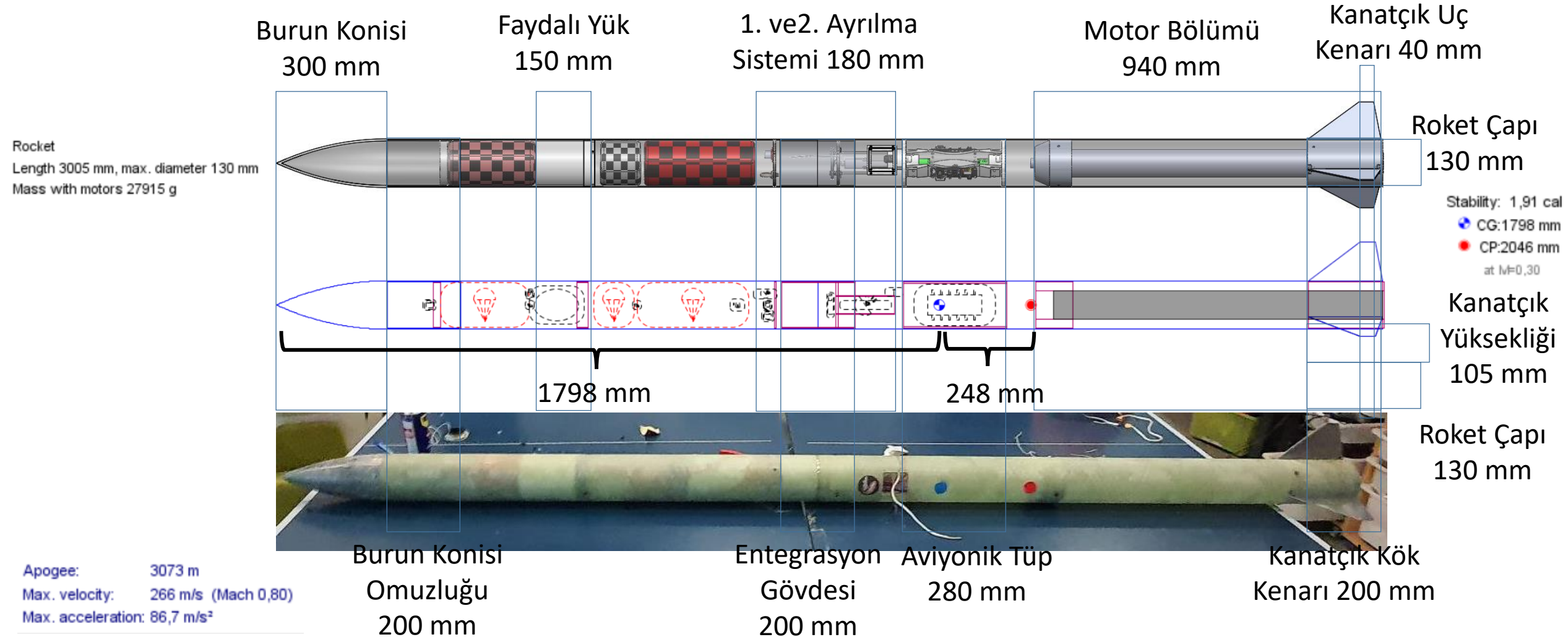


TEKNOFEST 2022 ROKET YARIŞMASI Orta İrtifa Kategorisi Atışa Hazırlık Raporu (AHR) Sunuşu Halley'in Çırakları

OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



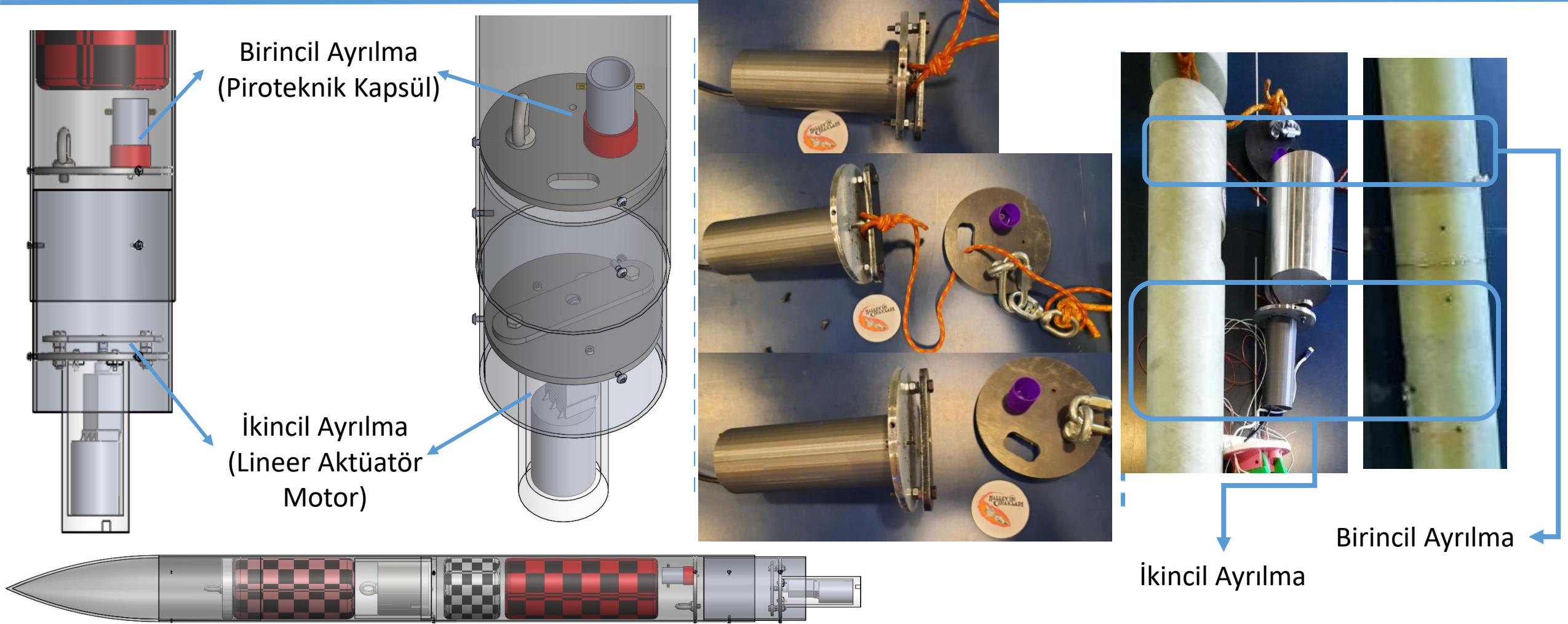
Statik Marjin CP / CG Karşılaştırması /son simulasyon

Veri	Tasarımdaki Değer	Üretim Sonrası Değer	Fark (%)
Maksimum İrtifa	3121 m	3073 m	1.54
Maksimum Hız	270 m/s	266 m/s	1.48
Maksimum İvme	8.9 m/s ²	8.84 m/s ²	0.67
Rampa Çıkış Hızı	32.9	32.4	1.597568389
CP Lokasyonu (burundan)	2046 mm	2046 mm	0
CG Lokasyonu (burundan)	1783 mm	1798 mm	0.8412787437
Statik Marjin (0.3 Mach'taki değeri)	2.03	1.91	5.9113300493

Roket Alt Sistemleri

Mekanik Görünümleri ve Detayları

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



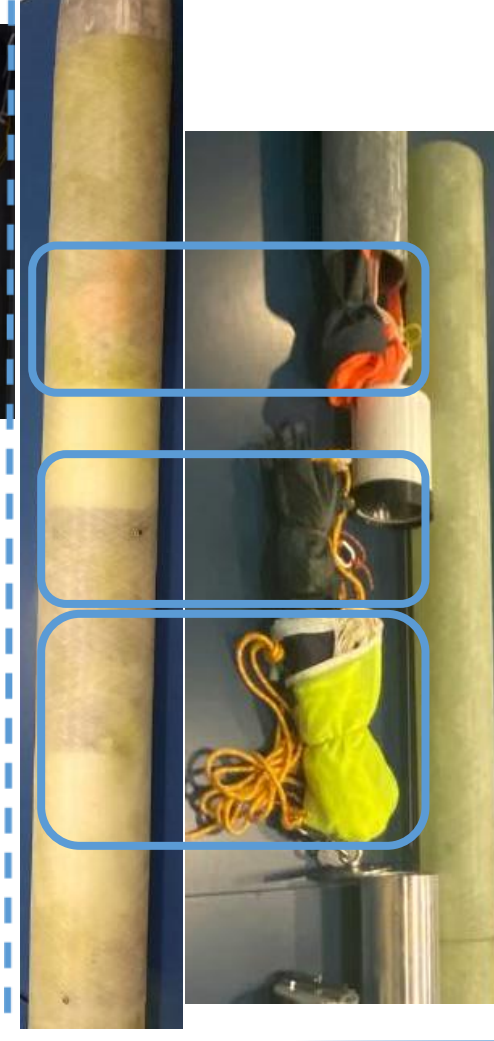
Birincil Paraşüt
(*Kırmızı-Haki)



İkincil Paraşüt
(*Sarı-Lacivert)

Görev Yüğü
Paraşütü

*Birincil ve ikincil paraşütün renkleri birbirleriyle değiştirildi.



Paraşüt Açma Sistemi Testi:

- 1) Aviyonik aktive edilerek, direnç teline akım verilir ve barut ateşlenir.
 - 2) Barutun oluşturduğu basınçla burun konisini tutan kesme pimleri kırılır. Burun konisi, faydalı yük paraşütü, faydalı yük, birincil paraşüt roketin dışına bırakılır. İkincil paraşüt, kilitleme mekanizması sayesinde açılmaz. Faydalı yük ve faydalı yük paraşütü roketten ayrı kurtarılır. Burun konisi şok kordonu sayesinde roketle birlikte kurtarılır.
 - 3) İkincil ayrılma için aviyonikten verilen güçle lineer aktüatör motor çekilir. İkincil paraşütün dökme deliğinden inen şok kordonu serbest kalır ve ana paraşüt açılır. İki kademeli kurtarma yapılarak roket sağlam bir şekilde kurtarılmış olur. Bu testte hesaplanan barut miktarının doğruluğu, malzemelerin dayanıklılığı ve sistemin çalışabilirliği gösterilmiştir.
- Sistem aviyonik tarafından aktive edilir. Test başarılı sonuçlanmıştır.

<https://www.youtube.com/watch?v=nt-GpNlqyk8>

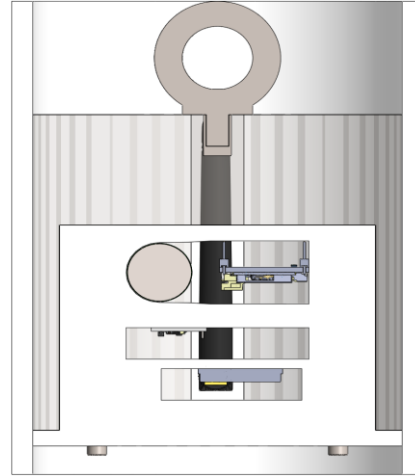
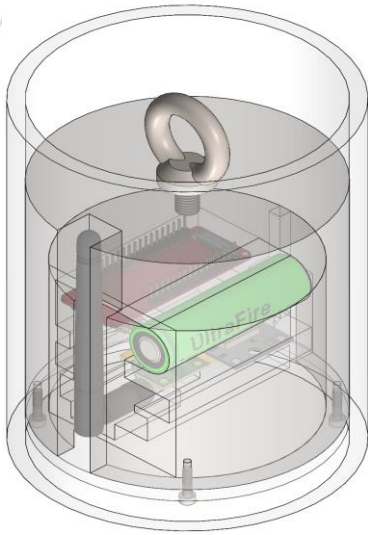
Paraşüt Katlama Testi: Paraşütler küçük hacim kaplayacak, ipleri dolaşmayacak ve açılmaya uygun olacak şekilde katlanmıştır. Paraşüt katlama stratejisinin hızlı ve açılmaya uygun olduğu kanıtlanmıştır.

Paraşüt Açılma Testi: Paraşüt açılma testinde faydalı yük paraşütü ile tek bir sistem haline getirilen birincil ve ikincil paraşüt yaklaşık 35 metre yükseklikteki bir kuleden 4.2 kilogramlık yük bağlanarak katlı halde bırakılmıştır. Paraşütler atıldıktan bir süre sonra içerlerine hava dolarak ve ipleri karışmadan başarıyla açılmışlardır. Şok kordonlarının uzunluklarının, katlama şeklinin, kullanılan malzemenin, tasarlanan sistemin açılmaya uygun olduğu kanıtlanmıştır. Testler başarılıdır.

Link : https://www.youtube.com/watch?v=c2Mci5UGH_8

Görev Yüğü Mekanik Görünüm

Görev Yüğü



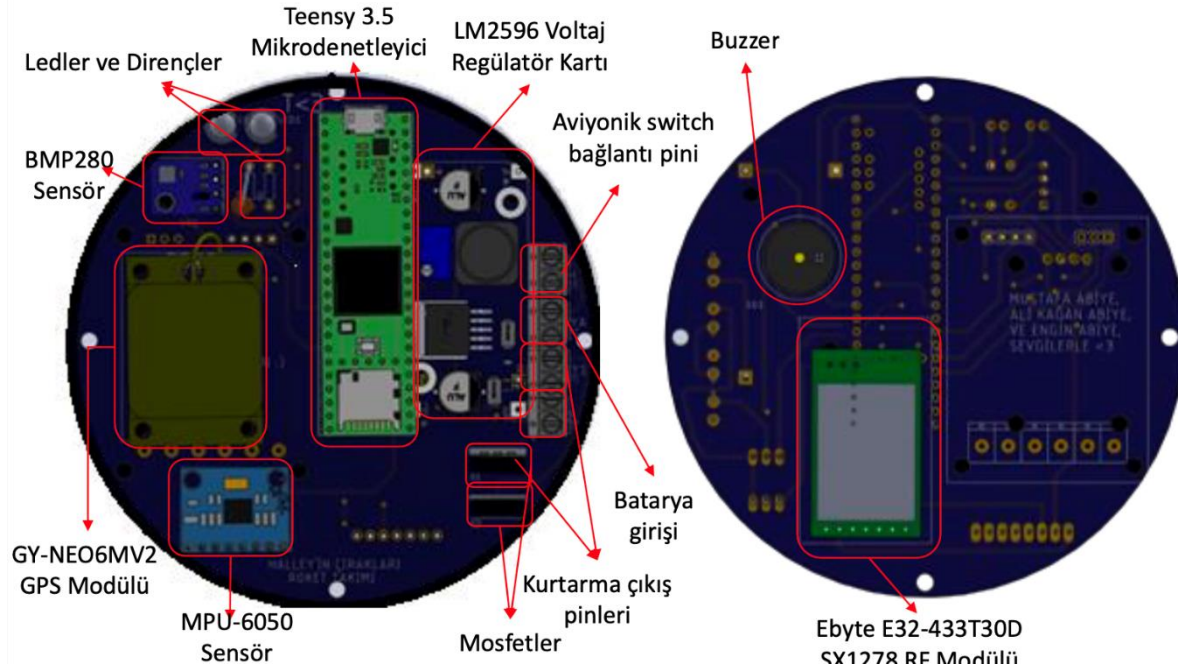
Devre Elemanları:

Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	Teensy 3.5 Mikrodenetleyicisi		
1. Sensör	BMP 280 Basınç Sensörü	Evet	Basınç sensöründen alınan yükseklik verisi ile dikey hız hesaplanarak ilk ayrılma, direkt yükseklik verisi kullanılarak da ikinci ayrılma gerçekleştirilmektedir.
2. Sensör	MPU-6050 IMU Modülü	Hayır	
Haberleşme Modülü (Varsa)	Ebyte E32-433T30D SX1278 RF Modülü	Hayır	
GPS Modülü (Varsa)	GY-NEO6MV2 GPS Modülü	Hayır	

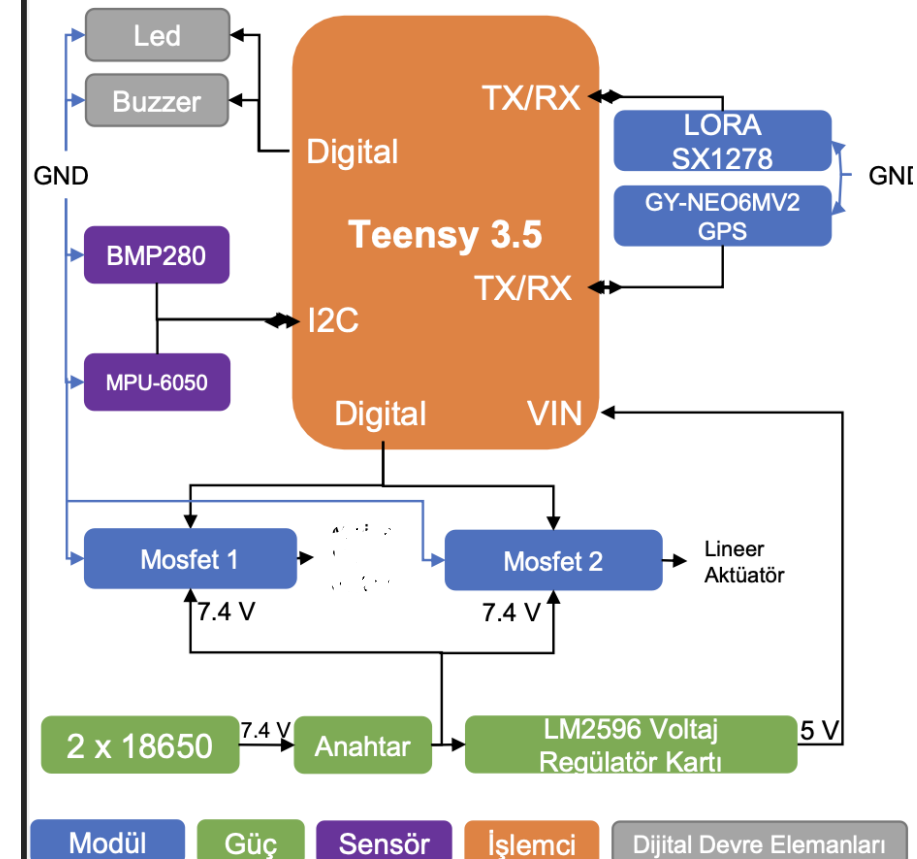
Aviyonik – 1.Sistem Mekanik Görünüm

Aviyonik Sistem Şeması

Ana Uçuş Bilgisayarı Kart Tasarımı

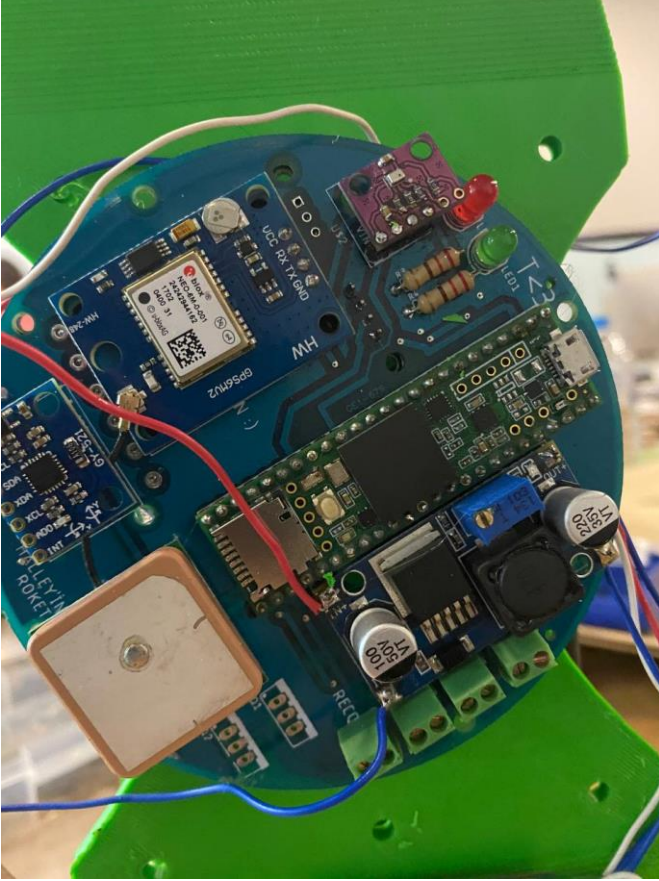


Ana Aviyonik Blok Diyagramı

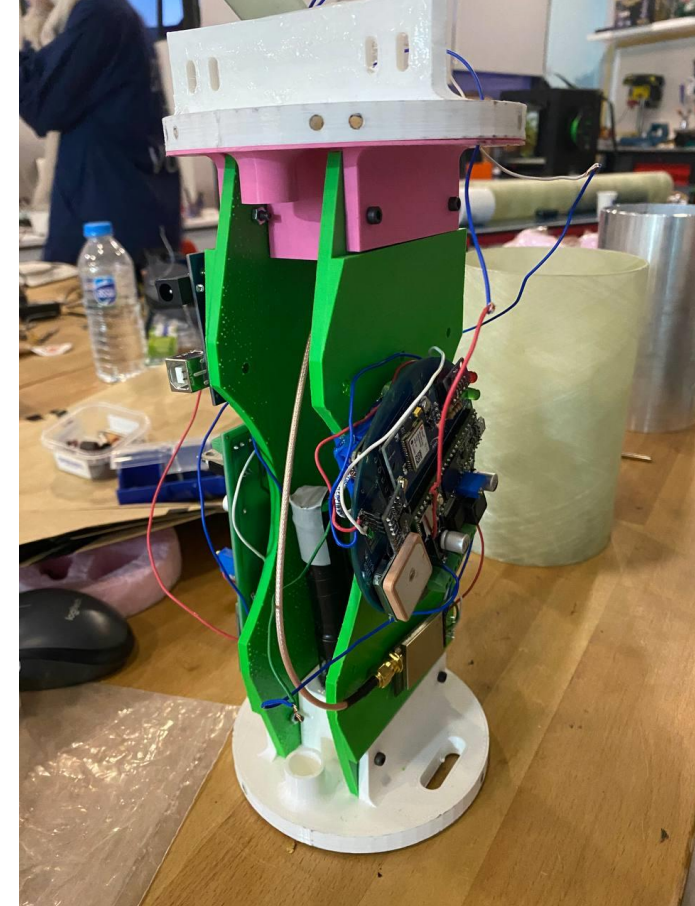


Aviyonik – 1.Sistem Mekanik Görünüm

Üretilmiş Devre Görüntüsü

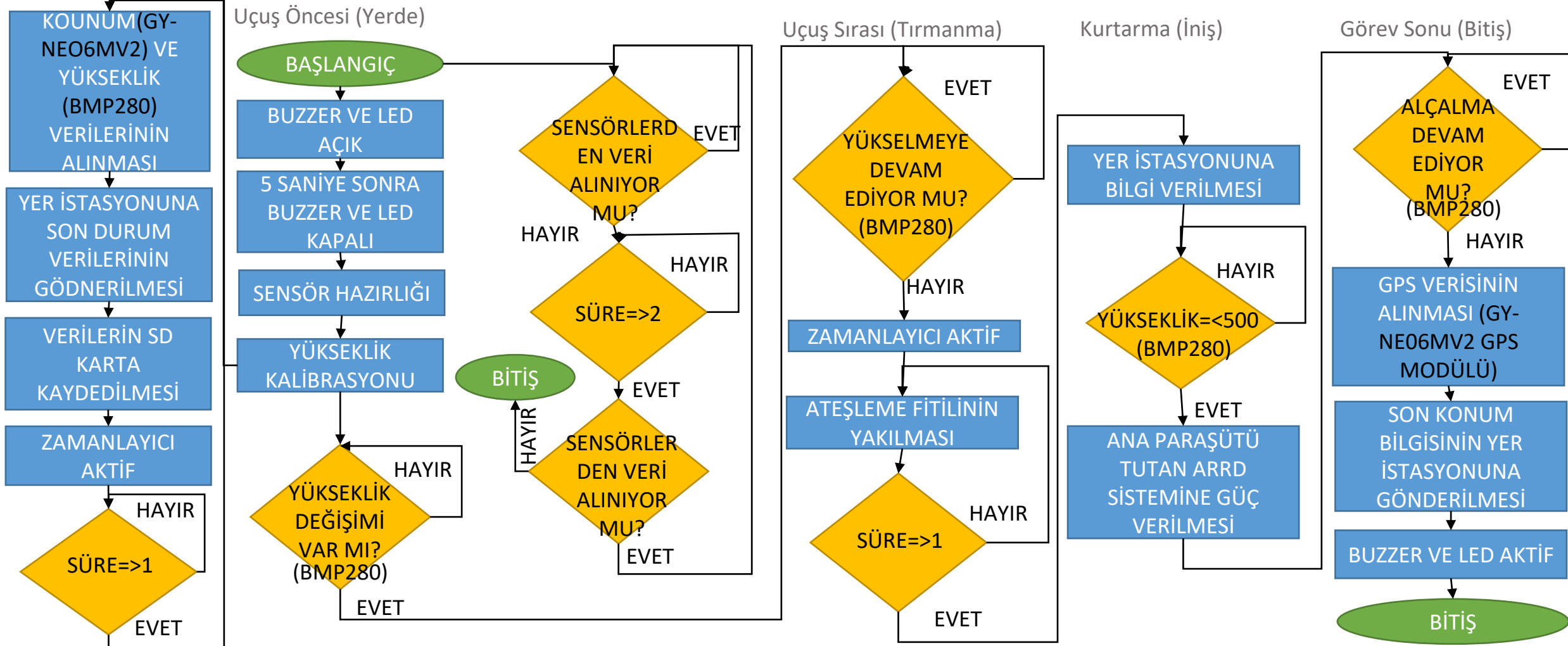


Üretilmiş Aviyonik Sistem Görüntüsü



Aviyonik – 1.Sistem Mekanik Görünüm

Ana Aviyonik Sistem Algoritması

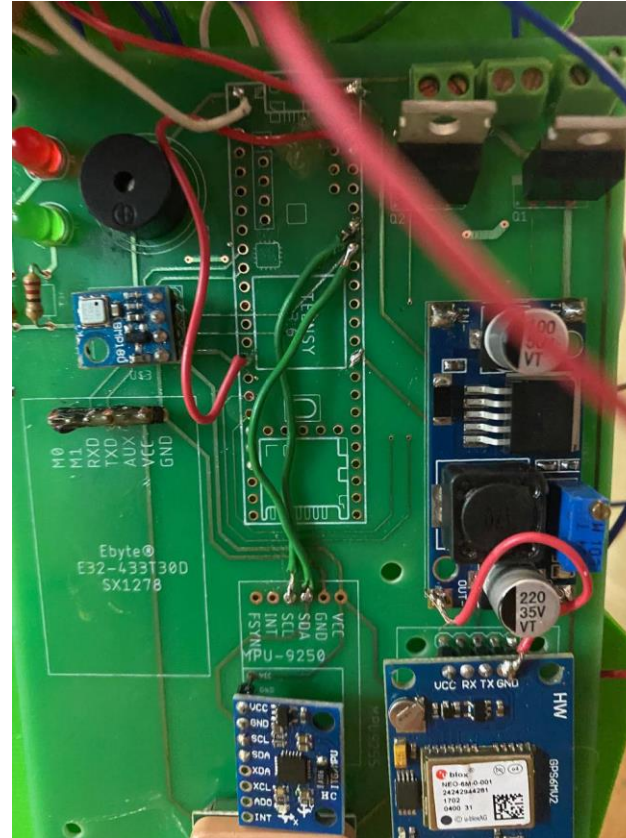
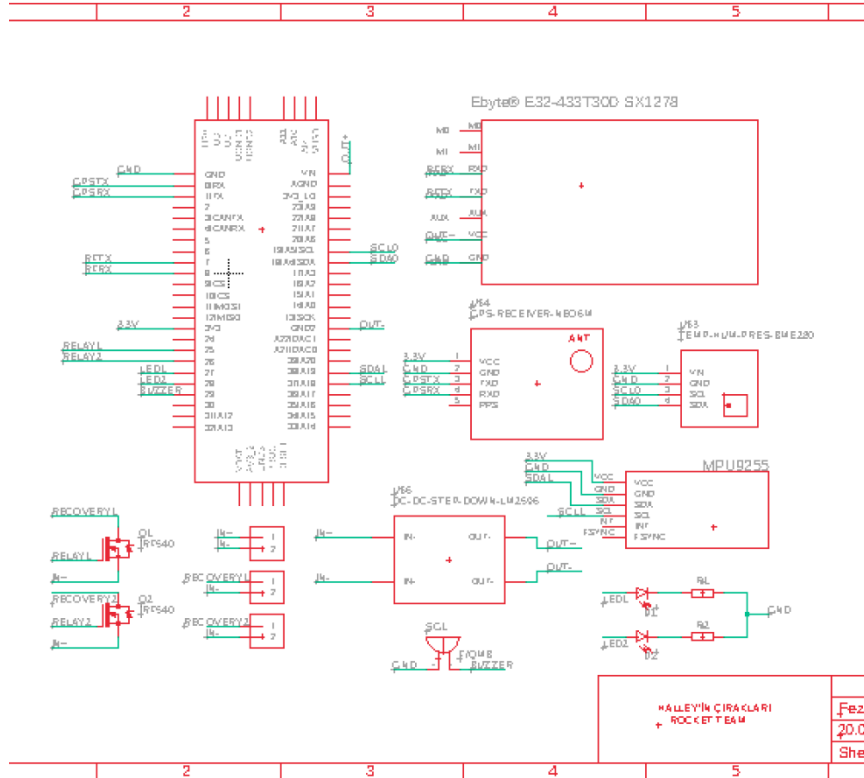


Devre Elemanları:

Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	Teensy 3.5 Mikrodenetleyicisi		
1. Sensör	BMP 180 Basınç Sensörü	Evet	Basınç sensöründen alınan yükseklik verisine uygulanacak belirli işlemler sonucunda elde edilen veri ile ikinci ayrılma gerçekleştirilecektir
2. Sensör	MPU-9250 IMU Modülü	Evet	Modülün ivme ve jiroskop sensörlerinden alınan Roll ve Pitch verilerinin 90 olması ile ilk ayrılma gerçekleştirilecek.
Haberleşme Modülü (Varsa)	Ebyte E32-433T30D SX1278 RF Modülü	Hayır	
GPS Modülü (Varsa)	GY-NEO6MV2 GPS Modülü	Hayır	

Aviyonik – 2.Sistem Mekanik Görünüm

Üretilmiş Devre Görüntüsü

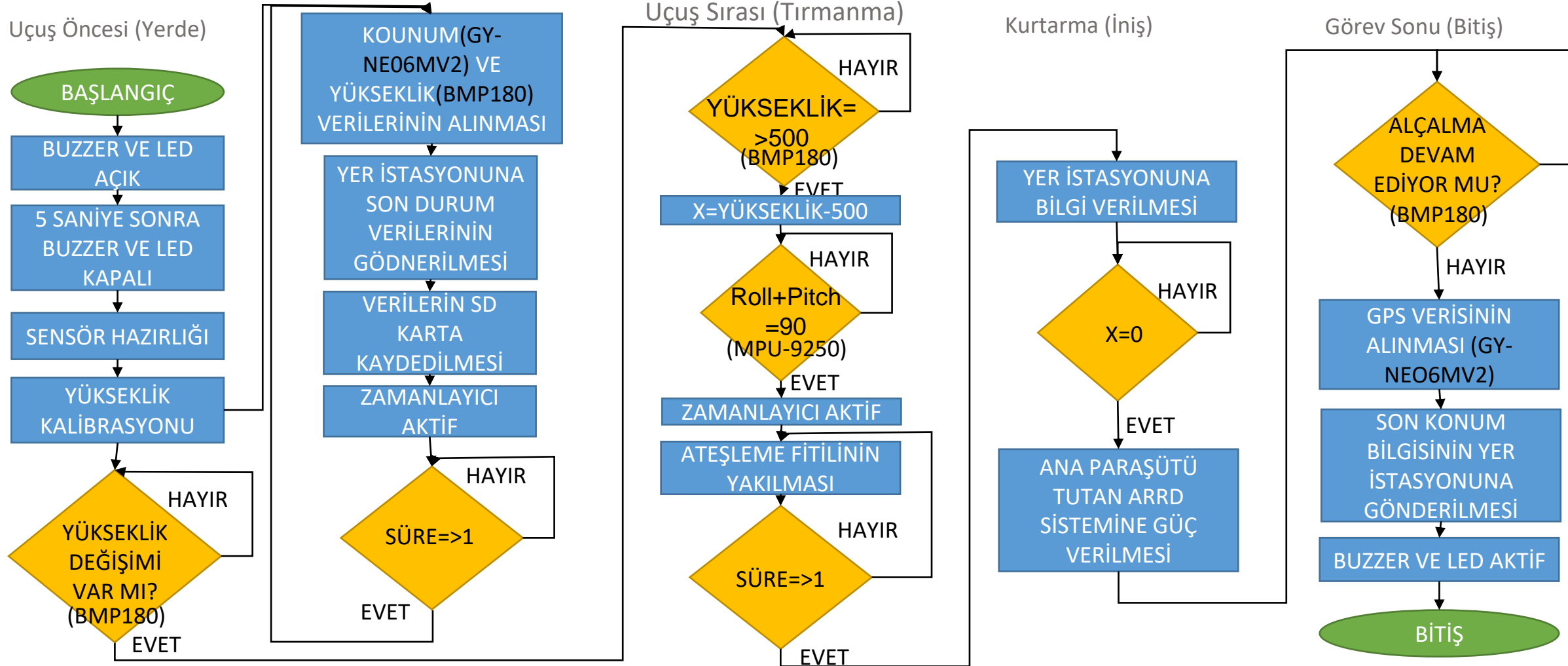


Üretilmiş Aviyonik Sistem Görüntüsü



Aviyonik – 2.Sistem Mekanik Görünüm

Yedek Aviyonik Sistem Algoritması



Algoritma Testi:

Aviyonik sistem üretildikten sonra koda dönüştürülen algoritma aviyonik sisteme yüklenmiştir. Ana aviyonik sistem basınç ile yüksekliği ölçüp yükseklik artışının durması ile tetiklendiğinde daha hızlı basınç değişimi için havalandırması olan bir asansör ile en üst kata çıkarılmış ve sonra zemin kata inilmiştir. Aviyonığın tepe noktasında tetiklenmesi test edilmiştir. Aynı zamanda ikincil kurtarma için belirlenen tepe noktasından sonra 500 metre sınırı asansörde iniş sırasında tetiklenecek şekilde, üçüncü kattaki yükseklik seviyesine göre ayarlanıp, zemin kata inerken ikincil kurtarmanın tetiklenmesi de test edilmiştir. Test sonucunda tepe noktasında birincil kurtarma, tepe noktasından sonra belli bir yüksekliğe gelince ikincil kurtarmanın tetiklenmiştir. Birincil ve ikincil kurtarma beklendiği zamanlarda tetiklenmiştir ve test başarılıdır.

Yedek aviyonik sistem için de algoritma koda dönüştürüldükten sonra karta yüklenmiştir. Yedek aviyonik sistemin birincil kurtarması roketin tepe noktasına ulaşması sonucunda yan yatmaya başlamasına bağlı açı düşüşüne göre tetiklenmektedir. Bunu test etmek için aviyonik Roll + Pitch değeri 90'a gelene kadar kart eğilmiştir. Belirlenen değere gelindiğinde birincil kurtarma tetiklenmiştir. İkincil kurtarma 500 metreyi geçtikten sonraki artışının tepe noktasından sonra azalarak 500 metreye geldiğinde sıfırlanması ile tetiklenmektedir. Testte ise 500 metre yerine kod 5 metre olarak değiştirilerek asansörde test edilmiştir. Aviyonik sistemin açısı düşürülerek birincil kurtarma tetiklendikten sonra asansör yardımıyla test için belirlenen temsili irtifaya inilmiş ve ikincil kurtarmanın tetiklenmesi test edilmiştir. Test başarılıdır.

Algoritma Testi: <https://youtu.be/hOreMJNky44>

Kart Fonksiyonellik Testi: Üretilen karta tüm komponentler lehimlenmiştir. Ardından testi başarıyla geçen algoritma içerisine yüklenmiştir. Tüm sensörlerden alınan veriler seri monitörden okunarak doğruluğu teyit edilmiştir ve veriler RF modülü ile yer istasyonuna iletilmiştir. Bu testte tüm modüllerin verileri doğru bir şekilde okunmuş ve RF modülü yer istasyonuna başarıyla iletmıştır. Aynı zamanda kartlar batarya ile çalıştırılmış ve 8 saat bataryada çalışabileceği tespit edilmiştir.

Kart Fonksiyonellik Testi: <https://youtu.be/HdKDKYRmNfA>

İletişim Testi: Vapur vasıtasıyla aviyonik system 6000 metre uzaklaştırılmıştır. Bu test süresince iletişimin hiç kesilmemiş ve tüm veriler sağlıklı bir şekilde yer istasyonu tarafından alınmıştır. Test başarılıdır.

İletişim Testi: <https://youtu.be/hOreMJNKy44>

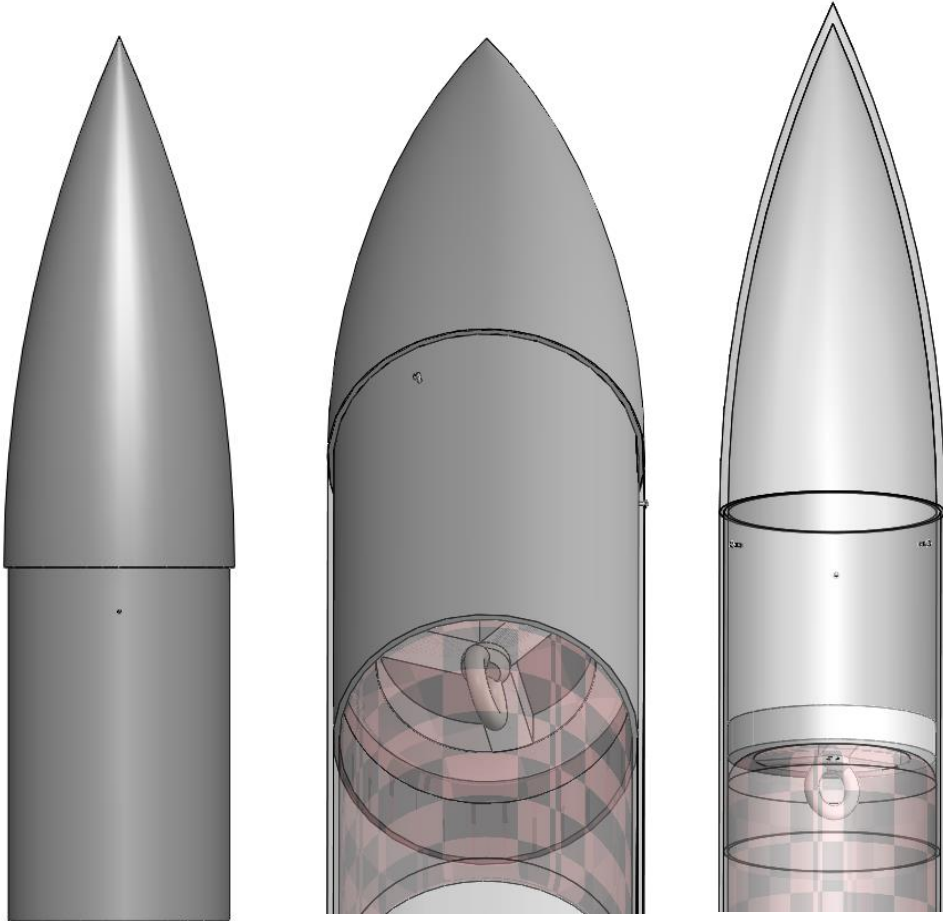
Hakem Yer İstasyonu Testi

- Hakem Yer İstasyonu Testi: Test amaçlı veriler excellden okunarak test amaçlı hakem yer istasyonu olarak belirlediğimiz ve içerisinde hakem yer istasyonu test yazılımı olan bilgisayara USB TTL üzerinden python scripti ile başarılı bir şekilde aktarılmıştır.

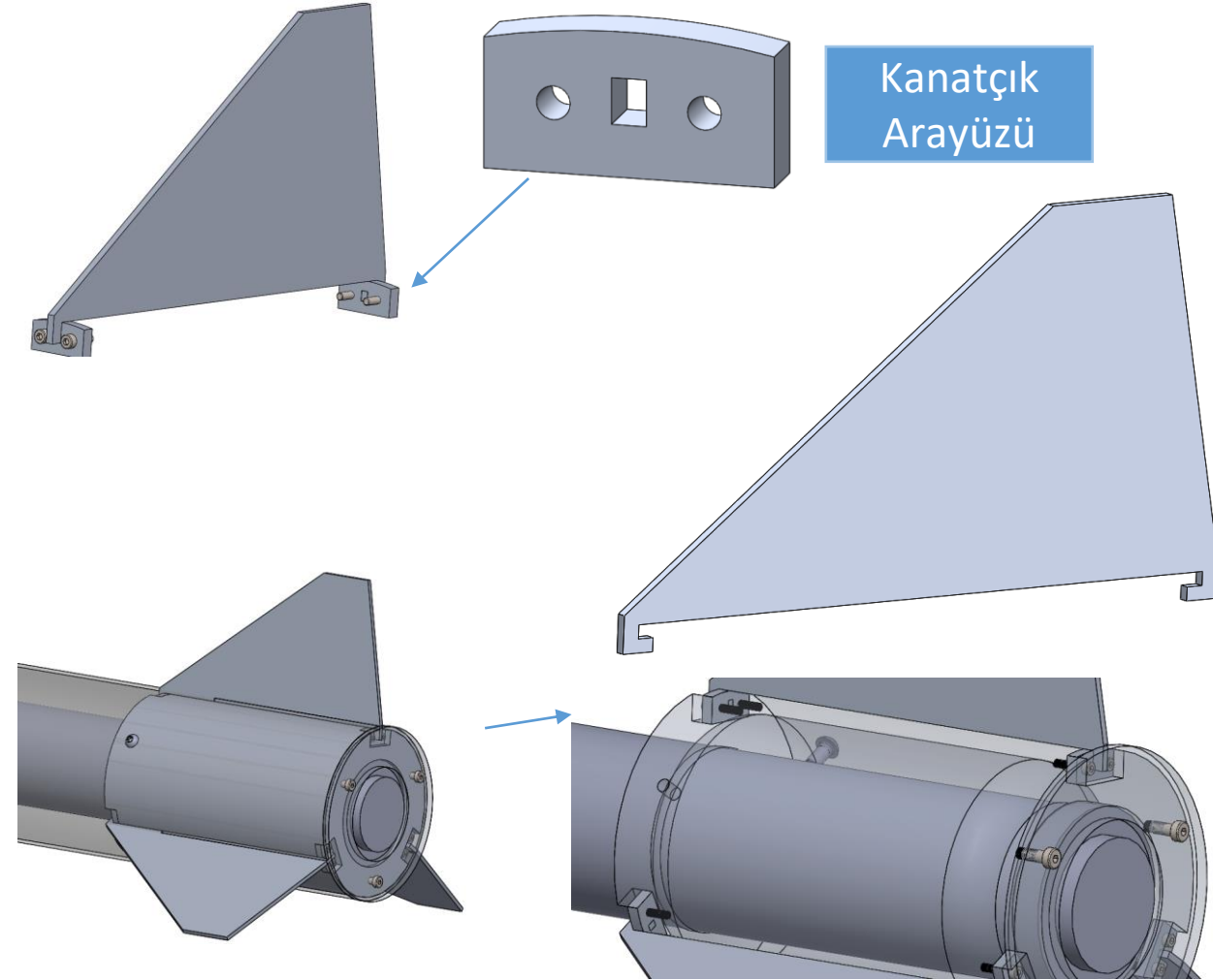
Hakem Yer İstasyonu Testi: <https://youtu.be/BzTL6Ss00i8>

Burun Konisi Mekanik Görünüm

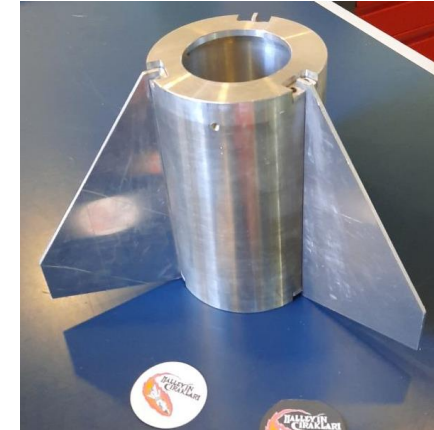
Burun Konisi



Kanatçık Mekanik Görünüm

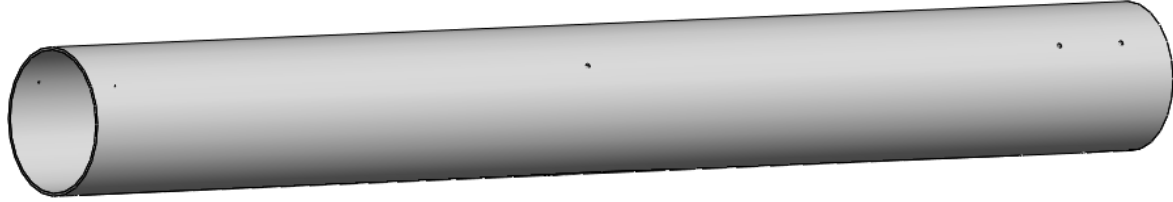


Kanatçık

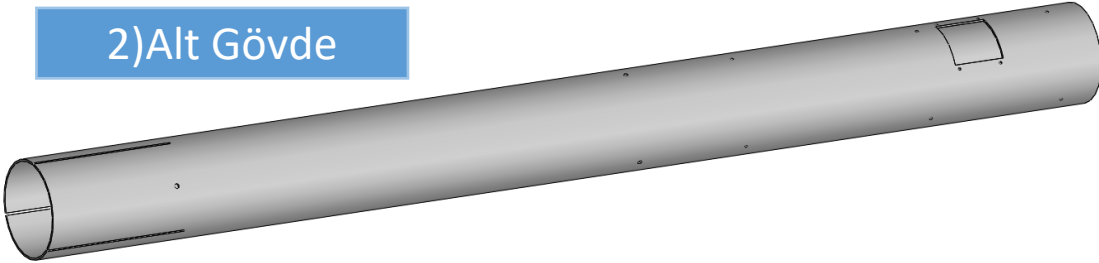


Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

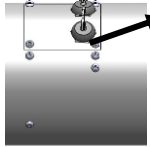
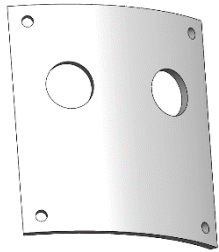
1)Üst Gövde



2)Alt Gövde



3)Gövde Kapağı



Alt gövde üzerinde dışarıdan ulaşılabilir 2 tane elektrik anahtarı vardır. Bu anahtarlar sayesinde gövde içerisindeki bilgisayarların aktivasyonu şartnameye uygun olacak şekilde sağlanmaktadır.

1



2

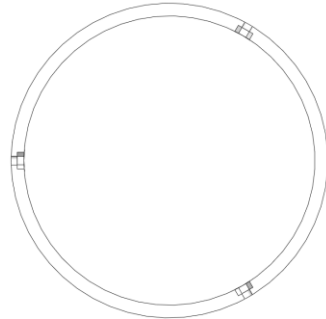
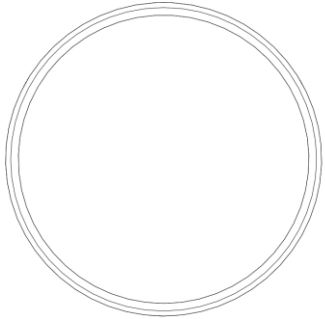
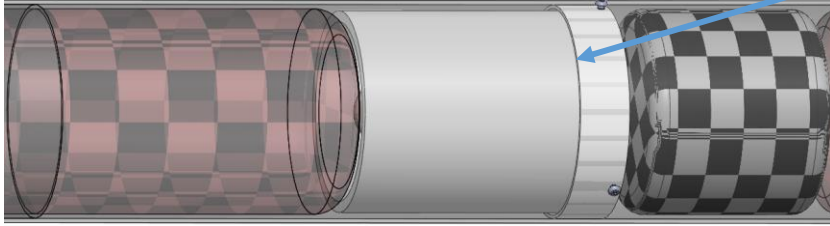


3



Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

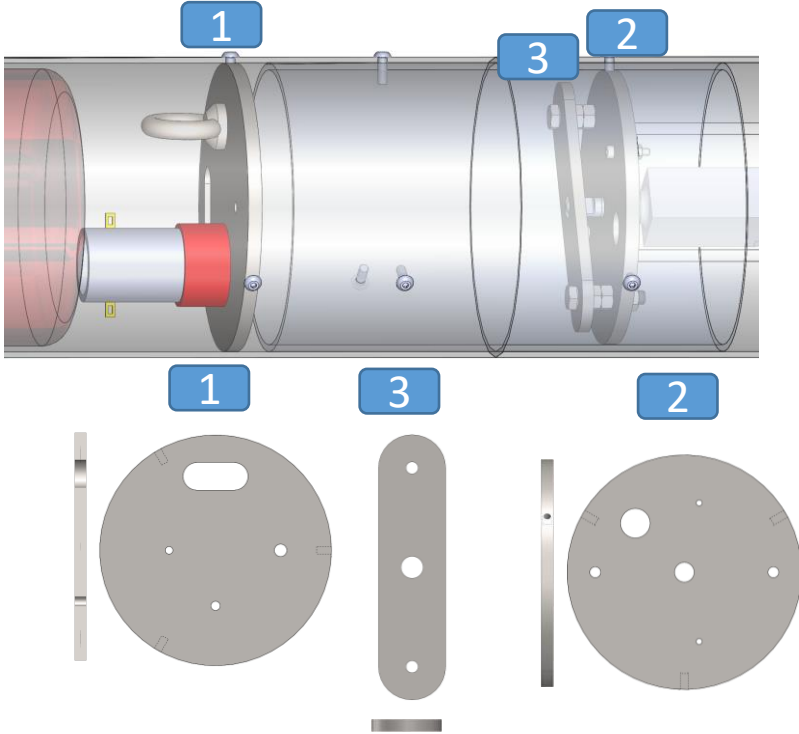
Faydalı Yük Tutucu



Faydalı yük tutucu üst gövdeye M3 cıvatalar yardımı ile üç noktadan sabitlenmiştir.

Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

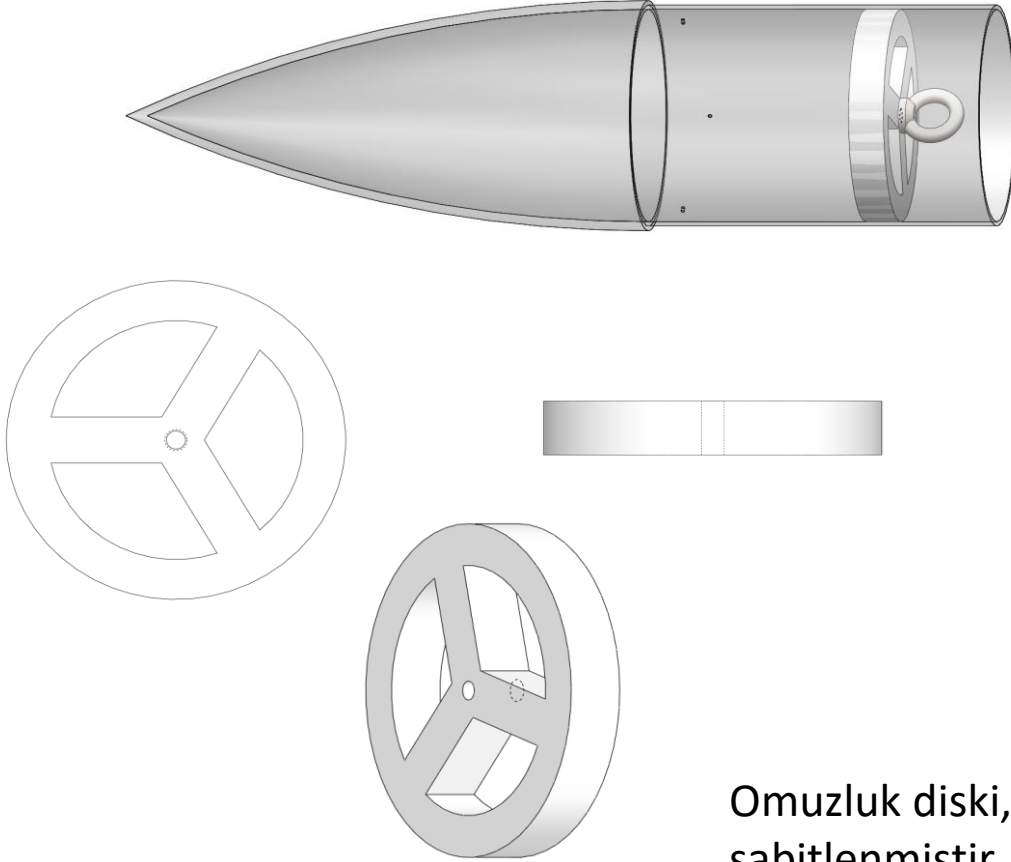
1.-2. Sabitleme Diskleri ve Kilitleme Şeridi(3)



- 1-Üst gövdeye M4 cıvatalarla sabitlenecektir.
- 2-Entegresyon gövdesinin içerisinde gövdeye M4 cıvatalarla sabitlenecektir.
- 3-Bulkheade M6 cıvata ve somunlarla sabitlenecektir.

Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

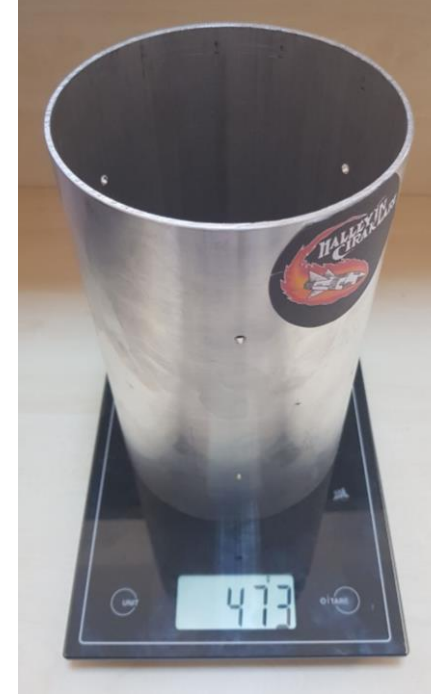
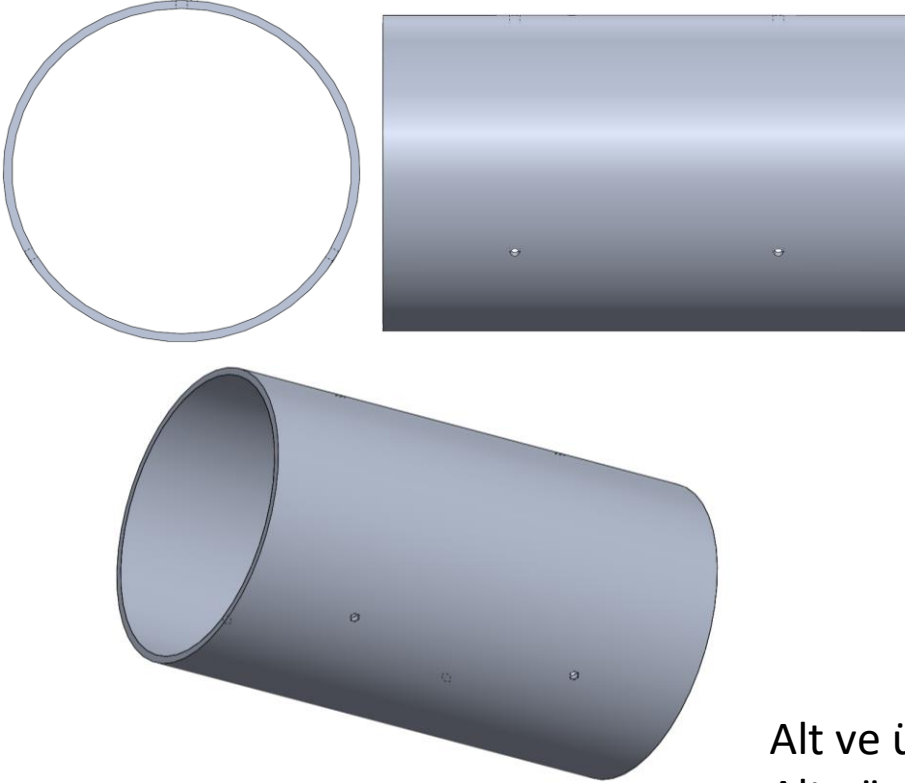
Omuzluk Diski



Omuzluk diski, burun konisi omuzluğuna epoksi ve fiberglas yardımı ile sabitlenmiştir.

Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

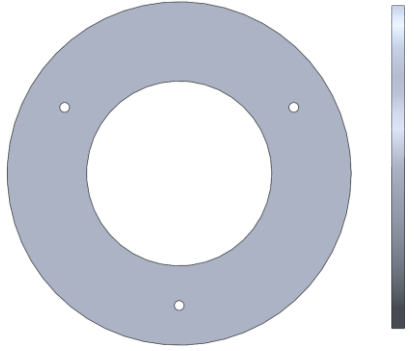
Entegrasyon Gövdesi



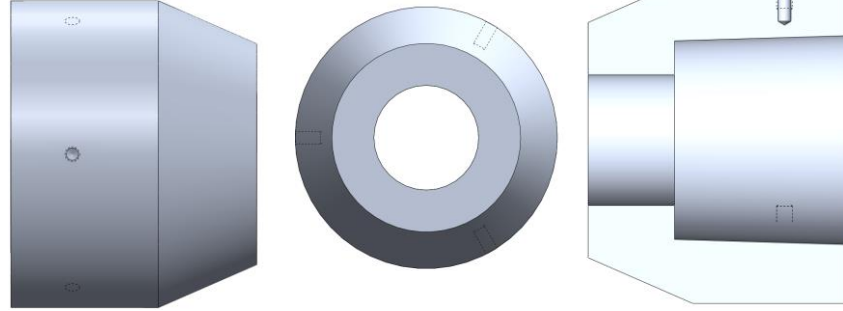
Alt ve üst gövdeye M4 cıvatalarla bağlanacaktır.
Alt gövdeye bağlandığı yere içerisine Bulkhead yerleştirilerek montajlanacaktır.
Bu gövdenin bulunduğu bölgede ayrılma gerçekleşmeyecektir.

Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

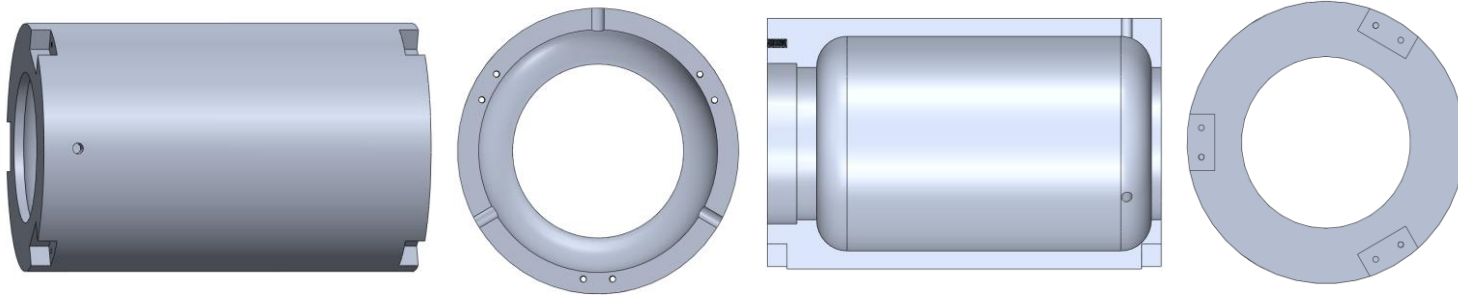
1) Motor Kapağı



2)Üst Motor Tutucu



3)Alt Motor Tutucu



1



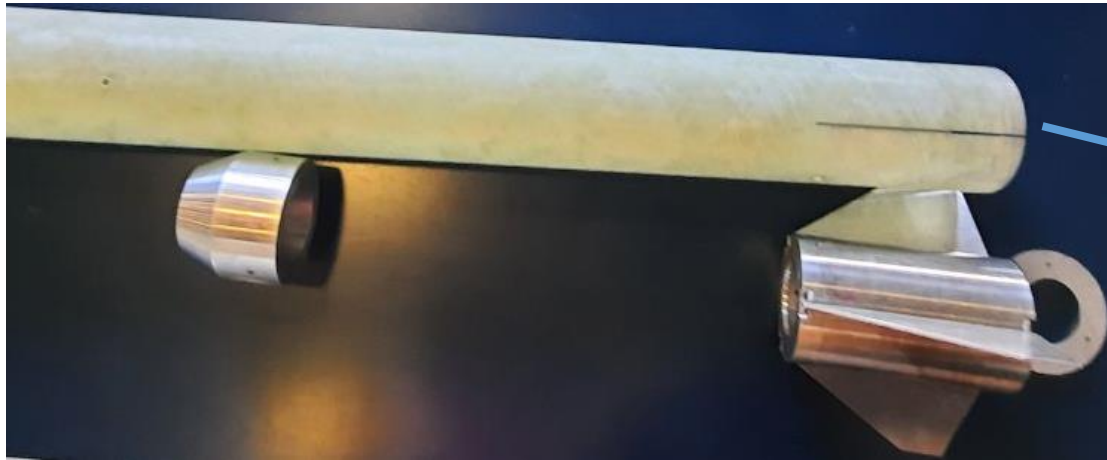
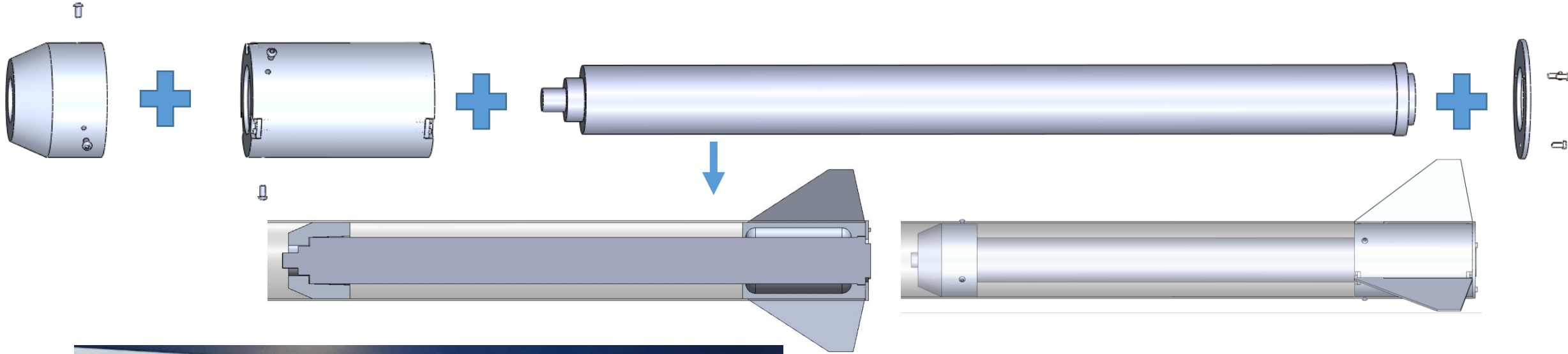
2



3



Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



- Üst-Alt Motor Tutucular alt gövdeye 6 adet M6 cıvata ile sabitlenecektir.
- Tüm roketin montajı bittikten sonra **en son** motor buradan roketin içersine sürülecek ve Motor kapağı 3 adet M4 cıvata yardımı ile sabitlenecektir.

**Yapısal
Testler Video
Linki:**
<https://youtu.be/tqk50NzJZfM>

	Test Tarihi	Test Düzeneği ve Yöntemi	Test Sonucu
Bulkhead 1 Dayanım Testi	01.07.2022	Çelik malzemesinden olan bulkhead mengene ile sıkıştırılmış sonrasında üzerine kuvvet uygulanmıştır.	Bükülme veya ezilme görülmemiştir. Test başarılıdır.
Bulkhead2 Dayanım Testi	01.07.2022	Çelik malzemesinden olan bulkhead mengene ile sıkıştırılmış sonrasında üzerine kuvvet uygulanmıştır.	Bükülme veya ezilme görülmemiştir. Test başarılıdır.
Kanatçık Rijitlik Testi	03.07.2022	Kanatçıklar montajlandıktan sonra 2569 gram ağırlığında olan montaj parçaları ile beraber sallanmış ve yer değiştirip değiştirmediği gözlemlenmiştir.	Kanatçıkların konumlarında herhangi bir yer değiştirme gözlemlenmemiştir. Test başarılıdır.
Motor Kapağı Dayanım Testi	03.07.2022	Çelik malzemesinden olan motor kapağı mengene ile sıkıştırılmış sonrasında üzerine kuvvet uygulanmıştır.	Bükülme veya ezilme görülmemiştir. Test başarılıdır.
Gövde Dayanım Testi	02.07.2022	Çarpma dayanım testinde gövde numunesi 12 metre yükseklikten bırakılmıştır ve 16m/s hızla yere çarpmasına izin verilmiştir. Ağırlık dayanım testinde gövde üzerine 750N ağırlığında arkadaşımız çıkmıştır.	Gövde de deformasyon oluşmamıştır. Test başarılıdır.
Entegrasyon Gövdesi Dayanım Testi	02.07.2022	Çarpma dayanım testinde gövde numunesi 12 metre yükseklikten bırakılmıştır ve 16m/s hızla yere çarpmasına izin verilmiştir. Ağırlık dayanım testinde gövde üzerine 750N ağırlığında arkadaşımız çıkmıştır.	Gövde de deformasyon oluşmamıştır. Test başarılıdır.
Birincil Kurtarma Sistemi Mapa Dayanım Testi	04.07.2022	Birincil kurtarmaya sırası ile 50N, 100N, 150 ve 200N kuvvet uygulanmıştır.	Kurtarma sistemlerinin parçalarında herhangi bir deformasyon oluşmamıştır.
İkincil Kurtarma Sistemi Mapa Dayanım Testi	04.07.2022	İkincil kurtarmaya sırası ile 50N, 100N, 150 ve 200N kuvvet uygulanmıştır.	Kurtarma sistemlerinin parçalarında herhangi bir deformasyon oluşmamıştır.

Roket Genel Montajı ve Atışa Hazırlık

- **Roketin Genel Montajı:** <https://www.youtube.com/watch?v=irw3rsxEg-M>
- **Atışa Hazırlık:** <https://youtu.be/eWJCO8meUss>
- **Motorun Rokete Montajı:** <https://youtu.be/Ahwj9HSCbAl>
- **Altimetre Montajı:** https://youtu.be/Vuqtqd_gwSA

Yarışma Alanı Planlaması

1. Montaj Günü İş Planı	Görevli Takım Üyeleri	2. Montaj Günü İş Planı	Görevli Takım Üyeleri
Montaj elemanlarının alana taşınması ve bölümlere göre komponentlerin ayrılması	Tüm takım üyeleri	Rampaya gidecek üyelerin belirlenmesi	Tüm takım üyeleri
Kısa toplantı, görev dağılımının üzerinden geçme	Tüm takım üyeleri	Yarışma komitesi tarafından verilen altimerenin roket montajı	Esra Erkoca
Yapısal komponentlerin montaja uygunluğunu kontrol etme	Esra Erkoca, Yakup Öztürk	Fırlatma öncesi roketin uçuş bilgisayarının aktive edilmesi	Ataberk Çiftlikli
Paraşüt iplerini ayarlama ve montaja uygun katlama	Hatice Müberra Gül	Raketin Fırlatılması	-
Aviyonik montajına başlanması	Ataberk Çiftlikli, Emirhan Kayış	Fırlatma sonrası roket ve faydalı yükün gps verilerine göre yerlerinin tespit edilmesi	Ataberk Çiftlikli
Kurtarma sistemi montajına başlanması	Emine Bengü Irmak, Hatice Müberra Gül	Raket arama ekibinin roketi bulması ve görevin tamamlanması	Hatice Müberra Gül, Emirhan Kayış
Plana uygunluk kontrolü ve koordinasyon	Ataberk Çiftlikli		
Aviyonik ve kurtarma sistemlerinin gövde içerisine yerleştirilmesi	Hatice Müberra Gül, Emirhan Kayış, Ataberk Çiftlikli, Emine Bengü Irmak		
Motor montajı	Esra Erkoca, Yakup Öztürk		
Montaj kontrolü	Tüm takım üyeleri		

Yarışma Alanı Planlaması

ACİL DURUMLAR	Alınacak Önlemler
Roketin taşınması esnasında oluşabilecek yıpranmalar veya malzeme kaybı	Roket özenli paketlenip taşınacak ve bileşenlerin yedekleri bulundurulacaktır.
Montaj aşamasında ihtiyaç duyulan araç gereç eksikliği	Montaj için gerekli araç gereç listesi önceden hazırlanarak, montaj günü gerekli araç gerece sahip takım çantası bulundurulacaktır.
Montaj aşamasında bileşenler arasında oluşabilecek olası boşluklar	Çelik macun, köpük bant, silikon tabancası vb. yapıştırıcı ve dolgu malzemeleri bulundurulacaktır.
Bileşenlerin montajı esnasında artık gerilmeler veya sıcaklık değişimlerinden kaynaklı oluşabilecek olası sıkışmalar	Endüstriyel yağlar bulundurulacaktır.
Aviyonik komponentlerin yanması veya zarar görmesi	Aviyonik sistem komponentlerin yedeklerinin ve lehimin bulundurulması.
Bataryanın deşarj olması	Yanımızda güç kaynağının bulundurulması.

Yarışma Alanı Planlaması

RİSKLER	ÇÖZÜMLER
Burun konisinin ve shoulderın zarar görmesi	Yedekleri üretildi.
Gövdelerin zarar görmesi	Yedekleri üretildi.
Yapısal parçaların zarar görmesi	Yedekleri üretildi.
PLA malzemelerin pürüzlü yüzeylerinin montaj esnasında zorluk çıkararak komponentlere zarar vermesi	Uzun süre zımparalanarak temas yüzeyleri pürüzlerden arındırıldı ve montaj esnasında uygulanacak kuvvet minimuma indirildi.
Paraşüt iplerinin karışması	Fırdöndü kullanıldı.
Jüri tarafından şok kordonunun yeterli dayanıma sahip olmadığına bildirilmesi	Farklı dayanıma sahip yedek şok kordonunun bulunması
Paraşüt iplerinin bağlantı noktalarından kopması	Paraşüt ipleri bu noktalarda birbirlerine dikilerek daha fazla dayanım sağlanmıştır.
Uçuş esnasında haberleşme verilerinin kaybolması	Ara yüzlerde ekran videosu alınıp kaydedilecektir.
Aviyonik sistemin herhangi bir sebepten dolayı çalışmaması	Aviyonik sistemlerin yedeği üretildi.
Cıvata veya somunların kaybolması	Yedek cıvata ve somunlar alındı.
Etrafın alev alması	Alanda tutuşturucu malzeme olmamasına dikkat etmek varsa temizlemek