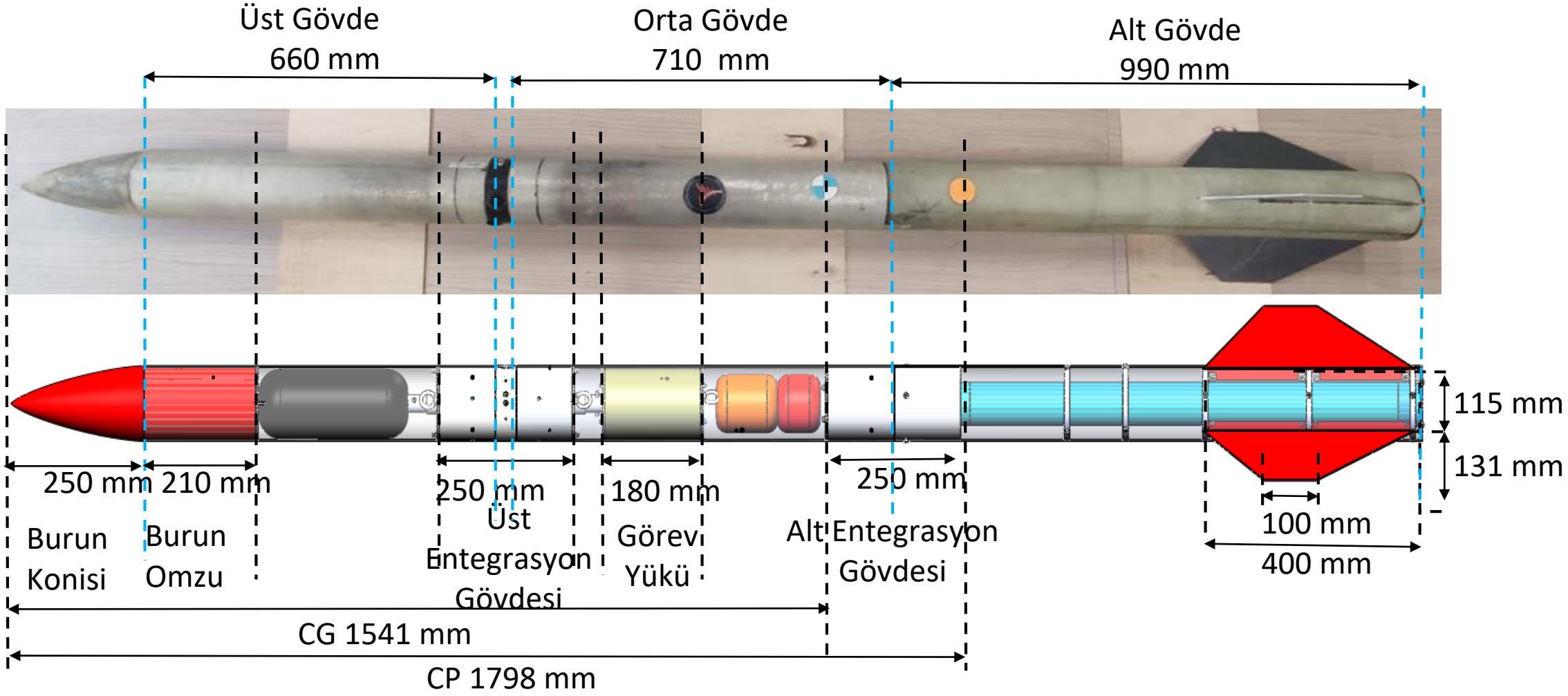
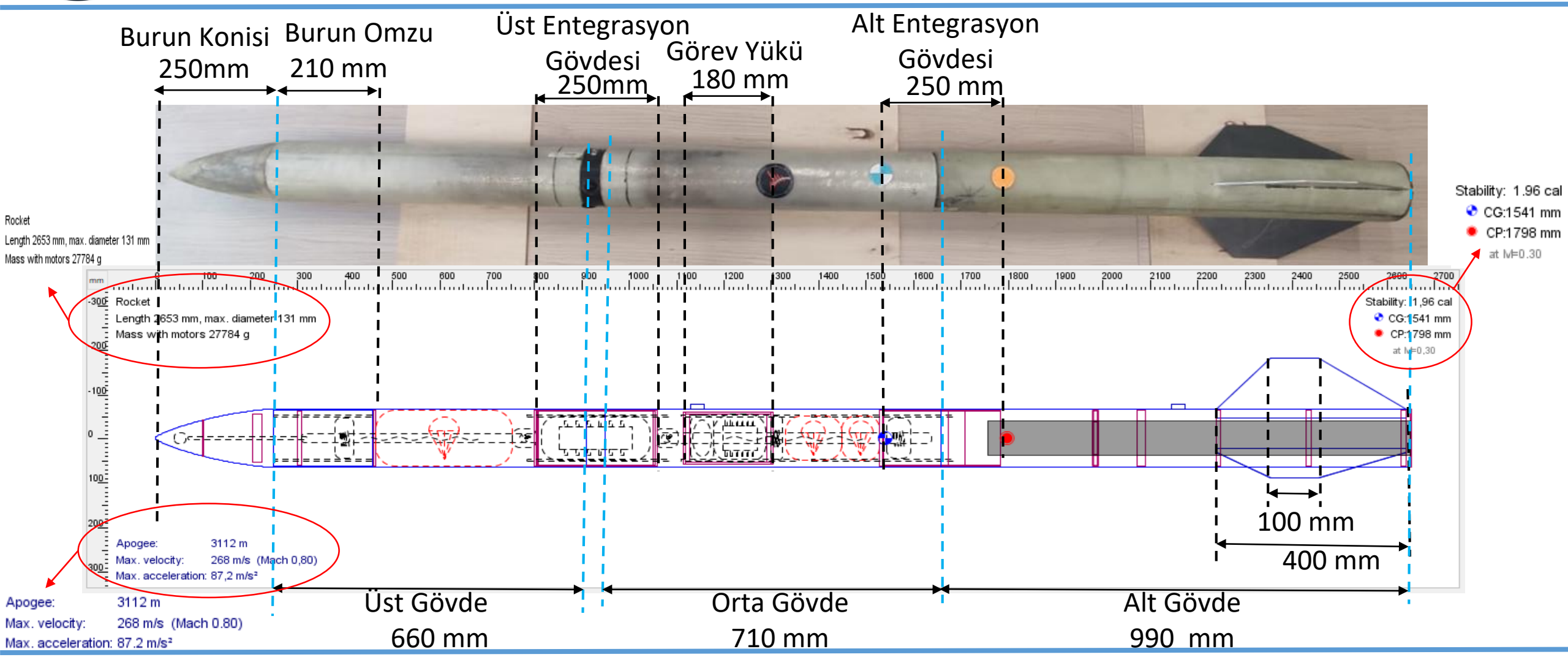
TEKNOFEST 2022
ROKET YARIŞMASI
Orta İrtifa Kategorisi
Atışa Hazırlık Raporu (AHR)
Sunuşu
FALCON Roket Takımı

OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



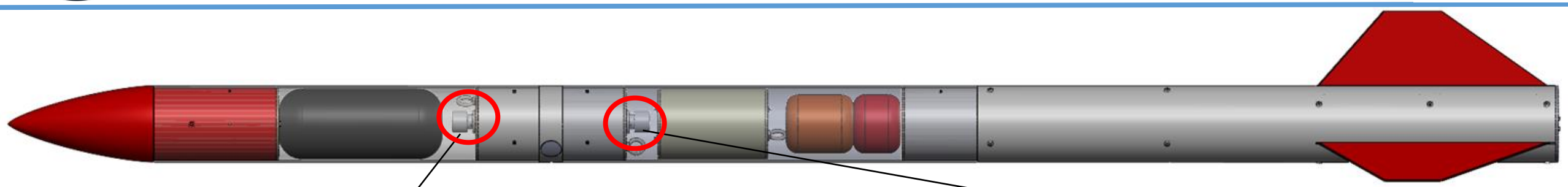
Statik Marjin CP / CG Karşılaştırması /son simulasyon

Tasarım ve Üretimdeki Değerleri Karşılaştırma Tablosu			
Veri	**Tasarımdaki Değer**	**Üretim Sonrası Değer**	**Fark (%)**
Maksimum İrtifa	3140 m	3112 m	0.8917
Maksimum Hız	268 m/s	268 m/s	0
Maksimum İvme	8.88 G	8.89 G	0.1126
Rampa Çıkış Hızı	32.5 m/s	32.6 m/s	0.3076
CP Lokasyonu (burundan)	1798 mm	1798 mm	0
CG Lokasyonu (burundan)	1533 mm	1541 mm	0.5219
Statik Marjin (0.3 Mach'taki değeri)	2.02	1.96	2.9703

Roket Alt Sistemleri

Mekanik Görünümleri ve Detayları

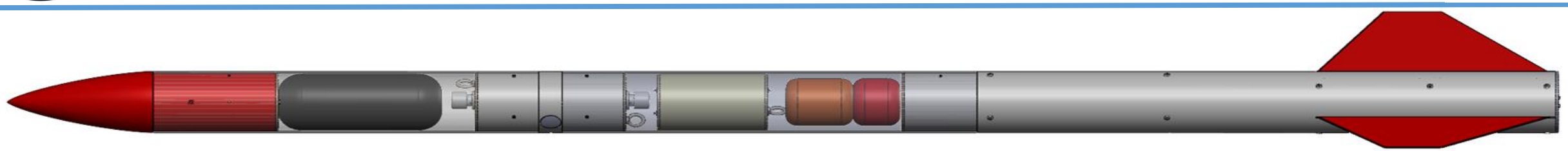
Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

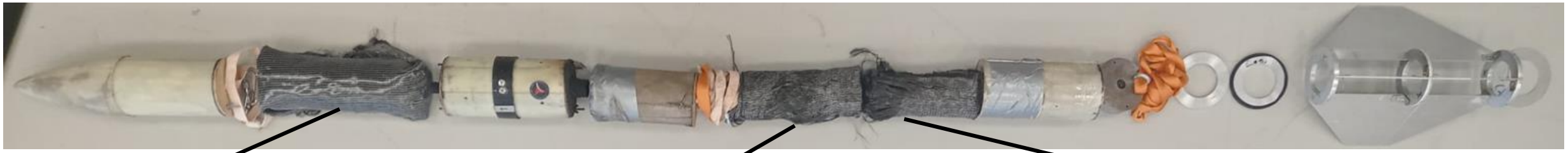


İkincil Kurtarma Sistemi

Birincil Kurtarma Sistemi

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm





İkincil (Ana) Paraşütü

Görev Yükü Paraşütü

Birincil (Sürüklenme) Paraşütü

Paraşüt Açma Sistemi Testi

Paraşüt açma sistemi testleri Marmara Üniversitesi Recep Tayyip Erdoğan Külliyesi'nde yapılmıştır. Paraşüt açma sistemi olarak sıcak gaz üretici tercih edilmiştir. Teknofestin yayınladığı Ek-9 daki teknik resime göre solidworks programında kurtarma sistemi tasarımı yapılmıştır ve testler bu tasarım üzerinden yapılmıştır. Üretilen kurtarma sistemi entegrasyon gövdesi üzerinde bulunan kapaklara montajlanmıştır. Daha sonra ayrı olarak birincil ve ikincil paraşüt açma sistemi testi yapılmıştır. Birincil paraşüt açma sisteminin amacı alt entegrasyon gövdesi ve orta gövde arasında bulunan shear pinlerin kırılarak sürüklenme paraşütü, görev yükü paraşütü ve görev yükünün roket içerisinden çıkması sağlamaktır. Ayrıca barutun yanması esnasında paraşütlere herhangi bir zarar gelmemesi için yanmaz kumaşla sarılmıştır. İkincil kurtarma sisteminin amacı ise burun konisi ile üst gövde arasında bulunan shear pinlerin kırılarak ana paraşütün roketten çıkmasını sağlamaktır. Yapılan testler sonucunda daha önce KTR aşamasında hesaplanan kara barut miktarının kurtarmayı gerçekleştirip gerçekleştirmediği test edilmiştir. Test sonucunda paraşütlerin patlama sonucunda zarar görmediği ve tekrar kullanılabileceği, aviyonik sistemlerin kurtarmayı gerçekleştirdiği görülmüştür. Yapılan paraşüt açma sistemi testi başarılı olarak kabul edilmiştir.

Birincil Paraşüt Açma Sistemi Testi

İkincil Paraşüt Açma Sistemi Testi

Paraşüt Testleri

Test Düzeneği ve Testin Amacı :

Paraşüt testleri Marmara Üniversitesi Recep Tayyip Erdoğan Külliyesi'nde yapılmıştır. Roket içerisinde kullanılacak paraşütlere ağırlık bağlanmıştır. Daha sonra bu paraşütler katlanıp yaklaşık 25 m yükseklikten binanın çatısından serbest bir şekilde bırakılmıştır. Bu testte amacımız paraşütün roketin ayrılma esnasında sorunsuz bir şekilde açılıp bütünlüğünü koruyarak yere iniş gerçekleştireceğini test etmektir. Roket içerisindeki ana, sürüklenme ve görev yükü paraşütü olmak üzere 3 adet paraşüt aynı düzenekle test edilmiştir.

Test Sonucu :

Paraşütler 25 m yüksekten bırakıldığında rahatça açıldığı, bütünlüğünü koruduğu ve ucuna bağlı olan temsili ağırlığı belirli bir hızın altında sorunsuz bir şekilde yere indirebildiği görülmüştür. Aynı zamanda paraşütlerin tekrar kullanılabileceği de görülmüştür. Tüm paraşütler için testlerin başarılı olduğu kabul edilmiştir.

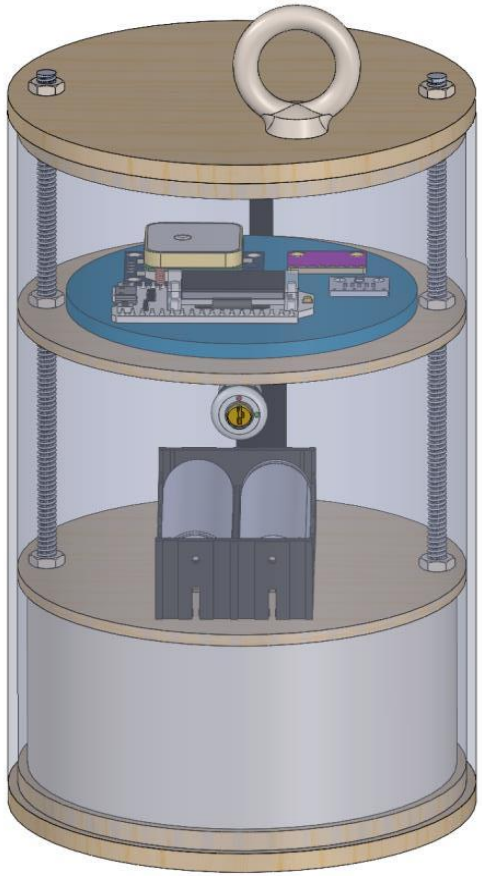
Birincil (Sürüklenme) Paraşütü

Görev Yükü Paraşütü

İkincil (Ana) Paraşütü

Görev Yükü Mekanik Görünüm

GÖREV YÜKÜ CAD GÖRÜNÜMÜ



GÖREV YÜKÜ ÜRETİM SONRASI GÖRÜNÜM

Aviyonik – 1.Sistem Detay

Devre Elemanları:

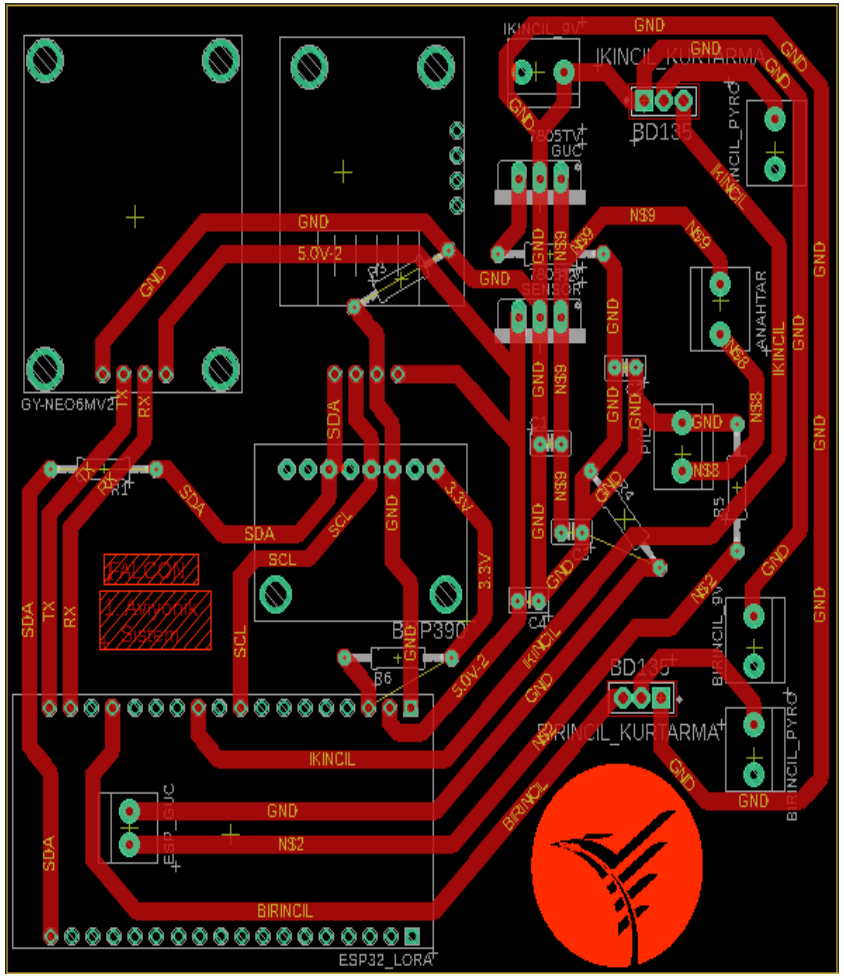
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kurtarma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	ESP32 LoRa [1]		1. aviyonik sistemde sensörlerden gelen verileri kullanarak algoritmaya göre kurtarma sistemlerini aktifleştirilmesini kontrol edecektir ve üstüne entegre olan LoRa haberleşme modülü sayesinde yer istasyonu ile 1. aviyonik sistemin haberleştirilmesini sağlayacaktır.
1. Sensör	BMI160 Jiroskop Sensörü [2]	Evet	Jiroskop sensöründen gelen z-eksen jiroskop verilerinin negatif olması ile roketin apogee noktasında olduğu tespit edilerek birincil kurtarma sisteminin aktifleştirilmesini sağlayacaktır.
2. Sensör	BMP390 Basınç Sensörü [3]	Evet	Basınç verilerini yükseklik verilerine dönüştürerek roketin apogeeden sonra ikinci kez 500 metre irtifada ikincil kurtarma sisteminin aktifleştirilmesini sağlayacaktır.
GPS Modülü	GY-NEO6MV2 [4]	Hayır	Uçuş görevinin tamamlanmasının ardından GPS modülünden gelen konum verileri ile roketin kurtarma görevinin gerçekleşmesini sağlayacaktır.

Aviyonik – 1.Sistem Detay

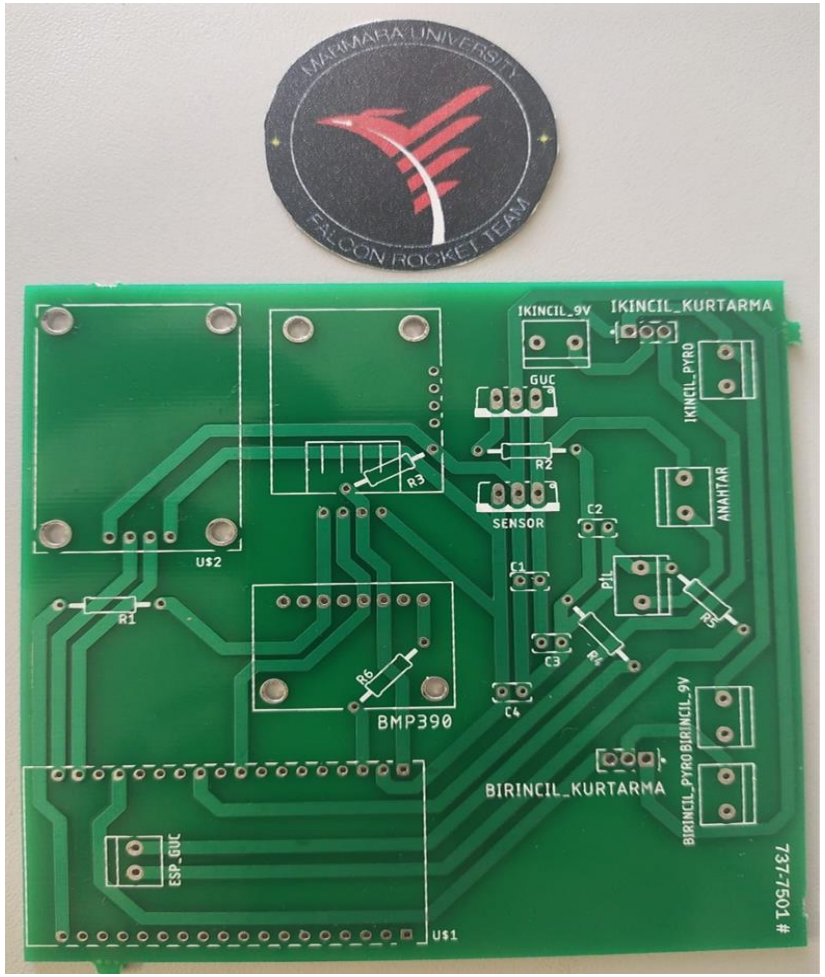
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kurtarma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
Transistör	BD135 [5]	Hayır	İkincil kurtarma sistemlerinin ateşleyicilerini (eyleyici- pyro) aktifleştirmek için gerekli gerilimin 9V pillerden çekilmesini sağlayacaktır.
Regülatör	LM7805 [6]	Hayır	1. aviyonik sistemde 5V gerilime ihtiyaç duyan GY-NEO6MV2 GPS modülünü, BMI160 jiroskop ve BMP390 basınç sensörlerini beslemek için kullanılacaktır.
Güç Kaynağı	Power-Xtra PX18650-22E Li-ion Pil [7]	Hayır	Roketin görevi boyunca 1. aviyonik sistem için gerekli güç ihtiyacını karşılayacaktır.
Kurtarma Sistemi Aktifleştirme Güç Kaynağı	GP 1604G-B Greencell 9 Volt [8]	Hayır	Roketin 1. aviyonik sisteminde birincil ve ikincil kurtarma sistemlerinin ateşleyicilerinin (eyleyici-pyro) aktifleştirilmesi için gerekli 9V gerilimi sağlayacaktır.

Aviyonik – 1.Sistem Mekanik Görünüm

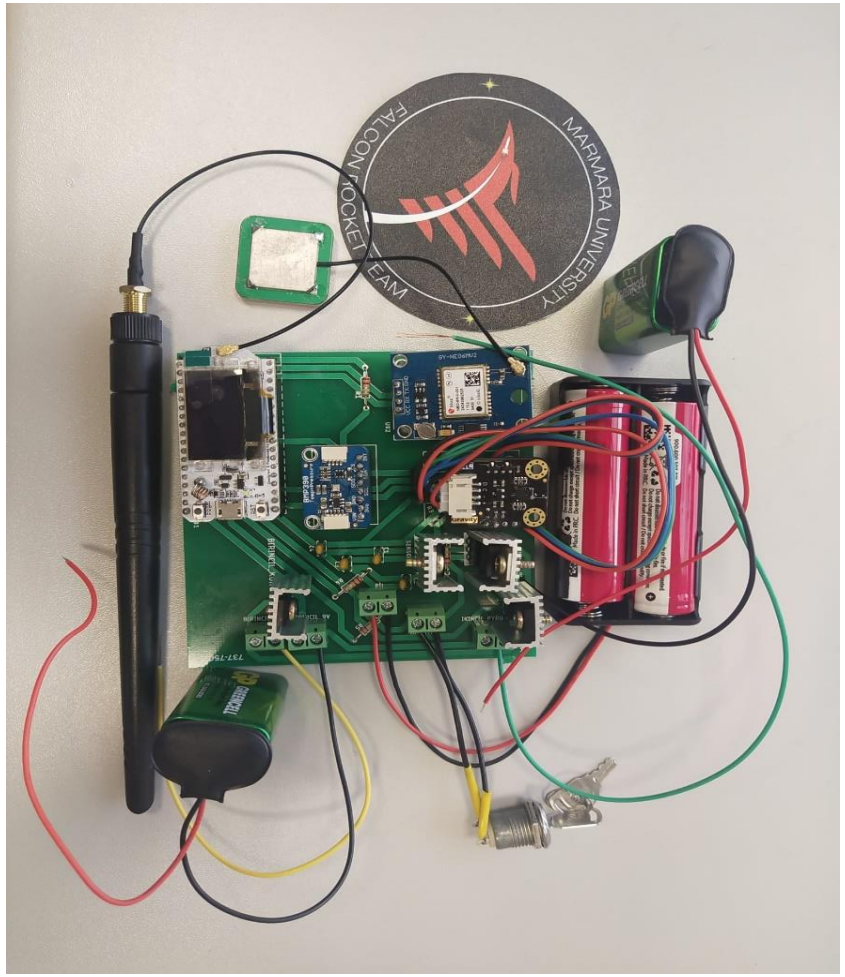
Aviyonik Sistem Şeması



Üretilmiş Devre Görüntüsü



Üretilmiş Aviyonik Sistem Görüntüsü



Aviyonik – 2.Sistem Detay

Devre Elemanları:

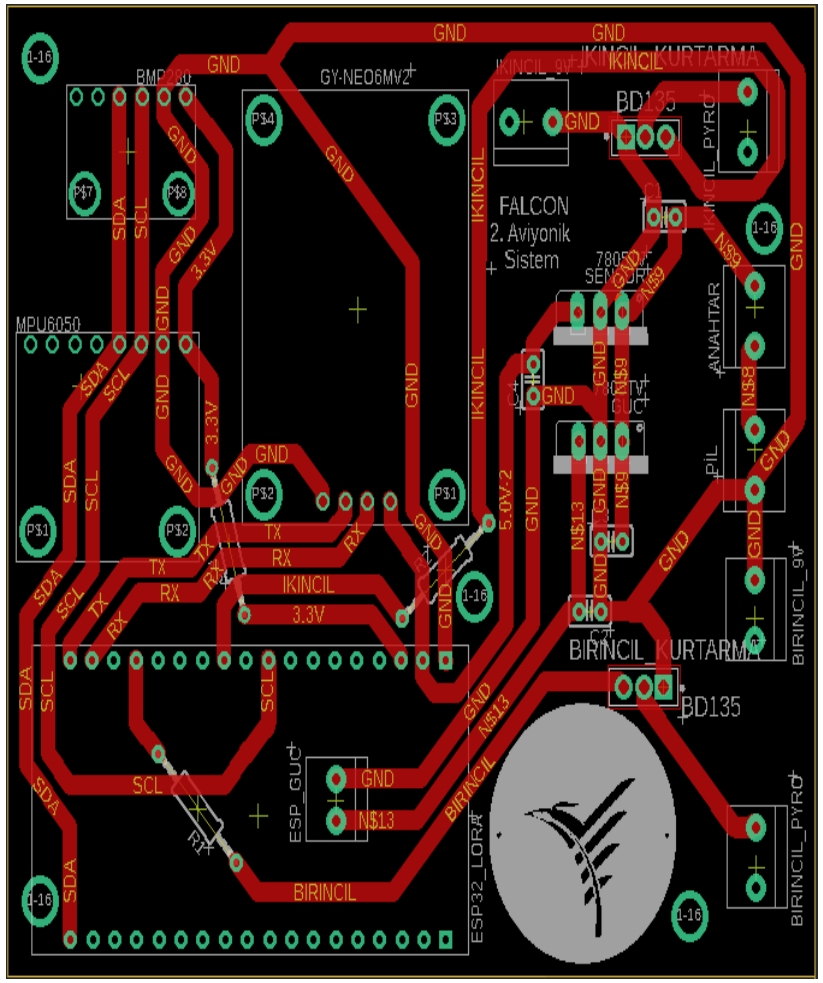
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kurtarma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	ESP32 LoRa		2. aviyonik sistemde sensörlerden gelen verileri kullanarak algoritmaya göre kurtarma sistemlerini aktifleştirilmesini kontrol edecektir ve üstüne entegre olan LoRa haberleşme modülü sayesinde yer istasyonu ile 2. aviyonik sistemin haberleştirilmesini sağlayacaktır.
1. Sensör	MPU6050 Jiroskop Sensörü [9]	Evet	Jiroskop sensöründen gelen z-eksen jiroskop verilerinin negatif olması ile roketin apogee noktasında olduğu tespit edilerek birincil kurtarma sisteminin aktifleştirilmesini sağlayacaktır.
2. Sensör	BMP280 Basınç Sensörü [10]	Evet	Basınç verilerini yükseklik verilerine dönüştürerek roketin apogeeden sonra ikinci kez 500 metre irtifada ikincil kurtarma sisteminin aktifleştirilmesini sağlayacaktır.
GPS Modülü	GY-NEO6MV2	Hayır	Uçuş görevinin tamamlanmasının ardından GPS modülünden gelen konum verileri ile roketin kurtarma görevinin gerçekleşmesini sağlayacaktır.

Aviyonik – 2.Sistem Detay

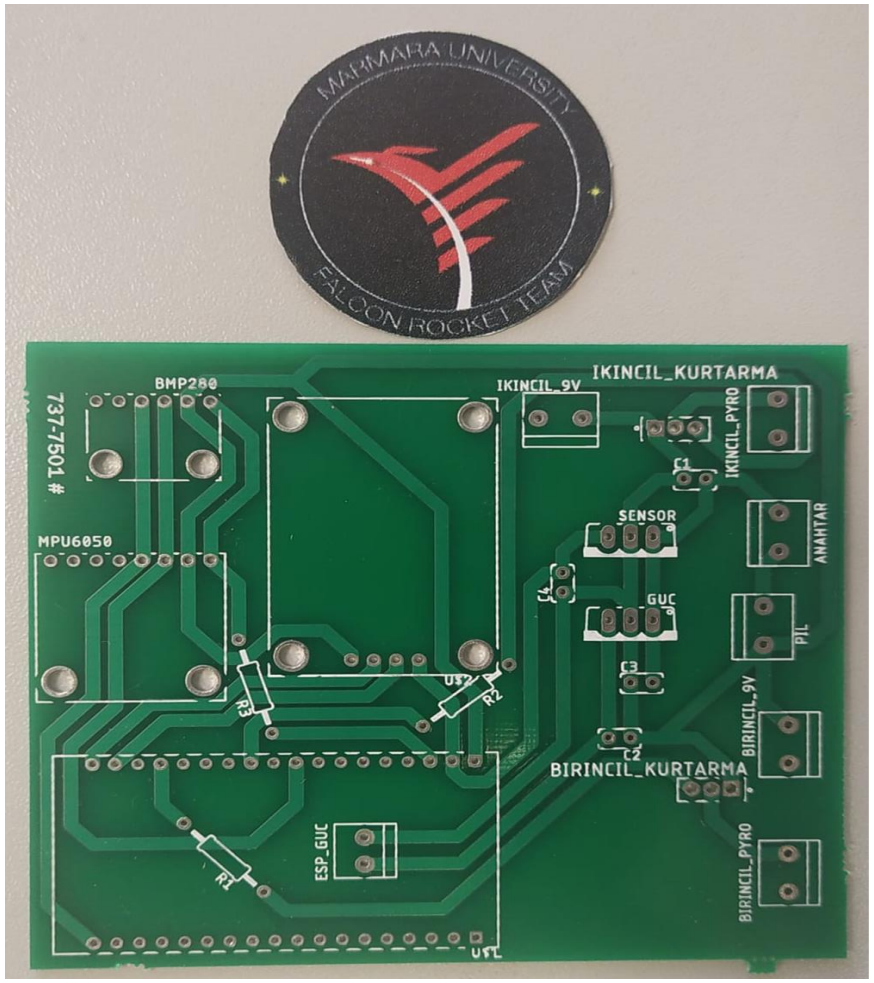
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kurtarma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
Transistör	BD135	Hayır	İkincil kurtarma sistemlerinin ateşleyicilerini (eyleyici-pyro) aktifleştirmek için gerekli gerilimin 9V pillerden çekilmesini sağlayacaktır.
Regülatör	LM7805	Hayır	2. aviyonik sistemde 5V gerilime ihtiyaç duyan GYNEO6MV2 GPS modülünü, MPU6050 jiroskop ve BMP280 basınç sensörlerini beslemek için kullanılacaktır.
Güç Kaynağı	Power-Xtra PX18650-22E Li-ion pil	Hayır	Roketin görevi boyunca 2. aviyonik sistem için gerekli güç ihtiyacını karşılayacaktır.
Kurtarma Sistemi Aktifleştirme Güç Kaynağı	GP 1604G-B Greencell 9 Volt	Hayır	Roketin 2. aviyonik sisteminde birincil ve ikincil kurtarma sistemlerinin ateşleyicilerinin (eyleyici- pyro) aktifleştirilmesi için gerekli 9V gerilimi sağlayacaktır.

Aviyonik – 2.Sistem Mekanik Görünüm

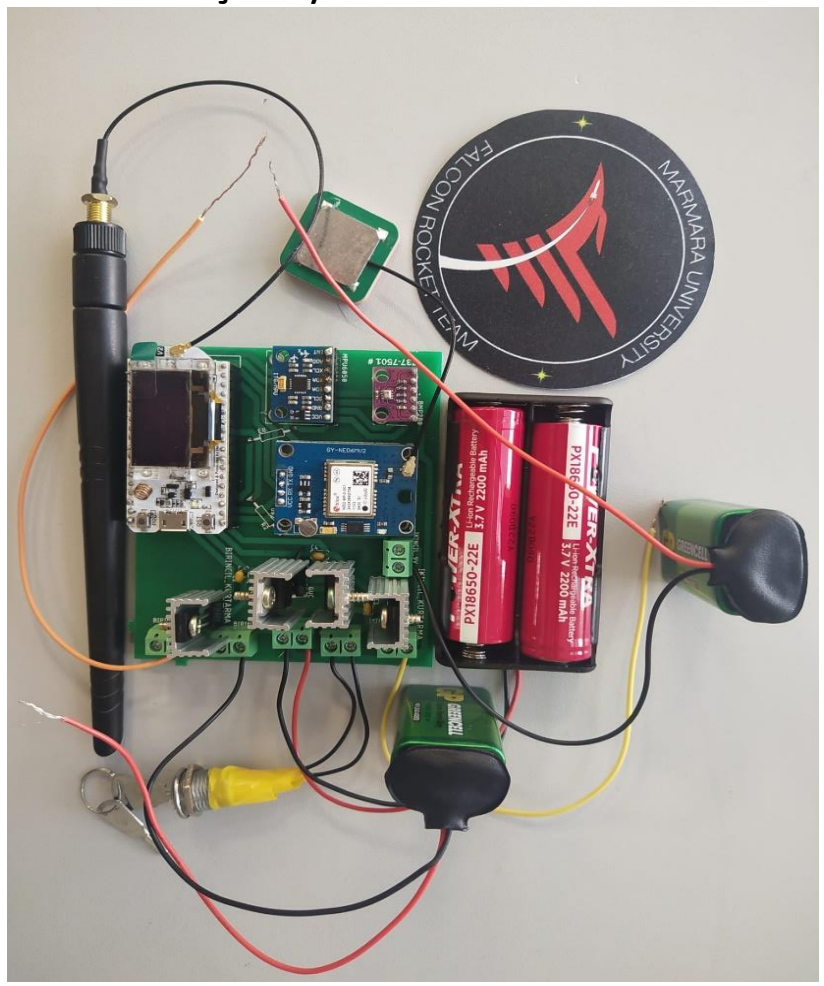
Aviyonik Sistem Şeması



Üretilmiş Devre Görüntüsü

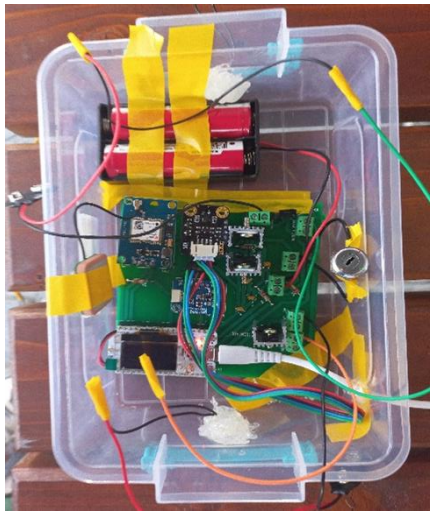


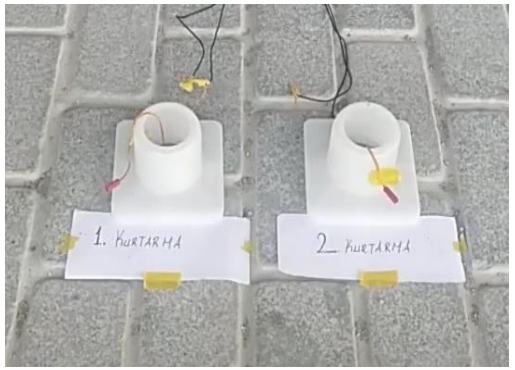
Üretilmiş Aviyonik Sistem Görüntüsü



Aviyonik Testler

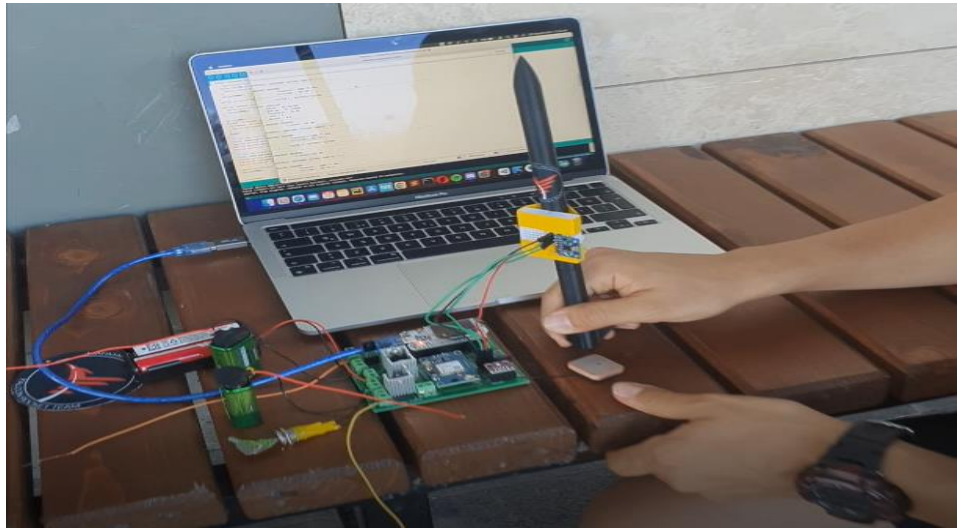
Algoritma Testi: Algoritma testleri, Marmara Üniversitesi Recep Tayyip Erdoğan Külliyesi'nde gerçekleştirilmiştir. 1. aviyonik sistemde kullanılan BMI160 ve 2. aviyonik sistemde kullanılan MPU6050 jiroskop sensörleri ile roketin apogee noktasına geldiğini z-eksen verilerinin negatif olmasıyla tespit edilecektir. Jiroskop sensörlerinin pozitif ve negatif gyro verilerini almak için sensörleri roketin içerisinde aviyonik plakada duracakları pozisyonda simüle ederek test düzeneği olan plastik bir kap içerisine sabitlenerek roketin apogeeye ulaştıktan sonra gerçekleştireceği düşme hareketi ile uyumlu olacak şekilde simüle edilmiştir. Test sonucunda, jiroskop sensörlerinden gelen verilerle birincil kurtarma sisteminin ateşleyicisi (eyleyicisi-pyro) aktifleştirilmiştir ve birincil kurtarma sisteminin algoritma testi başarıyla tamamlanmıştır. 1. aviyonik sistemde kullanılan BMP390 ve 2. aviyonik sistemde kullanılan BMP280 basınç sensörleri, roketin ikinci kez 500 metre irtifa arasına girdiğini tespit edecek şekilde elektrikli süpürge yardımıyla test düzeneği olan plastik kap içerisinde vakumlanarak basıncı azaltılmıştır. Test sonucunda, basınç sensörlerinden gelen basınç verileri irtifa verilerine dönüştürülerek ikincil kurtarma sisteminin ateşleyicisi (eyleyicisi-pyro) aktifleştirilmiştir ve ikincil kurtarma sisteminin algoritma testi başarıyla tamamlanmıştır.





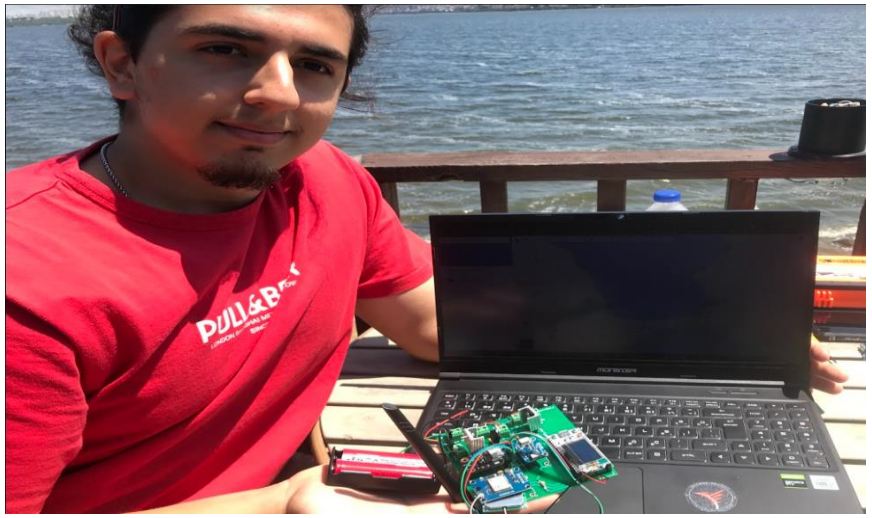
Aviyonik Testler

Kart Fonksiyonellik Testi: Kart fonksiyonellik testi, Marmara Üniversitesi Recep Tayyip Erdoğan Külliyesi'nde bulunan atölyemizde gerçekleştirildi. Eagle’da tasarlanan özgün aviyonik kartlarımız ÖZDEPCB firması tarafından üretilmiştir. Kartların üzerindeki akım/voltaj kontrolü ve kısa devre tespiti kontrolü yapılmıştır. Multimetre kullanarak PCB kartları üzerindeki akım-voltaj kontrolü, kısa devre kontrolü, bağlantı yolları kontrolü ve voltaj noktalarındaki gerilimlerin doğruluğu kontrol edilmiştir. Aviyonik kartlarda kullanılacak devre elemanları aviyonik ekip tarafından el ile dizilimi yapılmıştır. 1. aviyonik sistemin uçuş kartında bulunan BMI160 jiroskop sensörü, BMP390 basınç sensörü ve GY-NEO6MV2 GPS modülü verileri port ekranında görüntülenmiştir. 2. aviyonik sistemin uçuş kartında bulunan MPU6050 jiroskop sensörü, BMP280 basınç sensörü ve GY-NEO6MV2 GPS modülü verileri port ekranında görüntülenmiştir. Kart fonksiyonellik testleri başarıyla tamamlanmıştır.

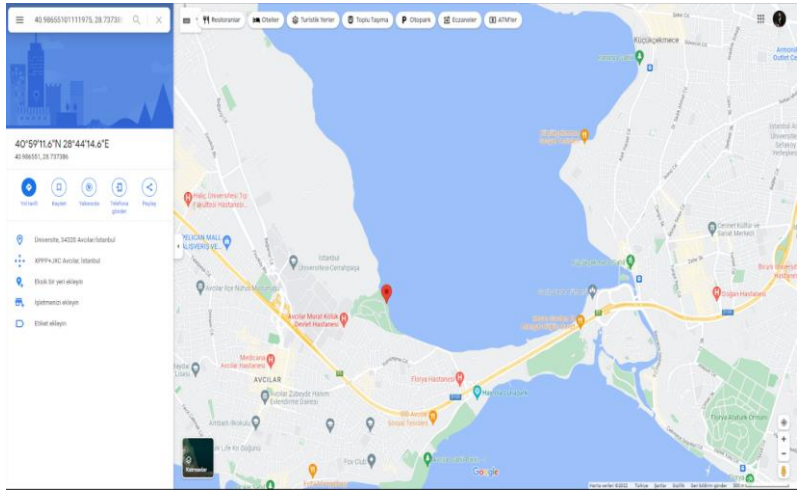


Aviyonik Testler

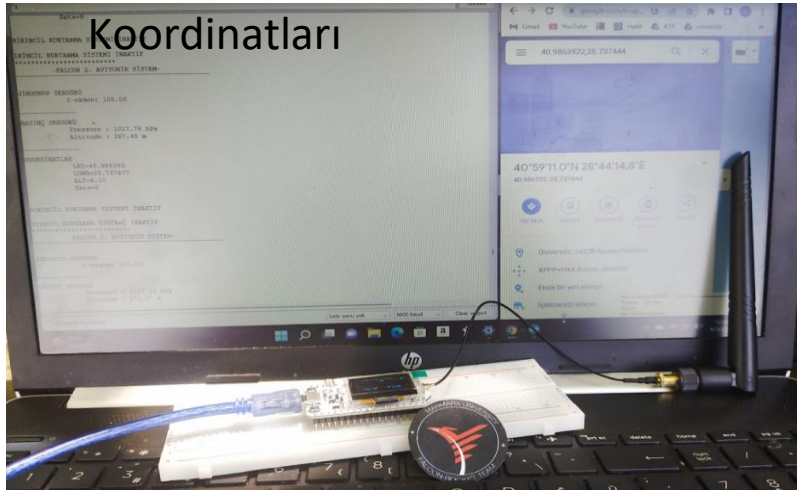
İletişim Testi: İletişim testleri, İstanbul Küçükçekmece Gölü'nde gerçekleştirilmiştir. Yer istasyonu ve aviyonik sistemlerinden sorumlu iki farklı ekip kurulmuştur. Yer istasyonu ve aviyonik sistemlerin yazılımları Arduino IDE kullanılarak yazılmıştır. Yer istasyonunda ve aviyonik sistemlerde HSA-TFC RF 5dBi anten [11] kullanılmıştır. 1. ve 2. aviyonik sistemler ile yer istasyonu arasında 3.8km mesafe olacak şekilde haberleşme yapılmıştır. Yer istasyonu port ekranına aviyonik sistemlerden gelen veriler kesintisiz iletilmiştir. GY-NEO6MV2 GPS modülü ile elde edilen konum verileri Google Maps yardımıyla doğruluğu tespit edilerek test başarıyla tamamlanmıştır.

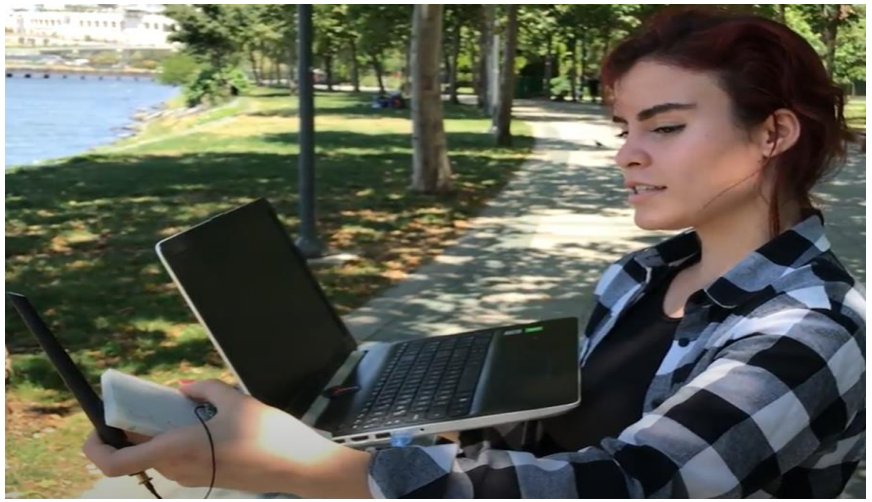


Aviyonik Sistem Ekibi Koordinatları



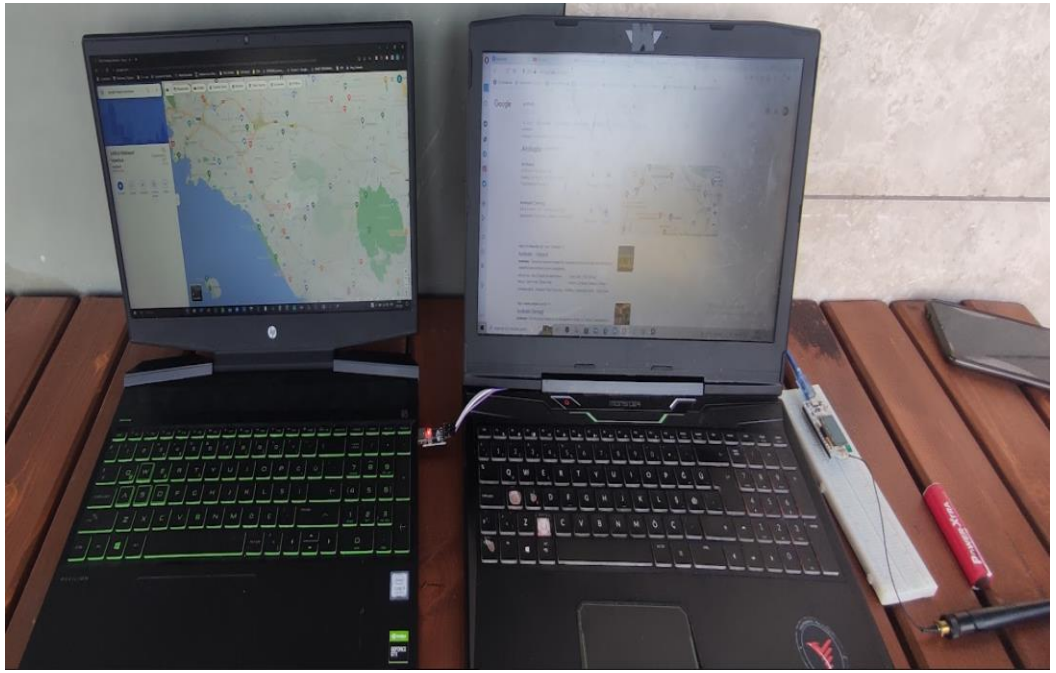
Yer İstasyonu Ekibi Koordinatları





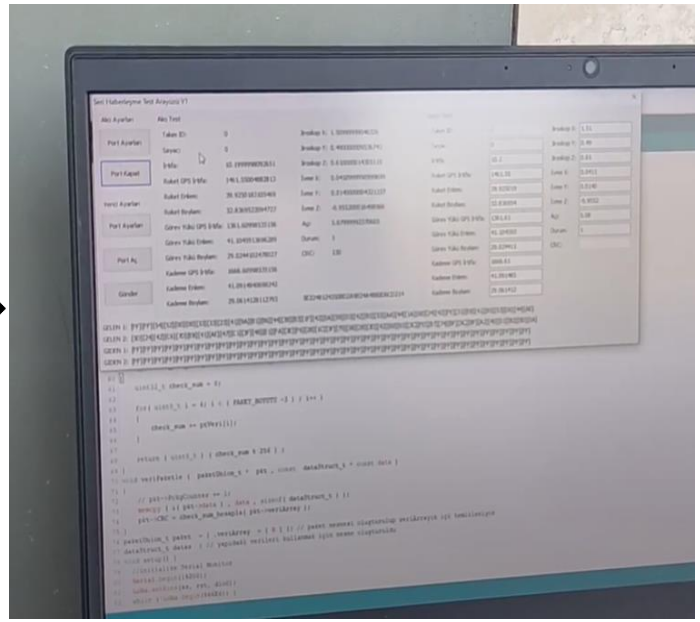
Hakem Yer İstasyonu Testi

Test Ortamı Testi: Hakem yer istasyonu test ortamı testi için bir bilgisayar verici bilgisayarı diğer bilgisayar ise alıcı bilgisayarı olarak tanımlanarak kullanılmıştır. İki adet USB-TTL dönüştürücü [12] ile her iki bilgisayarı birbirine bağladıktan sonra USB port girişleri seçilmiştir. Test ortamı testinde test edilecek verilerin gönderilmesi için roketin z-eksen jiroskop, basınç ve koordinat verileri olarak Anıtkabir'in koordinat verileri kullanılmıştır. Verici bilgisayarın test arayüzünde gönder butonuna basıldıktan sonra veriler verici bilgisayardan alıcı bilgisayara kesintisiz ve doğru bir şekilde alıcı bilgisayardaki test arayüzüne gönderilerek görüntülenmiştir. Hakem yer istasyonu test ortamı testi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.



Verici Bilgisayar

Alıcı Bilgisayar

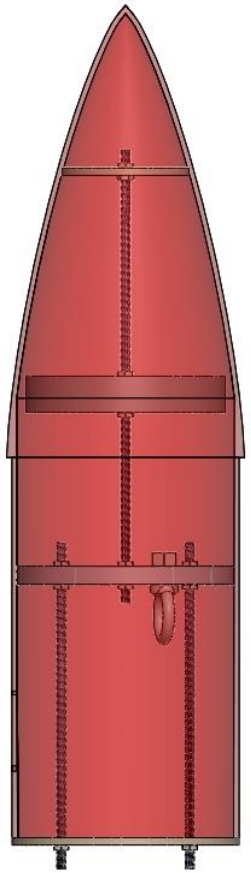


Hakem Yer İstasyonu Testi

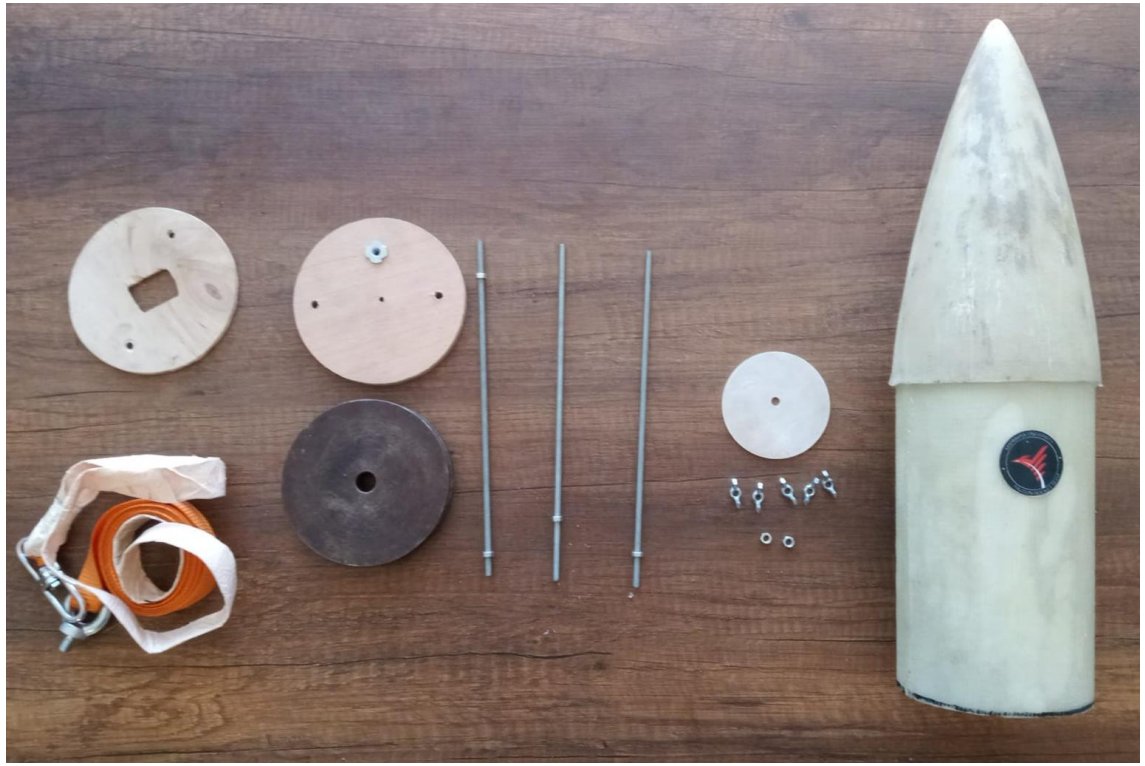
Yarışmacı Yazılımı Testi: Yarışmacı yazılımı testinde kullanılan bilgisayarlardan birinde yarışmacı yazılımı çalışırken diğer bilgisayarda test arayüzü açılmıştır ve test arayüzü açılan bilgisayar alıcı olarak ayarlanmıştır. Yarışmacı yazılımı arayüzü açılan bilgisayar roketten aldığı verileri kullanması ile hakem yer istasyonu test arayüzü açılan alıcı bilgisayar olarak tanımlanmıştır ve USB-TTL kablo kullanarak verileri hakem yer istasyonu test arayüzüne göndermesiyle de diğer bilgisayar verici bilgisayar olarak tanımlanmıştır. Ardından aviyonik sistemden yer istasyonuna giden veriler C# üzerinden yazılan yarışmacı yazılımı arayüz programı sayesinde görüntülenmiştir. Kullanılan USB-TTL dönüştürücü kablo ile veri paketlerinin aralarında 500 ms olacak şekilde hakem yer istasyonu test arayüzüne aktarımı gerçekleştirilmiştir. Aktarılan veri paketleri test arayüzünde sorunsuz bir şekilde görüntülenip test başarıyla sonuçlanmıştır.

Burun Konisi Mekanik Görünüm

BURUN KONİSİ CAD GÖRÜNÜMÜ

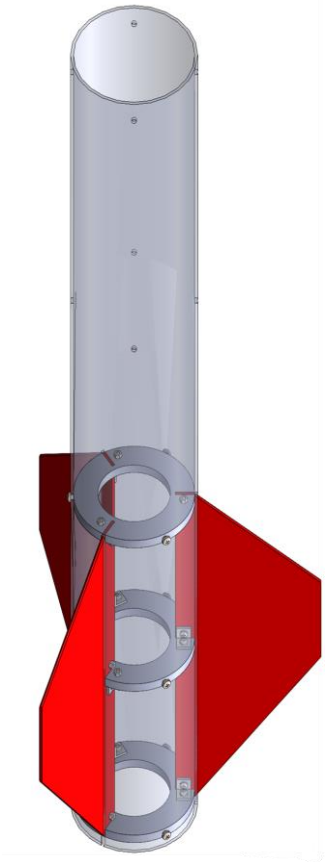


BURUN KONİSİ ÜRETİM SONRASI GÖRÜNÜM

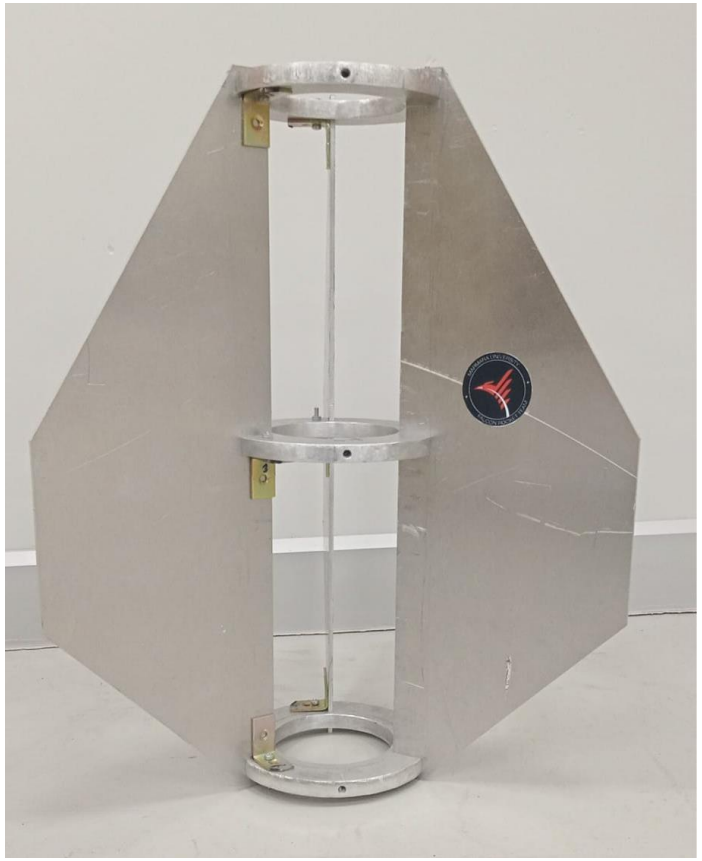


Kanatçık Mekanik Görünüm

KANATÇIK CAD GÖRÜNÜMÜ

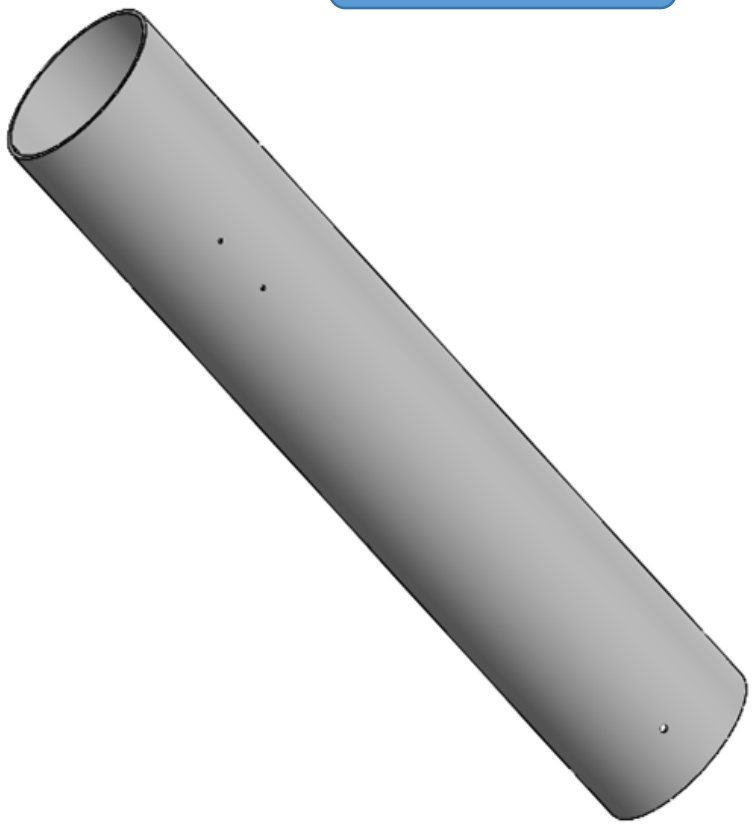


KANATÇIK ÜRETİM SONRASI GÖRÜNÜM

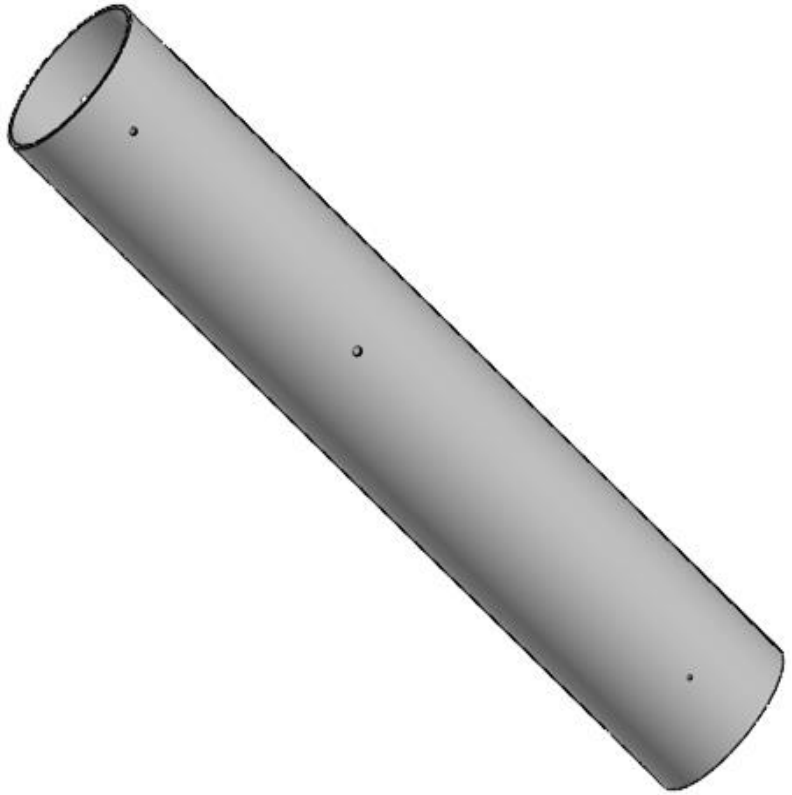


Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Üst Gövde

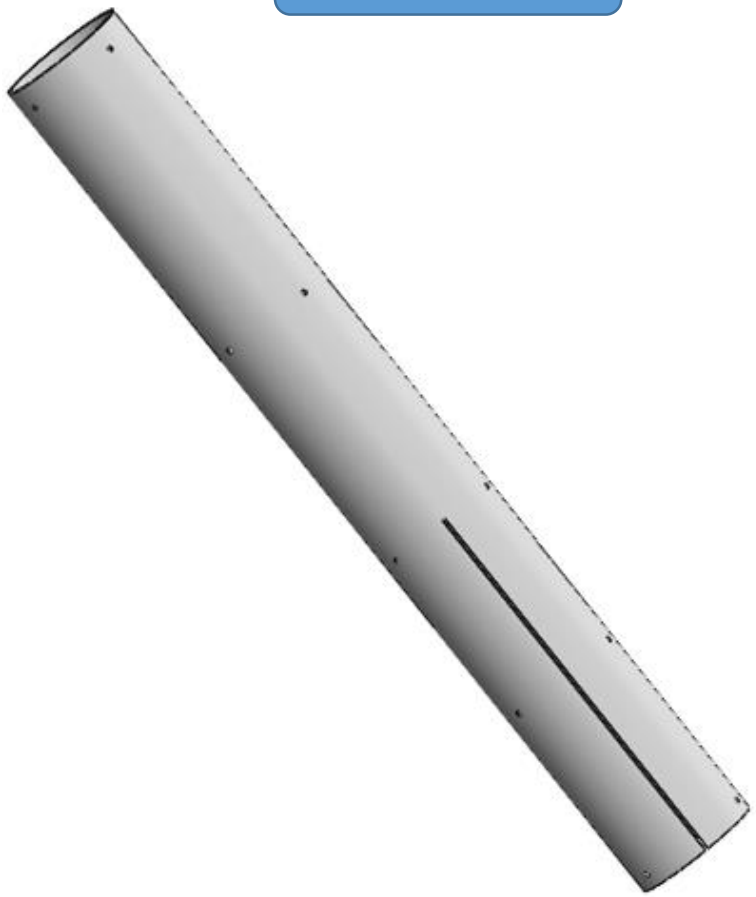


Orta Gövde



Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

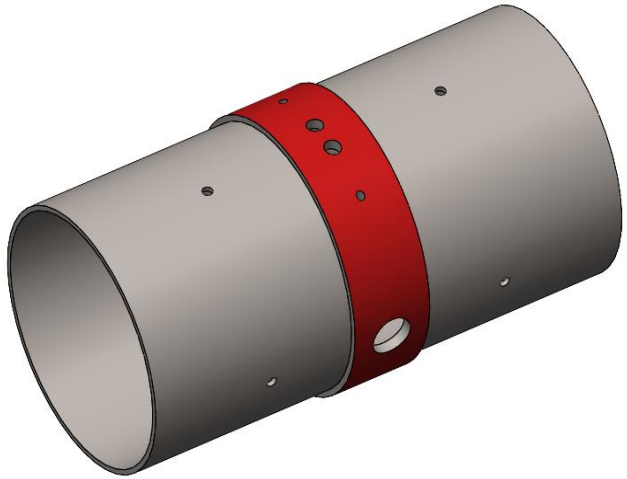
Alt Gövde



Bütün Gövdeler

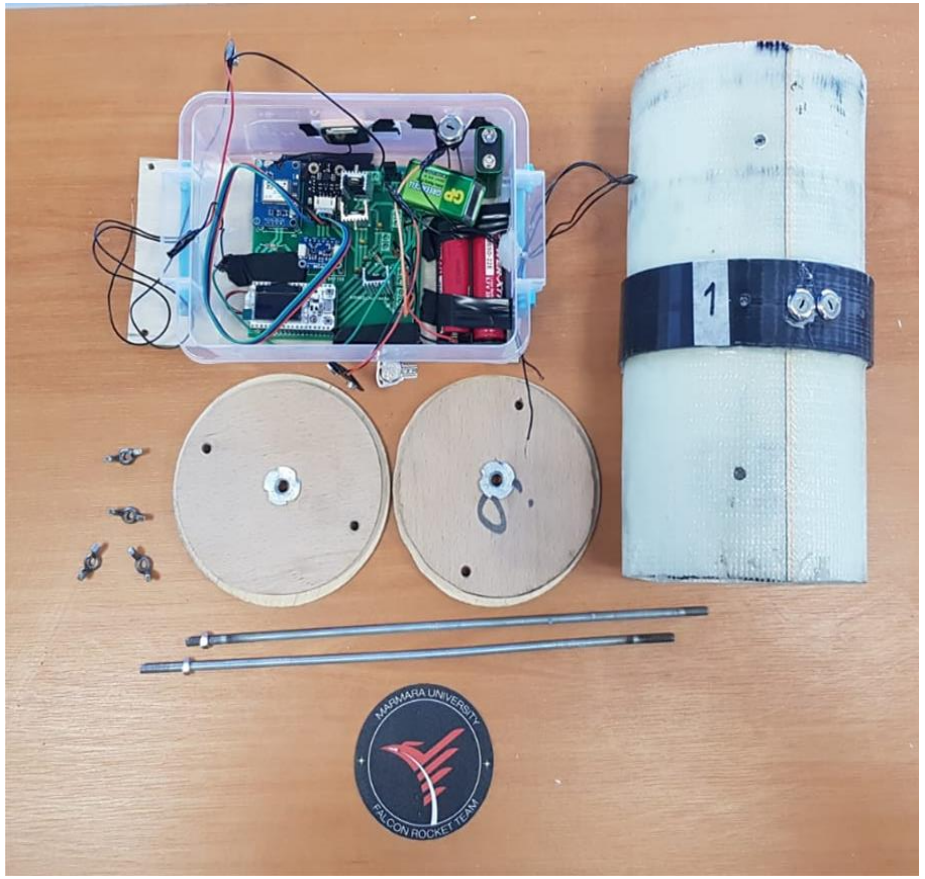
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Üst Entegrasyon Gövdesi



Üst entegrasyon gövdesi içerisinde 1. ve 2. aviyonik sistem bulunmaktadır. Üzerinde bulunan 8 adet M5 montaj delikleri ile üst ve orta gövdeye montajlanacaktır. Üst entegrasyon gövdesi üzerinde bulunan alt huş kapağa birincil kurtarma sistemi, üst kapağa ise ikincil kurtarma sistemi montajı yapılacaktır. Hakem altimetresi bu gövde içerisinde bulunacaktır.

ÜRETİM SONRASI GÖRÜNÜM

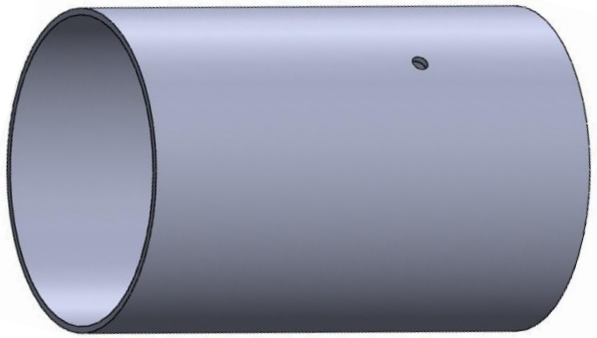


Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Alt Entegrasyon Gövdesi

Alt entegrasyon gövdesindeki 4 adet M5 montaj delikleri alt ve orta gövde montajında kullanılacaktır. Alt entegrasyon gövdesi alt ve orta gövdeye 125 mm girecektir. Birincil kurtarma sistemi aktifleştiğinde 3 adet ayrılma pimi kırılarak alt ve orta gövdeyi birbirinden ayıracaktır.

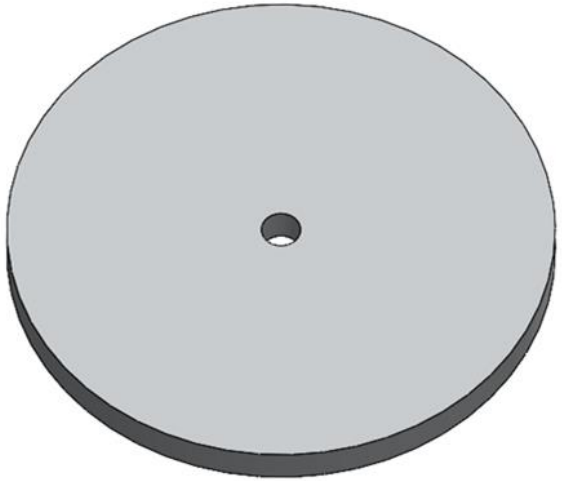
Görev Yükü Gövdesi



Görev yükü gövdesinin içerisinde kuru yük, görev yükü aviyoniği, M5 saplamalar ve huş kapaklar bulunmaktadır. Üst ve alt kısımlardan M5 saplamalar geçirilerek huş kapaklar ile kapatılacaktır. M8 anahtarlı buton deliği ile rampada aktifleştirilecektir

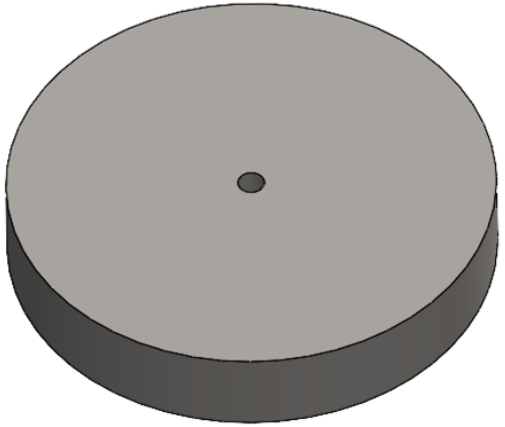
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Burun Ucu Diski



Üzerinde bulunan 1 adet M5 saplama deliği ile burun konisine montajlanacaktır. Burun konisine epoksi ile yapıştırılıcaktır. Burun ucu diski epoksi ile yapıştırıldıktan sonra M5 saplama ile burun kapaklarının montajı yapılacaktır.

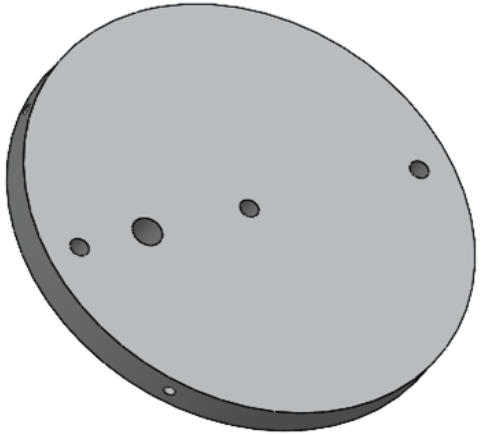
Burun Konisi Denge Yükü



Burun konisi denge yükü üzerinde bulunan delik ile M5 saplama ile montajlanacaktır. M5 saplamanın burun konisinin ucuna merkezlenmesinde kullanılacaktır. Kütlesi bir kilogramdır.

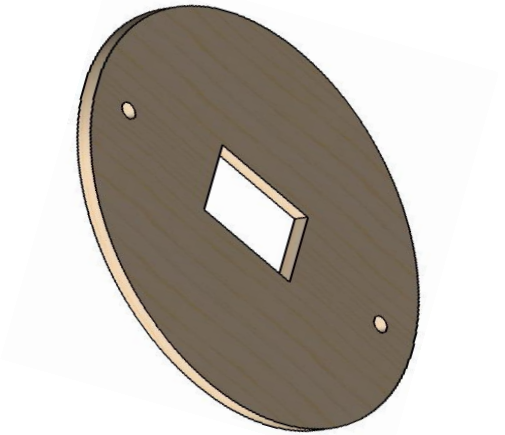
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Burun Konisi Kapağı



Burun konisi kapağı üzerindeki 3 adet M5 saplama deliklerinden geçirilerek burun konisi diski ve burun omuzluğu kapağına montajlanacaktır. M8 mapa şok kordonuyla ana paraşüte bağlanacaktır. Ayrıca 4 adet M3 deliği ile burun konisi omuzluğuna montajlanacaktır.

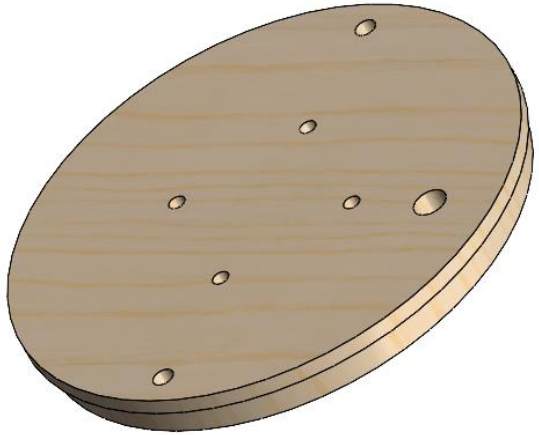
Burun Omuzluğu Kapağı



M5 montaj delikleri ile saplamalar geçirilerek burun konisi kapağına montajlanacaktır. Ortasındaki açıklıktan ana paraşütün şok kordonu geçirilip huş kapaktaki mapaya fırdöndü ve karabinalar yardımı ile montajlanacaktır.

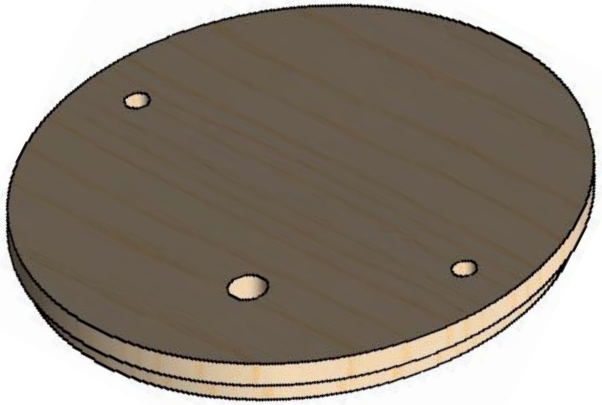
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Üst Entegrasyon Gövdesi Kapağı



Üzerindeki 2 adet M5 montaj deliği ve saplamalar ile iki kapak birbirine montajlanacaktır. Üst kapağın M8 montaj deliğine mapa montajlanıp mapaya fırdöndü ile şok kordonu bağlanacaktır. Ayrıca kapağa M4 deliklerle kurtarma sistemleri montajlanacaktır.

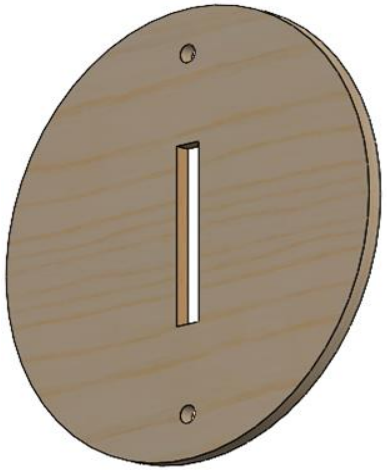
Görev Yükü Tüpü Kapağı

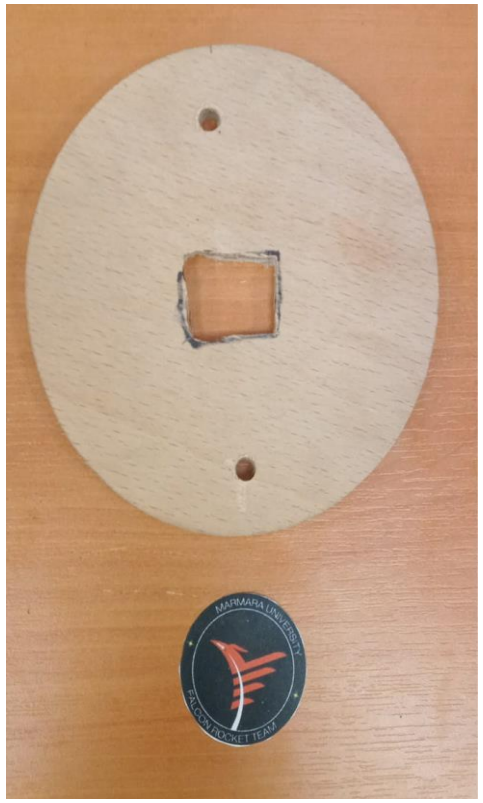


Görev yükü tüpünün alt ve üst tarafına montajlanacaktır. Üzerindeki 2 adet M5 montaj deliği ve saplamalar ile görev yükü montajlanacaktır. Görev yükü tüpü kapağının alt tarafındaki deliğe M8 mapa montajlanacaktır.

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

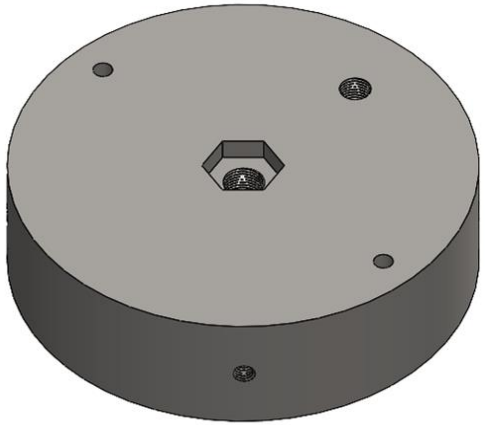
Alt Entegrasyon Gövdesi Kapağı

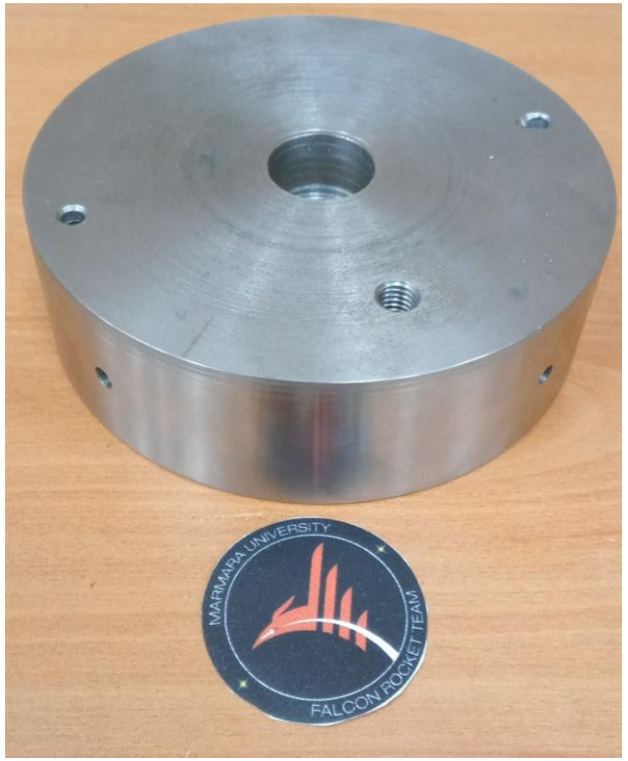




M5 montaj delikleri ile montajlanacaktır. Ortasındaki açıklıktan paraşütün şok kordonu geçirilip motor bloğunun üstündeki mapaya fırdöndü yardımı ile montajlanacaktır

Motor Bloğu

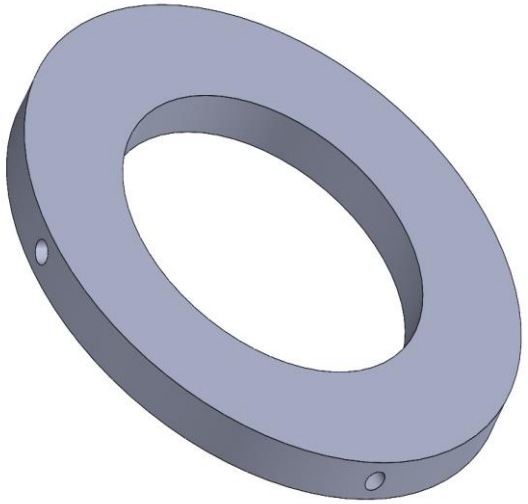


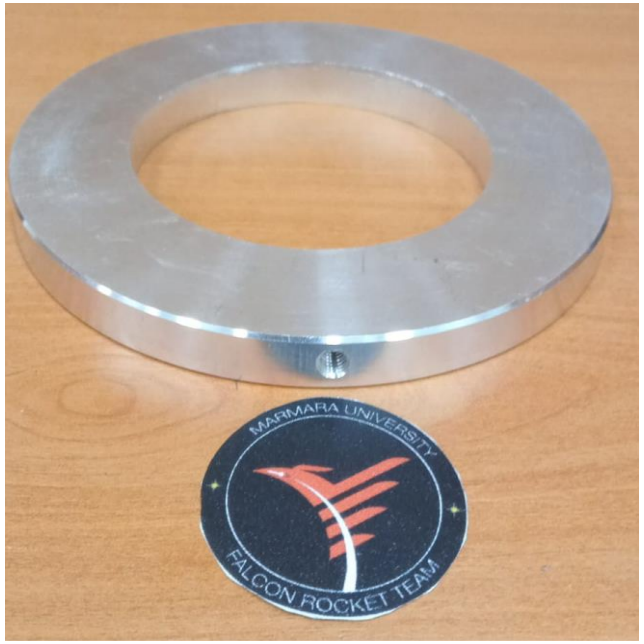


Motor bloğu 4 adet M5 civata ile alt gövdeye ve alt entegrasyon gövdesine montajlanacaktır. Motor bloğunun üst kısmında M8 mapa bulunmaktadır. Üzerinde 2 adet M5 saplama vardır. Ortasından 3/8-16 UNC civata ile motora montajlanacaktır.

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

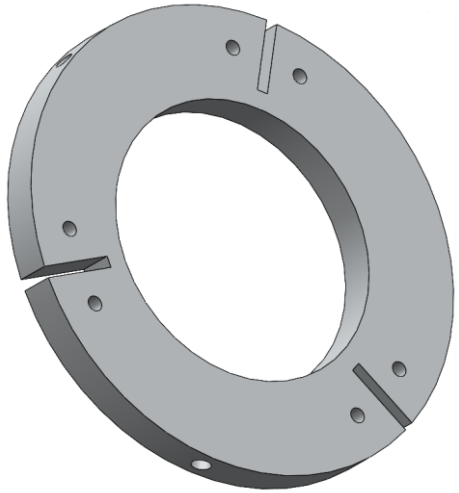
Merkezleme Halkası





Motorun eksenel ve radyal yönlerde yataklanmasında kullanılacaktır. Üzerinde 3 adet M5 civata ile alt gövdeye montajlanacaktır.

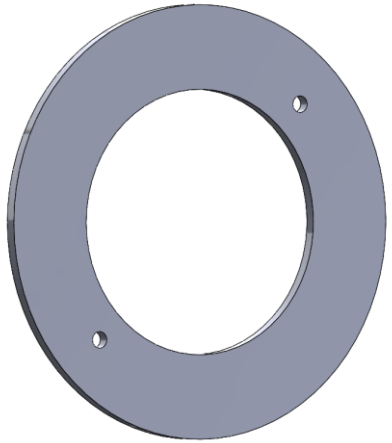
Kanatçık Merkezleme Halkası



Alt gövde içerisinde 3 adettir. Kanatçık merkezleme halkaları 3 adet M5 civata ile alt gövdeye montajlanacaktır. Kanatçıklar ile montajında her merkezleme için 3 adet köşebent kullanılacaktır.

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

Motor Kapağı



Motoru rokete en son montajlandıktan sonra motor kapağı alt taraftan takılıp 2 adet M4 uzun civatalar ile kanatçık merkezleme halkasına montajlanacaktır. Böylece roket montajı tamamlanacaktır.

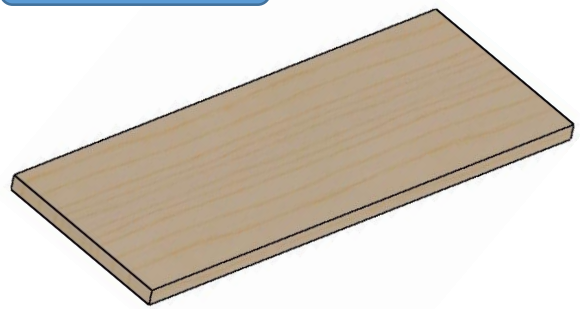
Cıvata ve Somunlar

Roketin bütünlüğünü sağlamak için roketin gövde ve gövde içi yapısal destek parçalarının montajlanmasında kullanılmaktadır.

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

M3 Ayrılma Pimi (Shear Pin)

PCB Tahta



Şok Kordonu

Burun konisi ile üst entegrasyon gövdesi arasında 5 metrelik, ana paraşüt ile üst entegrasyon gövdesi arasında 3 metrelik, Alt entegrasyon gövdesi ile üst entegrasyon gövdesi arasında 5 metrelik, sürüklenme paraşütü ile üst entegrasyon gövdesi arasında ise 3 metrelik şok kordonu kullanılacaktır.

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

M5 Saplama

Roket içerisinde birçok farklı uzunlukta M5 saplama kullanılacaktır. Roket içerisindeki gövde içi yapısal destek parçalarının montajlanmasında M5 saplama M5 somunlar ile beraber kullanılacaktır.

M8 Mapa

Roket içerisindeki paraşütlerin şok kordonları ile gövde montajlanmasında kullanılacaktır. Şok kordonunun ucuna sırasıyla fırdöndü, karabina ve tekrardan fırdöndü takılıp M8 mapaya montajlanacaktır. Mapalar da huş plakalara montajlanacaktır. Rokette toplamda 5 adet M8 mapa kullanılacaktır.

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

Fırdöndü

Roket içerisindeki şok kordonlarının mapalara bağlanmasında karabinayla beraber kullanılacaktır.

Karabina

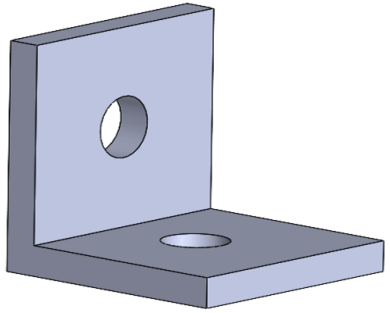
Roket içerisindeki şok kordonlarının mapalara bağlanmasında fırdöndüye bağlanırken kullanılacaktır.

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

3/8 UNC Civata

Rokette kullanılacak motoru en son üst kısmından motor bloğunun ortasındaki montaj deliğine geçirilerek motorun montajı yapılacaktır.

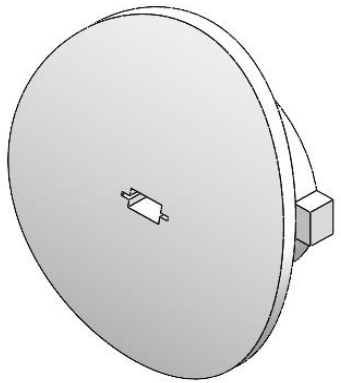
Köşebent



Roket içerisindeki kanatçıklar ile kanatçık merkezleme halkasının montajlanmasında M4 somunlar ve civatalar ile beraber kullanılacaktır. Toplamda 9 adet bulunmaktadır. Her bir kanatçık 3 adet köeşebent ile kanatçık merkezleme halkasına montajlanmaktadır.

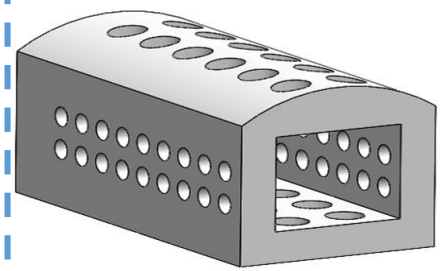
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Gövde Kapağı



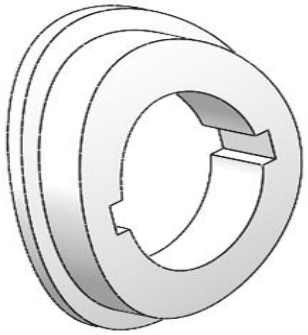
Gövde Kapağı Görevi : Üst entegrasyon gövdesi üzerindeki hakem altimetresinin konulması için açılan delik üzerine gövde kapak aparatı ile birlikte montajlanacaktır.

Hakem Altimetresi Haznesi



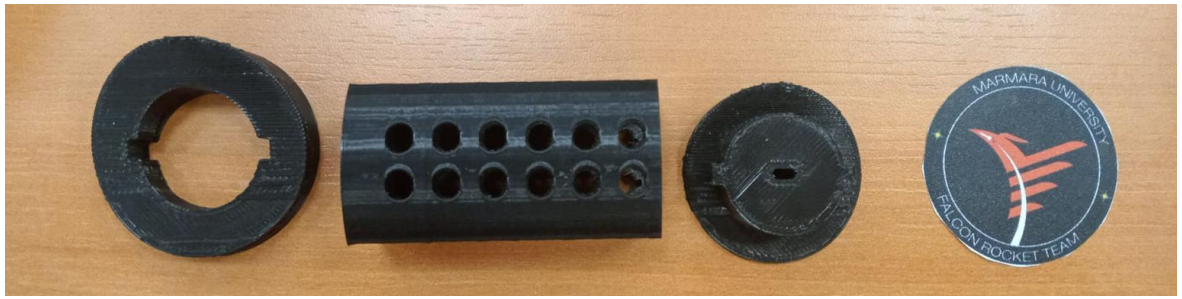
Hakem Altimetresi Haznesi Görevi : Üst entegrasyon gövdesi içinde bulunmaktadır. İçerisine hakem altimetresi montajlanacaktır.

Gövde Kapağı Aparatı

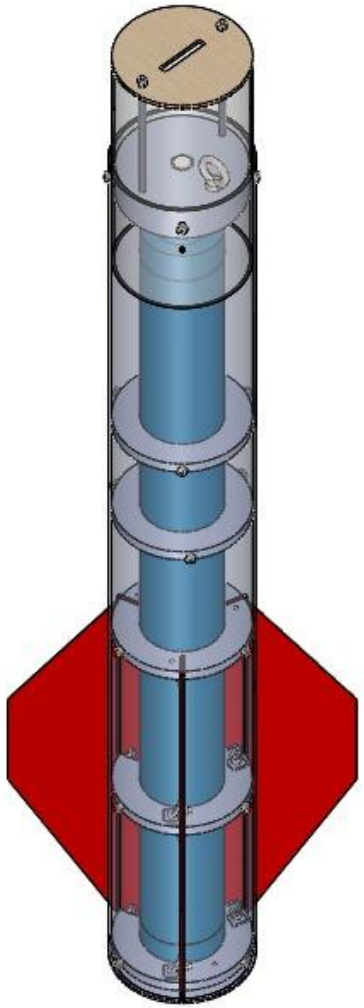


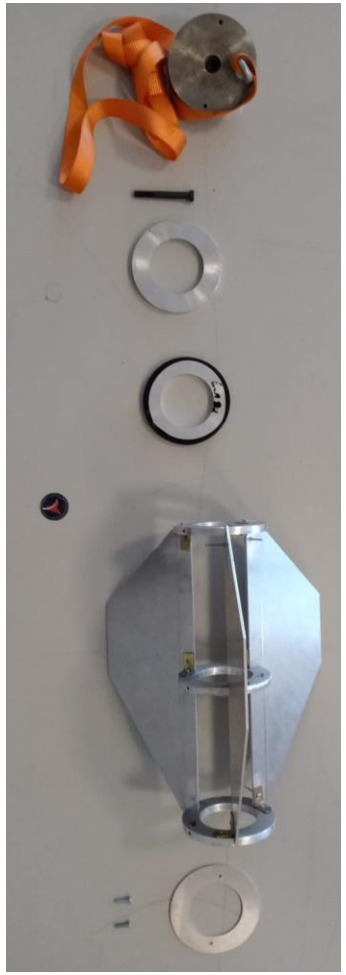
Gövde Kapağı Görevi : Üst entegrasyon gövdesi üzerindeki hakem altimetresinin konulması için açılan delik üzerine gövde kapak aparatı ile birlikte montajlanacaktır.

Hakem Altimetresi Montajı

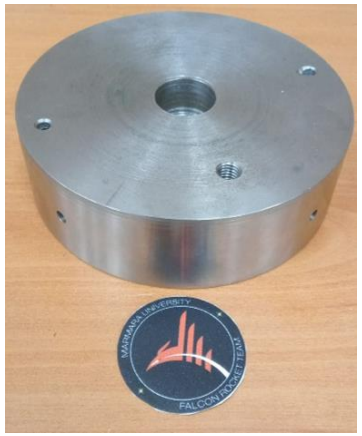


Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

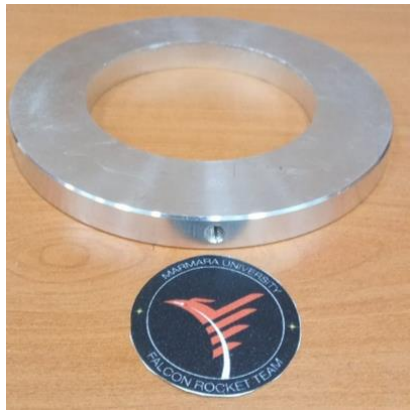




Motor Bloğu



Merkezleme Halkası



Kanatçık Merkezleme Halkası

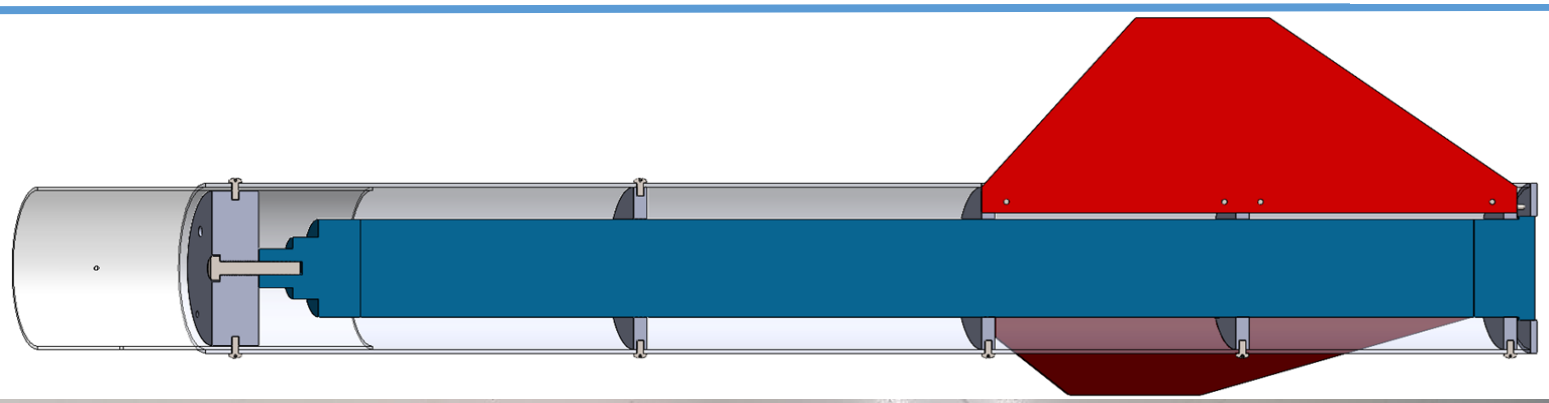
Motor Kapağı

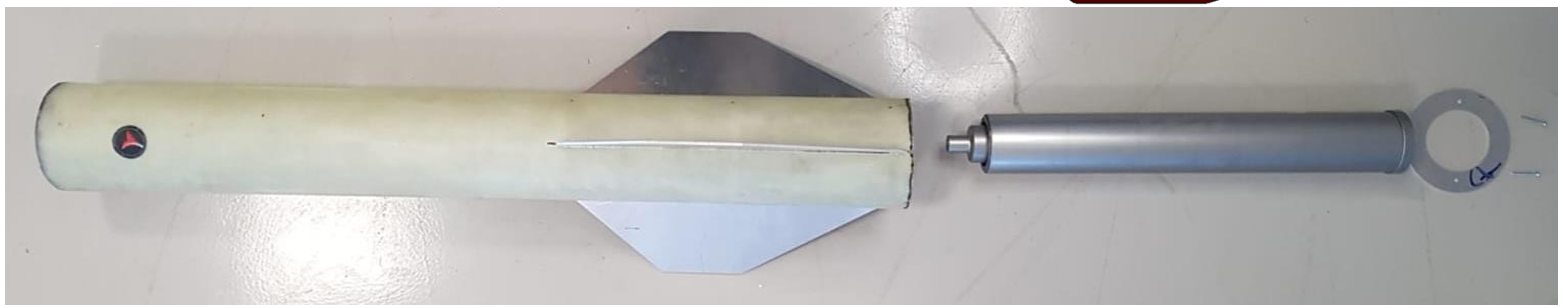
Motor Denge Yükü

3/8 UNC Cıvata

M4 Cıvata

Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay





Roketin bütün montajı tamamlandıktan sonra roket motorunun montajı yapılacaktır. Motorun montajı 3/8-16 UNC civata ve motor kapağı ile gerçekleştirilecektir. Motor civatası motor bloğuna açtığımız dişlere geçirilerek sabitlenecektir. Motor kapağı ise kanatçık merkezleme halkasına M5 civatalar ile monte edilecektir. Motorun merkezlenmesi için 4 adet merkezleme halkası kullanılacaktır. Merkezleme halkaları alt gövdeye M4 civatalar ile sabitlenecektir.

Yapısal Testler

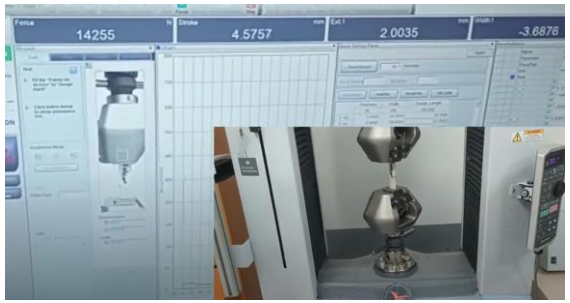
Testin Amacı :

Yapısal/Mekanik mukavemet testlerinin amacı üretimini elle yatırma yöntemi ile yaptığımız cam elyaf takviyeli kompozit malzemelerin akma, çekme ve kopma dayanımı gibi mukavemet değerlerini ölçmektir ve roketimiz için yeterliliğini test etmektir.

Test Düzeneği :

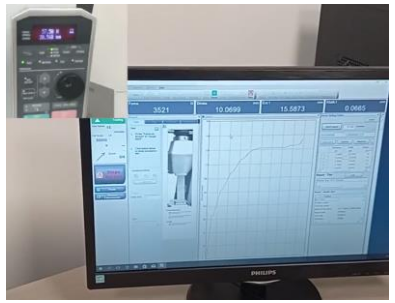
Yapısal testler Marmara Üniversitesi Recep Tayyip Erdoğan Külliyesi'nde bulunan kompozit laboratuvarında yapılmıştır. Öncelikle çekme testi yapacağımız kompozit, şok kordonu ve paraşüt ipinin numune parçaları testin doğruluğuna zarar vermeyecek şekilde hazırlanmıştır. Şerit tipi numune parçaları hazırlanırken yüzeyde en az plastik şekil değiştiren abrasif kesme diskleri kullanılmıştır. Kompozit malzemenin aşırı ısınmasını azaltmak için soğutucu kullanılmıştır. Ardından kesilen parçaların yüzeyindeki deformasyon tabakası zımparalanarak kaldırılmıştır. Daha sonra laboratuvarda bulunan üniversal test makinesinde çekme testi yapılmıştır. Her bir numune için gerilme-gerinim eğrilerini elde edilmiştir. Elde ettiğimiz veriler doğrultusunda elle yatırma yöntemi ile ürettiğimiz kompozit malzemelerin roketin uçuşu ve rampadaki gibi farklı durumlardaki gerilme değerlerine dayanacağı görülmüştür. Aynı zamanda gerinim değerlerinin kritik değerin altında kalacağı ve malzemenin elastik bölgenin dışına çıkmayacağı görülmüştür.

Kompozit

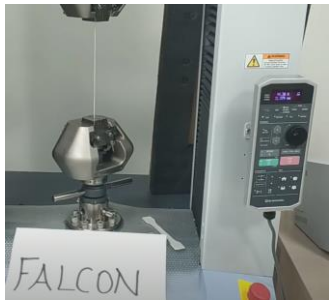


Test Sonuçlar

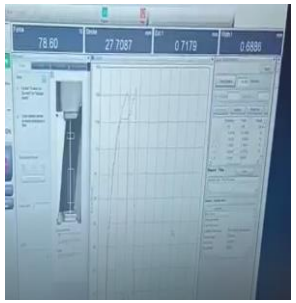
Şok Kordonu



Test Sonuçları



Paraşüt İpi



Test Sonuçları

Roket Genel Montajı ve Atışa Hazırlık

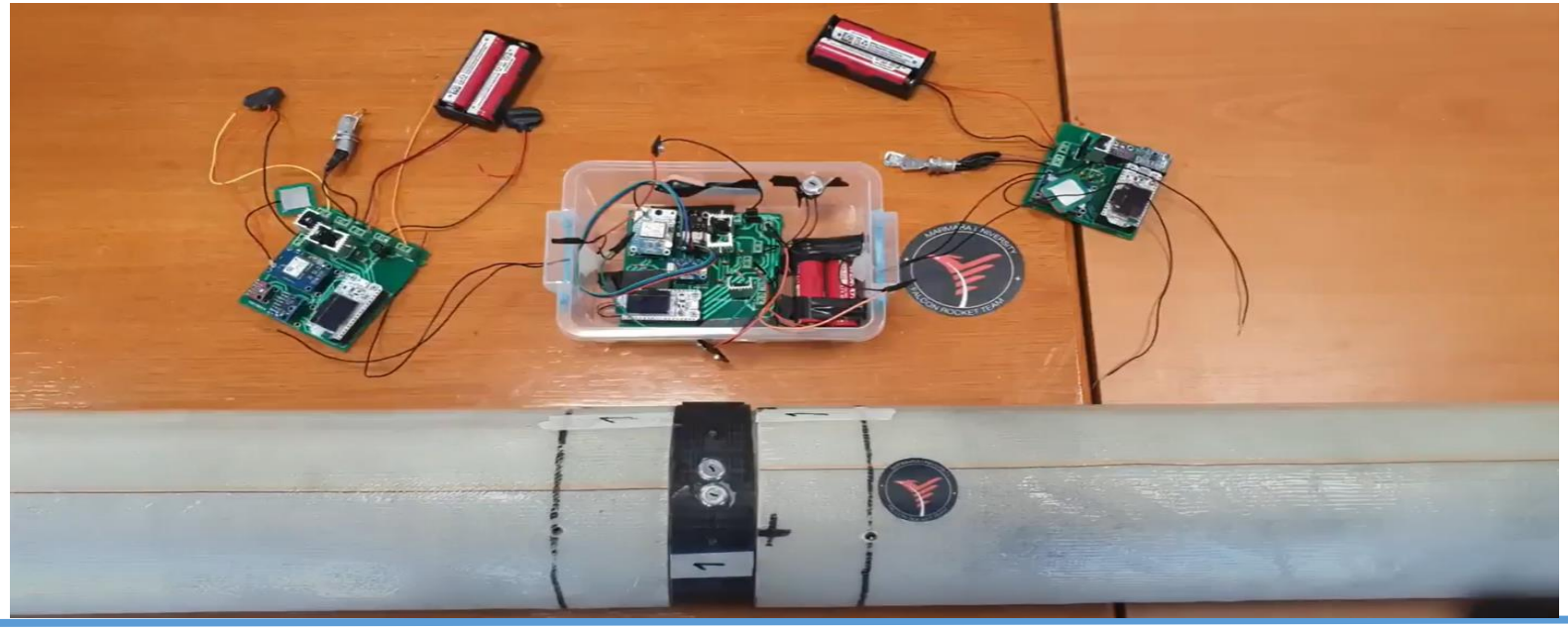
Roketin Genel Montajı :

Alt entegrasyon gövdesinin alt gövdeye montajı yapılmıştır. Orta gövde içerisine sırasıyla birincil (sürüklenme) paraşütü, görev yükü paraşütü yerleştirilmiştir. Daha sonra alt entegrasyon gövdesi merkezleme halkaları, kanatçık ve motor bloğu montajı hazır olan alt gövdeye montaj yapılmıştır. Ardından görev yükü orta gövdenin içerisine yerleştirilmiştir. Sıcak gaz üreteci olarak barut üst entegrasyon gövdesinin alt ve üstünde bulunan huş kapaklara 4 adet M4 mercimek başlı civatalar ile montajlanmıştır. Ardından üst entegrasyon gövdesinin orta gövdeye montajı yapılmıştır. Sonra üst gövdenin, üst entegrasyon gövdesi aracılığıyla orta gövdeye montajı yapılmıştır. Daha sonra üst gövde içerisine ikincil (ana) paraşüt yerleştirilmiştir. Ardından burnun üst gövdeye montajı yapılmıştır. Son olarak M2020 motor, motor bloğuna çevrilerek montajı yapılmıştır. Roketin en arkasında motor kapağı kanatçık merkezleme halkalarına montajı yapılmıştır ve roketin genel montajı tamamlanmıştır.

Roket Genel Montajı ve Atışa Hazırlık

Atışa Hazırlık :

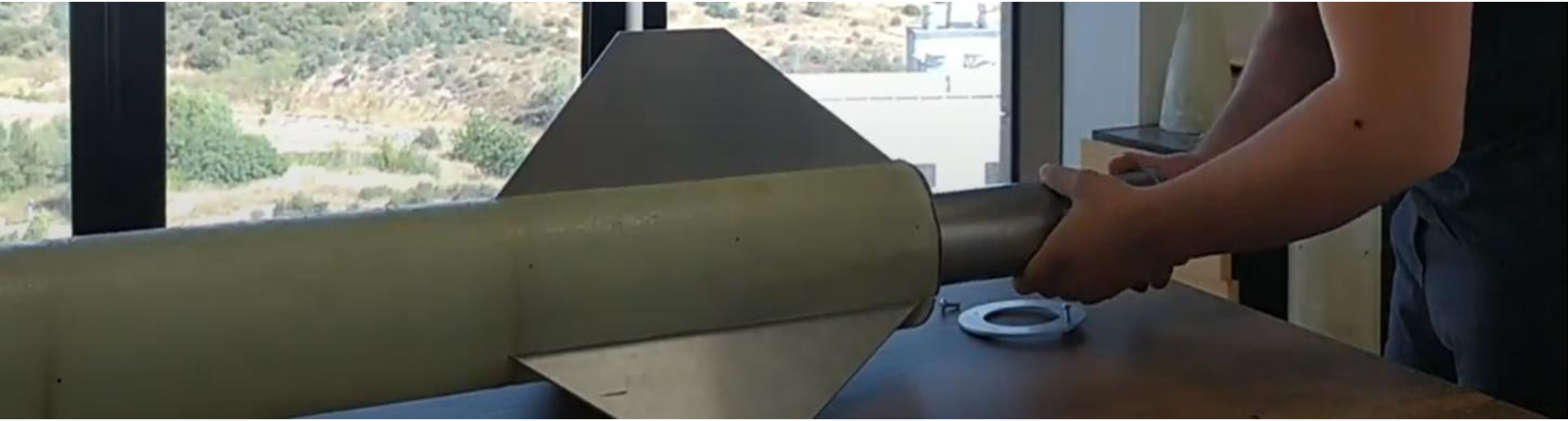
İkinci aviyonik, birinci aviyonik ve görev yükü aviyoniği videoda görüldüğü gibidir. Her biri için anahtarlama sistemi kullanılmaktadır. Bu anahtarlama sistemi dışarıdan gövdelerin üzerinde bulunan delikler ile erişilebilecek ve rampa üzerinde aktifleştirme sağlanabilecektir. Ardından roket rampaya sürüldüğünde gövdelerin üzerinde bulunan anahtar deliklerine anahtarlar sokulacaktır. Daha sonra anahtarlar çevrilerek aktifleştirme sağlanacaktır. Aviyonik sistemler aktifleştirildikten sonra anlık olarak basınç, gyro ve koordinat verilerini yer istasyonuna iletilecektir. Hakemler yer istasyonuna ilettiğimiz bu verileri doğruladıktan sonra roketin atışı gerçekleştirilecektir.



Roket Genel Montajı ve Atışa Hazırlık

Motorun Rokete Montajı :

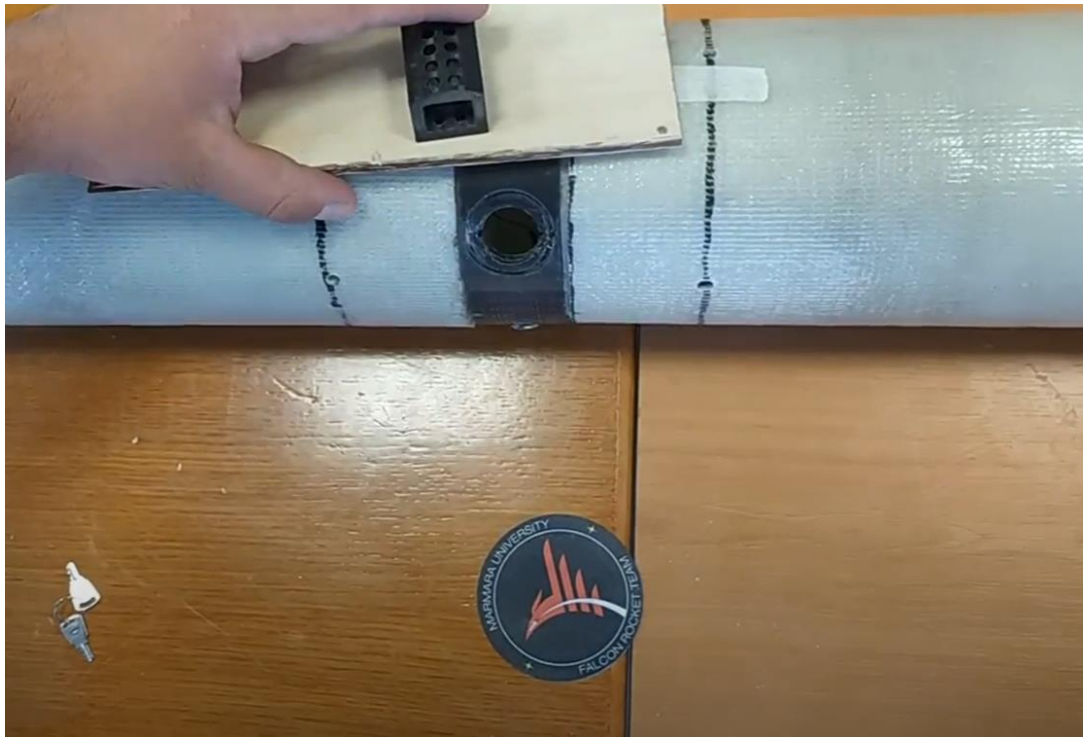
Roketin bütün montajı bittikten sonra M2020 motor sırasıyla 3 adet olan kanatçık merkezleme halkalarından, motor denge yükünden ve en son motor merkezleme halkasından geçirilerek motorun yataklanması sağlanır. Ardından motor bloğunun ortasındaki deliğe 3/8-16 UNC motor civatasıyla döndürülerek montajı yapılmıştır. Daha sonra motor kapağı iki adet M4 civata ile kanatçık merkezleme halkasının üzerindeki montaj deliklerine montajı yapılarak motorun rokete montajı tamamlanmıştır.



Roket Genel Montajı ve Atışa Hazırlık

Altimetre Montajı :

Üst entegrasyon gövdesi üzerinde bulunan gövde kapağı üzerindeki anahtar deliğine anahtar geçirilerek kapak açılacaktır. Daha sonra hakem altimetresinin içerideki hakem altimetresi haznesine montajı yapılacaktır. En son gövde kapağı kapatılacaktır. Böylelikle altimetre montajı tamamlanmış olacaktır.



Yarışma Alanı Planlaması

Montaj Günü İş Planı		Atış Günü İş Planı	
Takım Üyesi	**Görevi**	**Takım Üyesi**	**Görevi**
Hakan ÖZCAN	Yapısal bütünleştirme ve bütünleştirme sırası liste takibi	Hakan ÖZCAN	Roketin rampaya taşınması, altimeter two montajı ve roketin arama ve kurtarılması
Mert Can AKTAY	Yapısal bütünleştirme ve Aviyonik sistem montajı	Mert Can AKTAY	Roketin rampaya taşınması, Yer istasyonu veri takibi, roketin arama ve kurtarılması
Kerem EKİNCİ	Yapısal bütünleştirme ve Aviyonik Sistem Montajı	Kerem EKİNCİ	Yer istasyonu, roketin uçuşunun gözlenmesi ve anlık takibi
Mustafa İlker AKPINAR	Motor Bölümü montajı ve gövdeye entegrasyonu	Mustafa İlker AKPINAR	Roketin arama ve kurtarılması
Ahmet Yasin BAŞ	Kurtarma sistemleri Montajı	Ahmet Yasin BAŞ	Roketin rampaya taşınması, altimeter two montajı ve roketin arama ve kurtarılması
Ayça Damla DEMİR	Aviyonik Sistem Montajı	Ayça Damla DEMİR	Yer istasyonu uçuş takibi

Yarışma Alanı Planlaması

Acil Durum Eylem Planı

- Atış alanında montaj sırasında ekip üyelerinin herhangi bir şekilde yaralanma ihtimali göz önünde bulundurularak gerekli ilk yardım ekipmanları götürülecektir.
- Montaj sırasında veya atış öncesinde son kontroller yapılırken oluşacak mekanik parçaların ya da aviyonik sistemlerin hasar görmesi veya çalışmaması sonucu yedek sistem ve parçalarının atış alanına götürülmesi.
- Aviyonik kartların aktifleşmemesi durumu için sorunu tespit etmek için voltmetre ve sorunun çözümü için lehim götürülecektir.
- Montaj esnasında onarılıp tamir edilebilecek mekanik sorunların giderilmesi için silikon tabancası, yapıştırıcı gibi araçlar götürülecektir.
- Yer istasyonunda oluşabilecek olumsuzluklarda ekstra bilgisayar ve yer istasyonu kullanarak arayüz yazılımları ve programları yedekli olarak hazır bir şekilde alana gidilecektir.

Yarışma Alanı Planlaması

Risk Tablosu			
Risk	**Olasılık**	**Şiddet**	**Çözüm**
Kara barutun istem dışı patlaması	Orta	Yüksek	Kara barutu elektrik, manyetik gibi alevlenebileceği enerji alanlarından uzak tutmak.
Roket rampada aktifleştirildikten hemen sonra kurtarma sistemlerinin istemsiz aktifleşmesi	Düşük	Yüksek	Aviyonik sistemi rokete kodda belirlenen başlangıç konumuna göre yerleştirmek.
Kara barutun istem dışı patlaması sonucu paraşüt ve şok kordonunun alevlenmesi	Orta	Orta	Paraşüt ve şok kordonunu yanmaz kumaş ile sarmak.
Aviyonik kartların ve sensörlerin herhangi bir etki sonucu bozulması ya da hasar görmesi	Orta	Düşük	Aviyonik kartların ve bütün sensörlerin yedeklerini atış alanına götürmek.
Montaj sırasında mekanik kısımların hasar görmesi ve deforme olması	Orta	Düşük	Anında müdahale için silikon, yapıştırıcı gibi araçlar ile birlikte yedek mekanik parçalar götürelecektir.

Referanslar

[1] Esp32 LoRa, https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1148023/ESPRESSIF/ESP32.html
[2] BMI 160 Jiroskop Sensörü, https://www.mouser.com/datasheet/2/783/BST-BMI160-DS000-1509569.pdf
[3] BMP 390 Basınç Sensörü, https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/product_flyer/bst-bmp390-fl000.pdf
[4] GY-NEO6MV2 Gps Sensörü, Epitran,https://www.epitran.it/ebayDrive/datasheet/NEO6MV2.pdf
[5] BD135 transistör, https://www.st.com/resource/en/datasheet/cd00001225.pdf
[6] LM7805 Regülatör, https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf
[7] Power-Xtra PX18650-22E Lion Pil, https://www.robolinkmarket.com/Data/EditorFiles/PDF/power-xtra-12c-30a.pdf
[8] GP 1604G-B Greencell 9Volt https://panda-bg.com/datasheet/1619-360712-Battery-GP-GREENCELL-9V-1604G.pdf
[9] MPU6050 Jiroskop Sensörü, https://product.tdk.com/system/files/dam/doc/product/sensor/mortion-inertial/imu/data_sheet/mpu-6000-datasheet1.pdf
[10] BMP280 Basınç Sensörü, https://www.mouser.com.tr/datasheet/2/783/BST_BMP280_DS001-1509562.pdf
[11] HSA-TFC Anteni, https://robotistan.com/Data/EditorFiles/rf-868mhz-5dbi-sma-anten-datasheet.pdf
[12] USB TTL Dönüştürücü, https://pdf.direnc.net/upload/usb-ttl-donusturucu-usb-to-ttl-konvertor-dac03-datasheet.pdf