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X		X	X

No	Gereksinim/İster Tanımı	Yorum/ Açıklama	Öncelik	İlişkili İsterler	Doğrulama Matrisi			
					T	A	TGG	M
HAVİ 06	Yer istasyonu yazılımının çalıştırılacağı bilgisayarın en az iki saat çalışacak durumda olmalıdır.	Temel Gereksinim	Yüksek	-				X
HAVİ 07	Görev yükü üzerinde bulunan gyro sensörü, yer istasyonu arayüzünde model uydunun duruş bilgisini en az bir düzlemde (x-y) 2 boyutlu olarak simüle edecektir.	Temel Gereksinim	Yüksek	-	X	X		

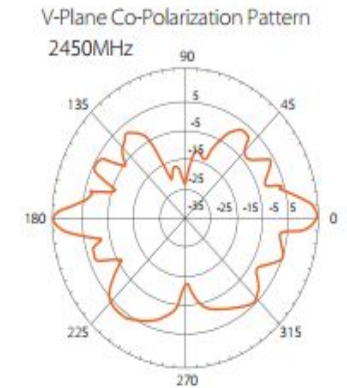
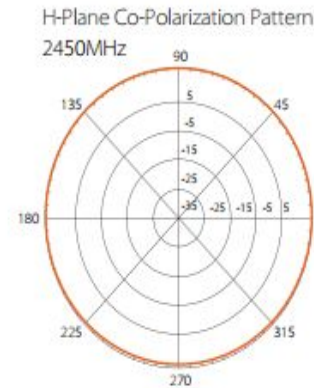


Model	Bağlanma Tipi	Frekans	Yön	Kazanç	Fiyat
2415D	N-Tipi	2.4 Ghz	Yönsüz	15 dBi	710.00 TL
5830B	N-Tipi	5 Ghz	Yönlü	30 dBi	1200.00 ₺

## Kullanılacak Anten : TL-ANT2415D

- Yönsüz çalışma özelliği
- Geniş kapsama alanı
- Hava şartlarına dayanıklı tasarım
- Uygun sinyal radyasyon dağılımı

## Seçilen antenin ışıma modeli



## Anten Düzeneğinin Kurulumu

- Anten yer istasyonuna yakın bir uzaklıkta kurulacaktır.
- Anten sistemine çevredeki insanların takılmaması için anten sisteminin kablosu kısa tutulacak ve yere temas etmemesi sağlanacaktır.
- Anten sistemini denetlemesi için bir görevli tayin edilecek ve görevli olan kişi o bölgenin denetiminden sorumlu olup izinsiz girişlere izin vermeyecektir.
- Yer istasyonu düzeneğinin bulunduğu bölgeye emniyet şeritleri çekilecektir.

## Anten Taşıma Stratejisi

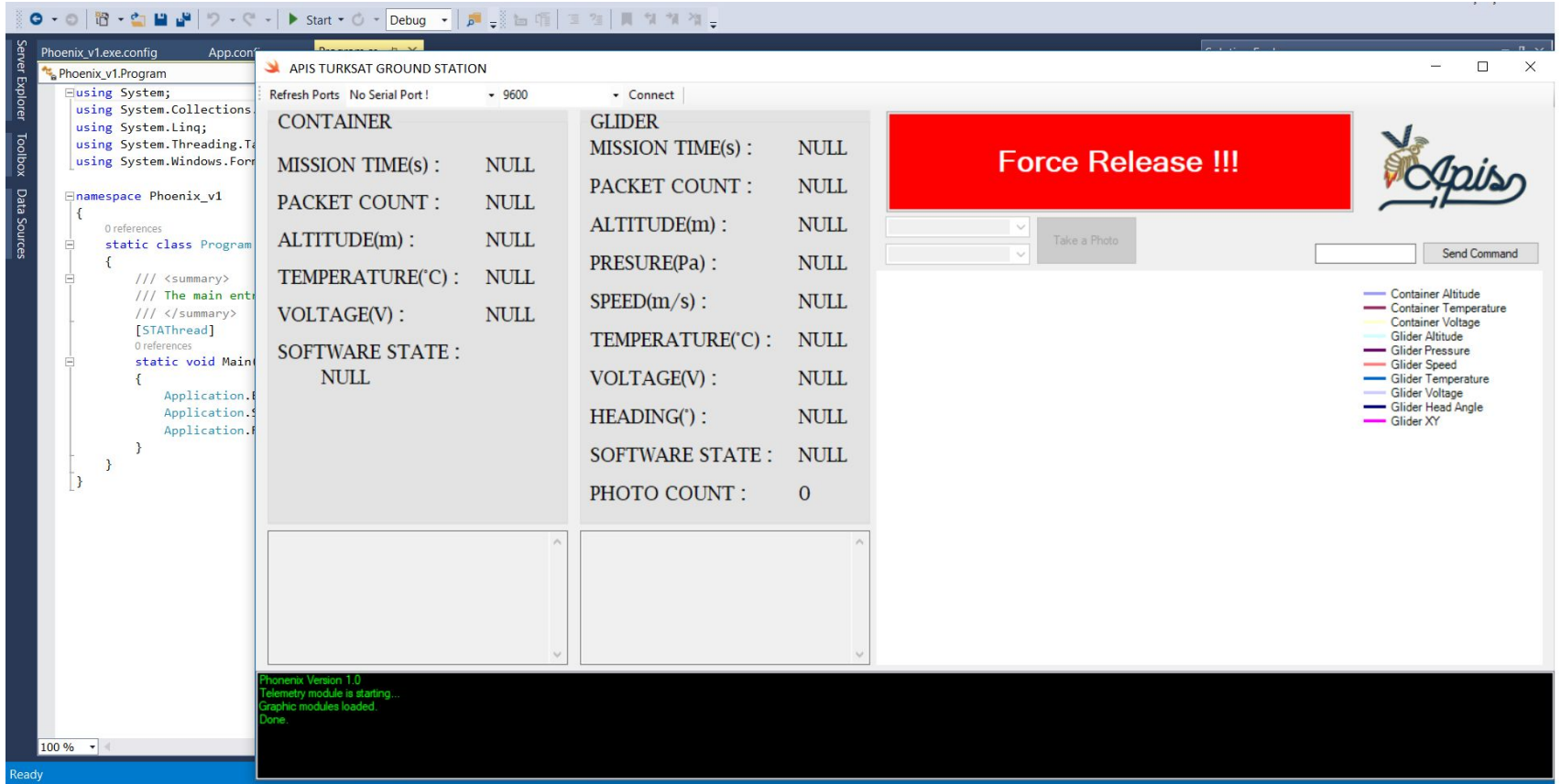


## Kullanılacak Olan Dizayn

- Hafif Tasarım
  - Ekonomik
  - Üretim Kolaylığı
  - Güvenli
- 
- Anteni taşımak için yandaki tasarım kullanılacaktır.
  - TL-ANT2415D şekil olarak düzgün olduğundan el ile taşımaya uygun bir antendir.
  - Anten taşıma dizaynı, yer istasyonu görevlisi uyduya göre antene yön verebilecek şekilde tasarlanmıştır.

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

## Arayüz Prototipi



Canlı görüntü aktarımı ayrı bir arayüz ekranı ile yapılacaktır.

### Kullanılacak Yazılımlar

- Visual Studio 2015 Community
- XCTU (Xbee Program Software)

### Görev Yüğü Telemetry Prototipi

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

### Verilerin Arşivlenmesi ve Arayüze Geri Alınması

- Komut yazılımı ve arayüzü C# programlama dili ile Visual Studio'da yazılacaktır.
- Data, Visual Studio C# kullanılarak oluşturulan yer istasyonu ile kaydedilecek, seri bağlantı kurulduktan sonra, seri porttan gelen her data korunmuş olacaktır.
- Komut yazılımı ile gerçek zamanlı olarak telemetri verileri kaydedilecek ve data Visual Studio tarafından grafiklere çevrilecektir.

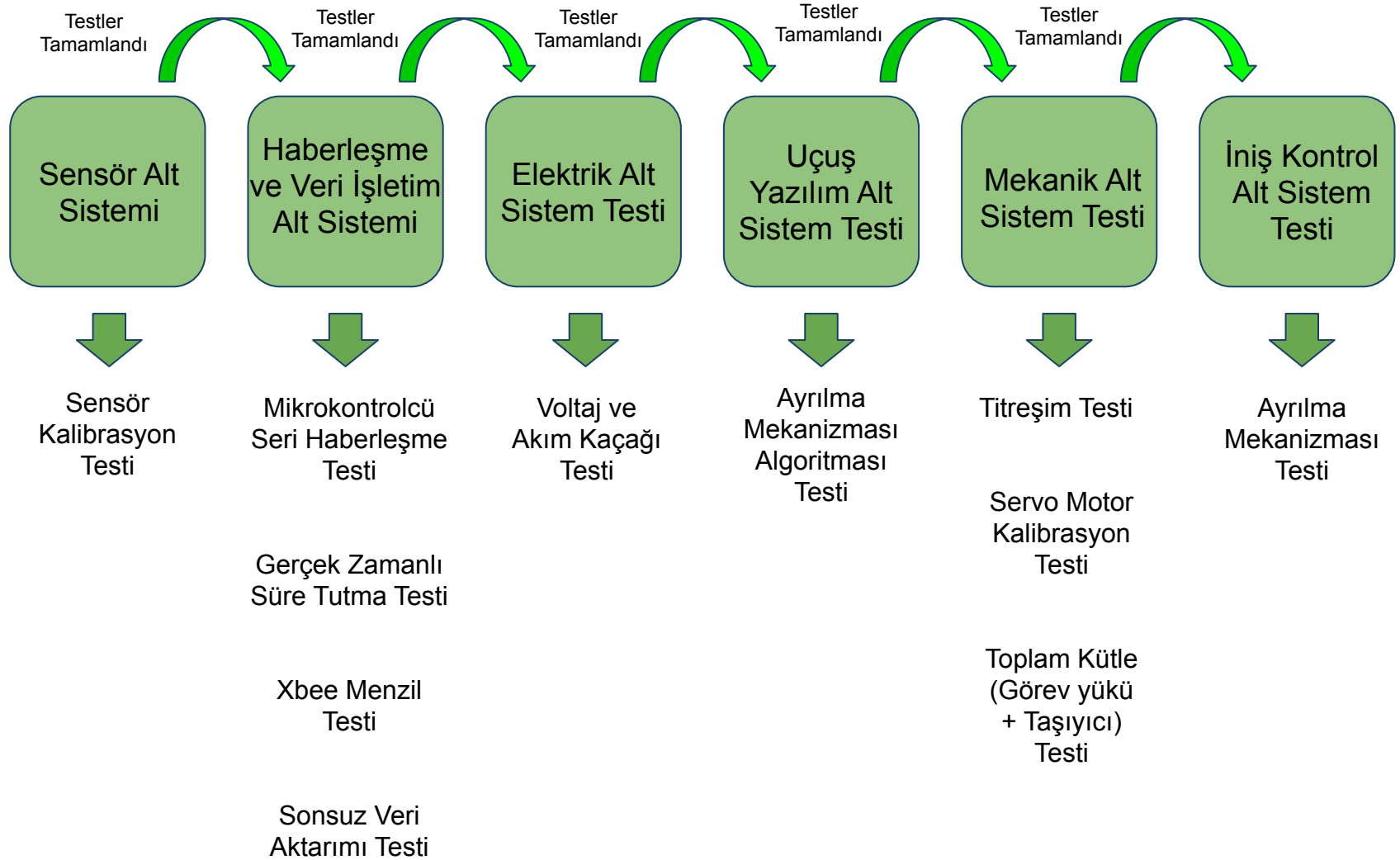
### Verilerin Yarışma Görevlilerine Teslimi

- Data, .CSV formatı şeklinde saklanacak ve CSV format içinde virgülle ayrılmış olarak bulunacaktır.
- CSV dosyasının adı «APİS AR-GE\_43415.csv» olacaktır.
- Tüm data verileri jüriye flash bellek üzerinden teslim edilecektir.

# Model Uydunun Entegrasyonu ve Testi

**Uğur Can ÇAKIR**





## ● Mekanik Alt Sistem Testi :

- Titreşim testi
- Servo Motor Kalibrasyonu Testi
- Toplam Kütle (Görev Yüğü + Taşıyıcı) Testi



**Başarılı Ayrılma**



**Başarılı İniş**

## Test planı:

- 1)Alt sistem testleri yapılacak.
- 2)Bütün alt sistemler entegre edilecek ve gerekli testler uygulanacak.
- 3)Uygun çevre koşulları seçilecek ve testler yapılacak.

## ● Sensör Alt Sistem Testi:

- Sensör kalibrasyon testi

## ● Haberleşme ve Veri İşletim Alt Sistem Testi:

- Mikrokontrolcü seri haberleşme testi
- Gerçek zamanlı saat süre tutma testi

## ● Elektrik Alt Sistem Testi:

- Voltaj ve akım kaçağı testi

## ● Uçuş Yazılımı Testi:

- Ayrılma mekanizması algoritmasının testi

## ● Haberleşme Testi:

- Xbee menzil testi
- Sorunsuz veri aktarım testi

## ● İniş Kontrol Sistemi Testi:

- Ayrılma mekanizması testi

- Bütün testleri kapsayan zaman çizelgesi yönetim bölümündeki slaytlarda belirtilmiştir.

Her bir alt sistem tek tek test edildikten sonra bütün sistem birbirine entegre edilecek ve aşağıdaki testler yapılacaktır.

- **Uçuş Testi:**

- Bütün elektronik sistemler entegre edildikten sonra, toplam kütleyle uçuş testi yapılacaktır.

- **Haberleşme Testi:**

- Xbee görev yüküne entegre edilecek. Sinyal kalitesi ve sinyal kesintisini kapsayan testler yapılmak için planlanacaktır.

- **Mekanizma Testi:**

- Model uydunun bütün sistemleri entegre edildikten sonra, konteynerden ayrılıp ayrılamayacağı test edilecektir.

- **Çevresel koşullar:**

- Alt sistem test gereksinimlerine uygun olarak seçilecektir.
- Üniversite laboratuvarları sık sık kullanılacaktır.

- Ekipman seviyesi testlerde her bir alt sistemin ekipmanlarının kendi görevlerini gerçekleştirip gerçekleştirilemediği test edilecektir.

### Sensör Alt Sistemi Ekipman Testi

- Sensör ekipmanları deniz seviyesinde kalibre edilecek ve çalışmaları sırasında doğru veri elde edilip edilmediği incelenecektir.

### Haberleşme ve Veri İletim Alt Sistemi Ekipman Testi

- Her bir sensör arasında veri aktarımının seri bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği incelenecektir.
- Verilerin sağlıklı depolanması kontrol edilecektir.

### Elektrik Alt Sistemi Ekipman Testi

- Elektrik elemanlarında akım kaçakları tespit edilip giderilecektir.
- Ekipmanların gerekli gücü ve potansiyeli sağladığı kontrol edilecektir.

### Uçuş Yazılımı Alt Sistemi Ekipman Testi

- Kullanılan kodların aktifleşmesi kontrol edilecektir.
- Ekipmanların görevlere tepki verme süreleri kontrol edilecektir.

### Mekanik Alt Sistemi Ekipman Testi

- Mekanik ekipmanların sıcaklık ve titreşim gibi fiziksel koşullara dayanıklılıkları test edilecektir.
- Konteynerin düşme testi yapılacaktır.

### İniş Kontrol Alt Sistemi Ekipman Testi

- Ayrılma mekanizmasında servonun kalibrasyonu ve algoritması test edilecektir.
- Servonun ve mekanizmanın fiziksel şartlara dayanıklılığı test edilecektir.
- Model uydu belirli yüksekliklerden bırakılarak ayrılma ve düşme testleri yapılacaktır.

## Sensör Alt Sistemi Testi

- Sensörlerin çalışmasında doğru veri elde edilmesi esastır.
- Daha kesin sonuçlar için her bir sensör verisi kalibre edilecek ve doğrulanacak.
- Kalibrasyon süreci boyunca deniz seviyesi koşulları referans alınacaktır.

## Haberleşme Testi

- Mikrokontrolcü kullanarak her bir sensörün seri haberleşmesinin sorunsuz olduğundan emin olunacak.
- Veri depolama I2C FRAM Breakout ile test edilecek.
- Haberleşme ve veri iletişim alt sistemi breadboard ve baskı devre üzerinde test edilecek.

## Elektrik Alt Sistemi Testi

- Multimetre kullanılarak hesaplanan voltaj ve akım seviyelerinin elde edilebildiğinden pratikte emin olunulacak.
- Akım kaçakları tespit edilecek ve kaçaklar çözülecek.

## Radyo Haberleşme Testi

- Xbee konfigürasyonu ve sinyal seviye testleri X-CTU yazılımı ile gerçekleştirilecek.
- İstanbul Boğazı'nın iki yakası arasında XBee'lerin iletişimi test edilecek.

## Uçuş Yazılımı Testi

- Sensör çalışma kodları daha az enerji tüketen bir mod bulmak için test edilecek.
- Mikrokontrolcünün kendini yeniden başlatma ihtimaline karşı süre tutma algoritması test edilecek.
- Deniz seviyesi koşullarında gerçek değer gösteren analog sensörlerle veri onayı test edilecek.

## Mekanik Alt Sistemi Testi

- Titreşim ve sıcaklık testleri planlanacak.
- Konteyner için G-testi planlanacak.

## İniş Kontrol Sistemi Testi

- Basınç sensörü kullanılarak servo kalibrasyonu test edilecek.
- Servonun kullanabileceği maksimum tork dinamometre ile test edilecek.
- Çeşitli yüksekliklerde drone veya roket kullanılarak serbest düşme şeklinde uçuş testleri yapılacaktır.
- Ayrılma testi yapılacaktır.
- Gelecek zamanlar için çeşitli ayrılma algoritmaları testleri planlanacaktır.

<b>Haberleşme Testi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Xbee model uydunun üzerindeyken haberleşme testi yapılacak.</li><li>• Daha önce belirtildiği gibi 1.6km menzil sağlayan Boğaz'ın iki yakasını haberleşme testi için seçtik.</li><li>• Sinyal kesintisinde, sinyal kalitesinde ne kadar düşüş olacağını gözlemlemek için XBee engelleyici katmanlarda test edilecek.</li></ul>
<b>Mekanizma Testi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Model uydu serbest düşme yaparken ayrılma mekanizması test edilecek.</li><li>• Ayrılma da sorun yaşandığında, mekanizmanın uzaktan talimatla kontrol edilip edilmeyeceği test edilecek.</li></ul>
<b>Ayrılma Testi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Servo motor ve Ni-Krom telle ayrılma test edilecek.</li><li>• Zemin etkisi test edilecek ve gerçek yükseklikten serbest bırakıldığında oluşan hasar saptanacak.</li><li>• Maksimum torka ulaşılabildiğinin anlaşılması için servo motora maksimum tork testi yapılacaktır.</li><li>• Asansör kullanılarak servo motorle birlikte basınç sensörü kalibre edilecek.</li><li>• Yedek ayırma için LDR(Light resistive sensor) testleri planlanmaktadır.</li><li>• Paraşüt iplerinin birbirlerine sağlam bir şekilde tutturulduğundan emin olmak için iplerin gerginliği test edilecek.</li></ul>



## Düşüş Testi

- Üniversite Stadyumunda multikopterle serbest düşme testi yapılacak



- Fakülte çatısından tırıtma testi yapılacaktır.



## Termal Testi

- Mekanik ve elektronik bileşenlerin aşırı sıcaklara dayanıp dayanmadığını ölçmek için el yapımı fırında termal testler planlandı.



## Titreşim Testi

- Titreşim testleri Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nin Yapı Kompozit Laboratuvarı'nda yapılmak üzere planlandı.



## Haberleşme Testi

- Laboratuvar koşulları
- Boğaz'ın iki yakası



# Görev Operasyonu ve Analizler

**Yasin ÇETİN**

## YARIŞMAYA VARİŞ

- Anteni sabitlemek ve ayakta tutmak için kitlerin kurulumu.
- Yer istasyonu bilgisayarının 2 saatlik şarjının edilmesi.
- Yer istasyonu ve haberleşme araçlarının kurulumu.
- Antenin yer istasyonuna yakın bir yerde konumlandırılmasına dikkat edilecek ve bu bölge önceden görevlendirilmiş kişi tarafından denetim altında tutulacaktır.

**Operasyon Kontrol  
Görevlisi:**

## UÇUŞ ÖNCESİ

- Model uydunun herhangi bir hasar alıp almadığının kontrol edilmesi
- Model uydunun montajı ve toplam kütlesinin kontrolü.
- Görev yükünün konteynerden ayrılabilceğinden emin olunması.(Ayrılma mekanizması testi.)
- Model uydu elektronik alt sistemlerinin test edilmesi. Sensörler, kablo bağlantıları, zil, iletişim kontrolü v.b.

**Hazırlama Ekibi:**

## YERLEŞME

- Konteynere güç verme.
- Görev yükünü çalıştırma.
- Roketin yük bölümüne yerleştirilmesi
- Model Uydu ile yer istasyonunu iletişiminin doğrulanması

**Yer İstasyonu  
Ekibi:**

## FIRLATMA

- Roket uçuşa başlar ve 500 metrenin üstüne çıkınca Model Uydu roketten ayrılır.
- Maksimum yükseklikte, konteyner içinde görev yüküyle beraber serbest kalıp paraşütle birlikte 400 metreye kadar serbest düşer.

## UÇUŞ

- Bu veriler yer istasyonuna 1 Hz hızında iletilir.
- Model Uydu 400 metreye gelince ayrılma mekanizması otomatik olarak çalışır ve Görev Yüğü konteynerden ayrılır. Görev Yüğü uçuşa devam ederken iniş süresi boyunca basınç, yükseklik, konum, hız, sıcaklık ve pil gerilimi verilerini yer istasyonuna gönderir ve canlı video aktarımı yapar.

## KURTARMA

- Konteyner ve Görev Yüğü pasif inişini tamamlar ,1 dakika sonra telemetri verilerini durdurur ve sesli uyarı vermeye başlar.
- Kurtarma ekibi iki cihazı ve verilerini geri götürmesi için arayışa başlar.
- İniş kontrol cihazlarından alınan verileri analiz etme.

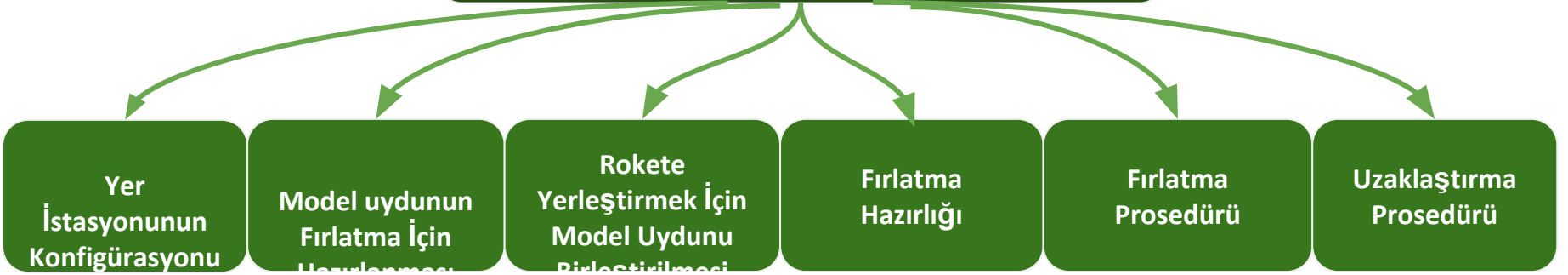
## ANALİZ

- Görev yükünden gelen telemetri verilerinin analizi ve Yer İstasyonu Ekibi'nin takımın uçuş bilgilerini Yer İstasyonu Hakemi'ne teslim etmesi.
- PFR'a hazırlık

**Kurtarma Ekibi:**



## ÇİZELGE ANA HATLARI



**Bu çizelge sayesinde fırlatma provasındaki adımları kolay bir şekilde takip edebileceğiz ve gerçek fırlatma için hazır hale geleceğiz.**

### Çizelgenin amaçları:

- APIS 8C takımının bütün üyelerinin yarışma kurallarını anlaması ve kurallara uyması.
- APIS 8C takımının bütün üyelerinin güvenlik açısından sorun yaşamaması.

## TAŞIYICI

- Konteynerin fosforlu turuncu rengi sayesinde yeri kolay saptanabilecektir.
- Paraşüt parlak sarı rengi sayesinde kolay tespit edilebilecektir.
- Adres ve iletişim bilgileri farkedilir bir şekilde üstünde yazacak.

Jüri onay verdikten sonra önceden seçilmiş 2 veya 3 kişi taşıyıcıyı teslim almaya gidecektir.

## GÖREV YÜKÜ

- Görev yükü parlak turuncu rengi sayesinde kolay bulunabilecektir.
- Tahmini yer belirleme algoritmasıyla izlenecektir.
- Buzzer sayesinde yer tespiti yapılacaktır.
- Adres ve iletişim bilgileri farkedilir bir şekilde üstünde yazacak.

Jüri onay verdikten sonra önceden seçilmiş 2 veya 3 kişi görev yükünü teslim almaya gidecektir.

# Yönetim

**<Ayşe Aysu SARI>**



ELEKTRONİK BİLEŞENLER	Bileşen	Adet	Adet Fiyatı (TL)	Kesin/ Tahmini	Toplam (TL)	Sipariş Edilen Tarih	Teslim Alınan Tarih
	Teensy 3.5	1	289.54	Kesin	289.54	20.03.2019	05.04.2019
	MPU6050	1	10.79	Kesin	10.79	20.03.2019	05.04.2019
	BME 280	1	178.62	Kesin	117.00	-	-
	Buzzer	1	6.50	Kesin	6.50	20.03.2019	05.04.2019
	Sony VTC6	1	35	Kesin	35	20.03.2019	05.04.2019
	Adafruit Ultimate GPS	1	359.04	Kesin	359.04	-	-
	Teensy 3.5 Oscillator	1	Teensy 3.5 'e dahil.	Kesin	Teensy 3.5 'e dahil.	20.03.2019	05.04.2019

ELEKTRONİK BİLEŞENLER	Bileşen	Adet	Adet Fiyatı	Kesin/ Tahmini	Toplam	Sipariş Edilen Tarih	Teslim Alınan Tarih
	Anten 2405 CL (Uydu)	1	31.64	Kesin	31.64	20.04.2019	-
	SanDisk 16GB SD Kart	1	19.89	Kesin	19.89	12.02.2019	15.02.2019
	Eachine 1000TVL	1	79.90	Kesin	79.90	12.02.2019	15.03.2019
	Tower Pro SG90 Servo (Ayrılma Mekanizması için)	1	7.00	Kesin	7.00	12.02.2019	20.03.2019
	Xbee Pro S2C	1	293.00	Kesin	293.00	20.04.2019	-

**TOPLAM ELEKTRONİK**

**1310.92 Türk Lirası**

MEKANİK BİLEŞENLER	Bileşen	Model	Adet	Adet Fiyatı	Kesin/ Tahmini	Toplam	Sipariş Edilen Tarih	Teslim Alınan Tarih
	Taşıyıcı	ABS	-	-	-	0	05.04.2019	-
	Görev Yüğü	ABS	-	-	-	0	05.04.2019	
	Paraşüt	30d silikon naylon 66 kumaş	1m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> 'si 10.00	Kesin	10.00	10.03.2019	20.03.2019
	Naylon İp	Naylon 6mm çapında	1 m	m'si 15	Kesin	15	10.03.2019	20.03.2019
	Diğer	Yapışkan	4 (Kutu)	20	Tahmini	80	Mevcut	-

**Toplam Mekanik**

**105.00 Türk Lirası**

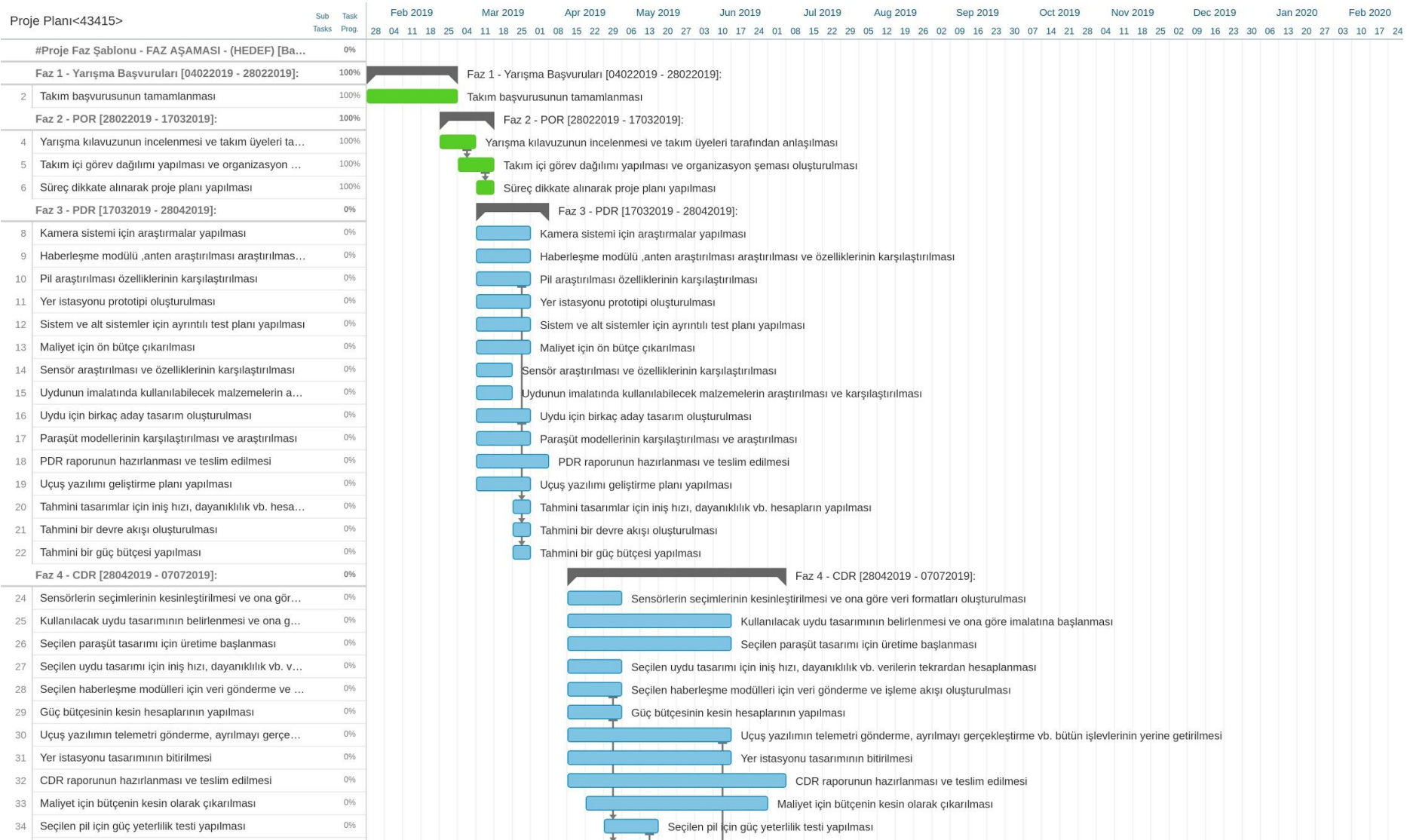
YER İSTASYONU	Bileşen	Adet	Adet Fiyatı	Kesin/ Tahmini	Toplam	Sipariş Edilen Tarih	Teslim Alınan Tarih
	Xbee S2C	1	293.00	Kesin	293.00	20.04.2019	-
	Xbee Explorer Dongle	1	51.35	Kesin	51.35	20.04.2019	-
	Anten 2415D (Yer)	1	332.00	Kesin	332.00	25.04.2019	-
	Bilgisayar	1	Kişisel	-	-	-	-

<b>TOPLAM (Elektronik+Mekanik +Yer İstasyonu)</b>	<b>2092.27 Türk Lirası</b>
---	----------------------------

Harcama	Adet	Adet Fiyatı (TL)	Toplam
Multikopter	1	1250	1250
Mekanik Prototipler	2	Sponsor tarafından karşılandı.	Sponsor tarafından karşılandı.
Test Tesisleri ve Ekipmanları	Üniversite tarafından karşılandı.	Üniversite tarafından karşılandı.	Üniversite tarafından karşılandı.

Harcamalar	Tutar(TL)
Elektronik, Mekanik, Yer İstasyonu	2092.27
Diğer	1250
<b>TOPLAM</b>	<b>3342.27</b>

**GELİR: 3500 Türk Lirası**



34	Seçilen pil için güç yeterlilik testi yapılması	0%
35	Bağlantı bütçesi yapılması	0%
36	Seçilen anten ve haberleşme modülleriyle birlikte ha...	0%
37	Seçilen sensörler ve devre taslağı dikkate alınarak, ...	0%
38	Basılan devre için kısa devre vb. testlerin yapılması	0%
39	Uçuş yazılımı ve yer istasyonu arasında haberleşme...	0%
40	Uydunun entegrasyonun nasıl yapılacağını planlan...	0%
Final Haftası [22052019 - 31052019]:		0%
42	Sınavlardan dolayı projeye ara verilmesi	0%
Faz 5 - Katılım Belgelerinin Teslimi [07072019 - 16...		0%
44	Gerekli katılım belgelerin yarışmaya teslim edilmesi	0%
Faz 6 - QR [16072019 - 08092019]:		0%
46	Model uydunun montajının yapılması	0%
47	QRın hazırlanması ve yarışmaya teslimi	0%
48	Montajı tamamlanmış sistemlerin testlerinin yapılması	0%
49	Çevresel etki testlerinin yapılması	0%
Tatil Süreci [08092019 - 17092019]:		0%
51	Yarışmadan önce kısa bir tatil	0%
Faz 7 - OYK [Rapor için gerekliliklerin yerine getiri...		0%
53	Yarışma günü adım adım yapılacak işlerin listesinin ...	0%
54	Ekip üyelerinin yarışma alanındaki görevlerinin belirl...	0%
55	Raporun jüriye teslim edilmesi	0%
Faz 8 - Yarışma [20092019 - 21092019]:		0%
57	Yarışmaya gidiş	0%
58	FRR (Uçuşa katılmak için yeterlilik kontrolü)	0%
59	Uçuşun yapılması	0%
Faz 9 - PFR [21092019 - 22092019]:		0%
61	Model uydu tasarımının yorumlanması	0%
62	Uçuş operasyonundan alınan verilerin detaylı analizi	0%
63	Sorunların analizinin yapılması	0%
64	Raporun birleştirilmesi	0%
65	Raporun jüriye sunulması	0%



## YÖNETİM VE FİNANS

### Tamamlanan işler:

- Proje planlanması yapıldı.
- Sponsor araştırılması yapıldı, sponsorlar bulundu, maddi ve ayni gelir sağlandı.
- PDR aşaması tamamlandı.

### Tamamlanmayan işler:

- Uçuş testleri için multikopter kiralınmasına karar verildi.
- Takım için tişört imalatı yapılması planlandı.

## ELEKTRONİK VE HABERLEŞME

### Tamamlanan işler:

- Elektronik için sensör seçimleri ve teslim alınan sensörlerin testleri tamamlandı.
- Elektronik bileşenlerin siparişlerinin kalanı için tarihler belirlendi.
- Haberleşme modüllerine karar verildi.

### Tamamlanmayan işler:

- Tüm sistem bir bütün olarak test edilecektir.
- Yer istasyonuna canlı görüntü aktarımı denenecek ve verilerin SD karta yazılıp yazılmadığı kontrol edilecektir.

## MEKANİK

### Tamamlanan işler:

- Taşıyıcının tasarımı tamamlandı.
- Mekanizmaların tasarımı tamamlandı.

### Tamamlanmayan işler:

- Uydu'nun üretim süreci biter bitmez test yapılmasına karar verildi.

**Bu sürece kadar takım planlanmasında ve proje planlarında hiçbir aksaklık yaşanmamıştır. APİS Ar-Ge 8C CDR aşamasına geçmeye hazırdır.**