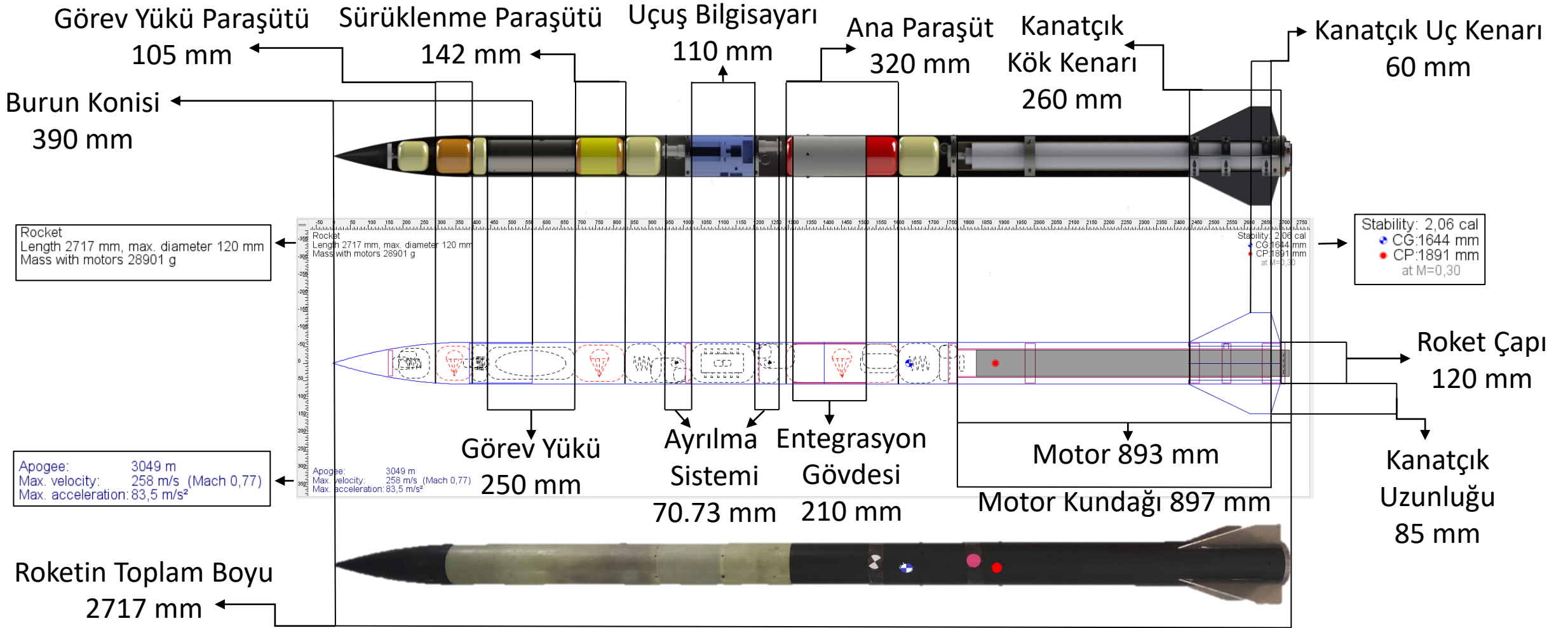


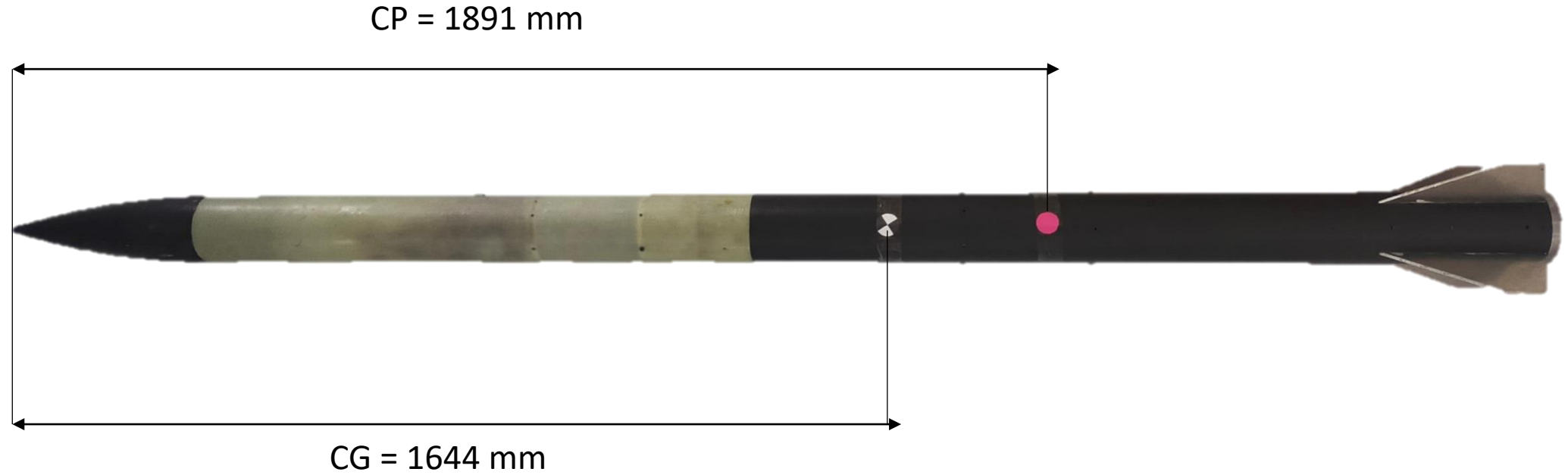


TEKNOFEST 2022 ROKET YARIŞMASI Orta İrtifa Kategorisi Atışa Hazırlık Raporu (AHR) Sunuşu Hisar Takımı

OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



Tasarım-Üretim Sonrası Veri Karşılaştırma Tablosu:

Veri	Tasarımdaki Değer	Üretim Sonrası Değer	Fark (%)
Maksimum İrtifa	3104 m	3079 m	0,8054
Maksimum Hız	260 m/s	258 m/s	0,7692
Maksimum İvme	84.4 m/s ²	83.6 m/s ²	0,9479
Rampa Çıkış Hızı	31.5 m/s	32 m/s	1,5873
CP Lokasyonu (burundan)	1883 mm	1891 mm	0,4248
CG Lokasyonu (burundan)	1633 mm	1644 mm	0,6736
Statik Marjin (0.3 Mach'taki değeri)	2.08	2.06	0,9615

Tasarım Aşaması Simülasyon Çıktıları:

	Name	Configuration	Velocity off rod	Apogee	Velocity at depl...	Optimum delay	Max. velocity	Max. acceleration	Time to apogee	Flight time	Ground hit velocity
✓	Hisar Takımı Simülasyon	[8429-M2020-TeknoFe...	31,5 m/s	3106 m	16,3 m/s	21,2 s	261 m/s	84,5 m/s ²	25,5 s	232 s	8,38 m/s

Üretim Sonrası Simülasyon Çıktıları:

	Name	Configuration	Velocity off rod	Apogee	Velocity at depl...	Optimum delay	Max. velocity	Max. acceleration	Time to apogee	Flight time	Ground hit velocity
✓	Hisar Takımı Simülasyon	[8429-M2020-TeknoFe...	32 m/s	3079 m	16,4 m/s	21,2 s	258 m/s	83,6 m/s ²	25,4 s	230 s	8,43 m/s

Roket Alt Sistemleri

Mekanik Görünümleri ve Detayları

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



Kurtarma sistemi 3 boyutlu tasarım



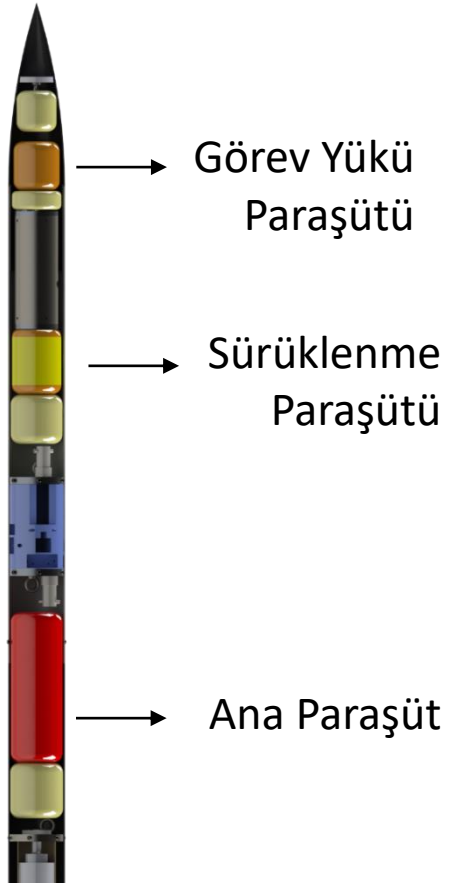
Kurtarma sistemi
entegre
edilmemiş görüntüsü



Kurtarma sistemi entegre
edilmiş görüntüsü

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

CAD Görünümü



Paraşütler Ayrı Görüntü



Entegre Üretim Sonrası Paraşüt Bölümleri

Görev Yüğü Paraşütü

Sürüklenme Paraşütü

Ana Paraşüt



Paraşüt Açma Sistemi Testi

Ayrılma sistemi testlerimiz 2 gram kara barut kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, testlerimiz başarıyla gerçekleştirilmiştir



Testlerimizi yaparken ve piroteknik malzeme kullanırken İSG kurallarına uyulmuştur.



Paraşüt Testleri

Paraşüt Açılma Testleri:

Paraşüt açılma testleri; rokette kullanılmak üzere üretilen nihai paraşütler ve şok kordonlarıyla birlikte belli bir ağırlık kullanılarak gerçekleştirilecektir. Yüksek bir noktadan katlanmış bir şekilde atılan paraşüt gözlemlenecektir. Paraşüt katlama tekniğinin uygunluğu, paraşütün açılma süresi, şok kordonlarının ve paraşütün üstüne gelen yükleri taşıyabilme kabiliyeti, hesaplanan yere iniş hızının doğruluğu ve iplere atılan düğümlerin sağlamlıkları test edilmiştir. Test videosu ilgili platforma yüklenmiş olup sistemdeki belirtilmiş kutucuğa eklenecektir.



Görev Yüğü Mekanik Görünüm



Görev yükü 3 Boyutlu Görünüm (CAD)



Üretilmiş görev yükü

Aviyonik – 1.Sistem Detay

Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Verilerin İşlevi	Kullanılan
İşlemci	STM32 F446VET6			
1. Sensör	BMP 280 Basınç Sensörü	Evet	Basınç sensörü ayrılma sistemlerinin tetiklenmesi için irtifa verilerini ölçmektedir. İrtifa verilerine göre kurtarma sistemi tetiklenecektir.	
2. Sensör	BNO-055 IMU Sensörü	Evet	Gyro, ivme ve manyetik alan verilerini ölçerek 9 eksenli veri elde edilmesini sağlamaktadır. Bu sayede roketin yönü kontrol edilerek kurtarma sistemi tetiklenecektir.	

Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kurtarma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
Haberleşme Modülü	LoRaE22(900T30D)	Hayır	
GPS Modülü	UbloxNEO-7M	Hayır	

Ana bilgisayarda kullanılan temel devre elemanları;

STM32 F446 VET6 Mikrodenetleyicisi: Sensörlerden gelen verileri işleyerek mantıksal kontrolleri sağlamaktadır.

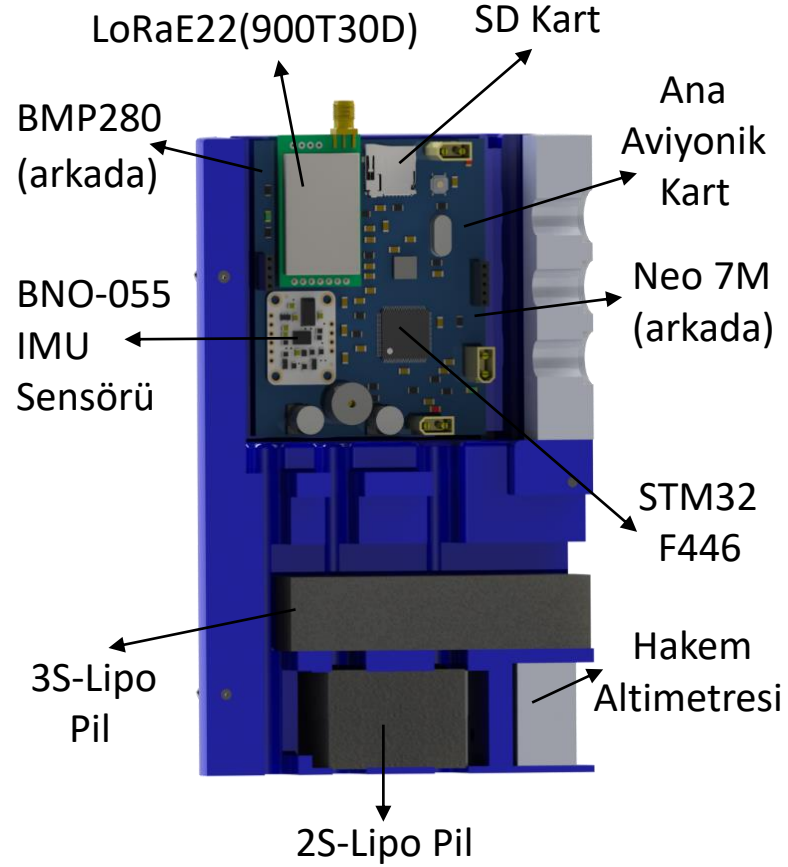
BMP280 Basınç Sensörü: Basınç ve sıcaklık verilerini ölçmektedir.

BNO-055 IMU Sensörü: Gyro, ivme ve manyetik alan verilerini ölçmektedir.

UbloxNEO-7M GNSS-GPS Modülü: Roketin konum verilerini ölçerek, roketin konumunun bulunmasını sağlamaktadır.

LoRaE22(900T30D) Haberleşme Modülü: Yer istasyonu ile roket arasındaki iletişimi sağlamaktadır.

Aviyonik – 1.Sistem Mekanik Görünüm



Aviyonik Sistem Şeması



Üretilmiş Devre Görüntüsü



Üretilmiş Aviyonik Sistem Görüntüsü

Aviyonik – 2.Sistem Detay

Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kurtarma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	STM32 F446VET6		
1. Sensör	BMP-180 Basınç Sensörü	Evet	Basınç sensörü ayrılma sistemlerinin tetiklenmesi için irtifa verilerini ölçmektedir.İrtifa verilerine göre kurtarma sistemi tetiklenecektir.
2. Sensör	MPU-6050	Evet	Gyro ve ivme verilerini ölçerek 6 eksenli veri elde edilmesini sağlamaktadır. Bu sayede roketin yönü kontrol edilerek kurtarma sistemi tetiklenecektir.

Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
Haberleşme Modülü	LoRaE22(900T30D)	Hayır	
GPS Modülü	UbloxNEO-7M	Hayır	

Yedek bilgisayarda kullanılan temel devre elemanları;

STM32 F446 VET6 mikrodenetleyicisi: Sensörlerden gelen verileri işleyerek mantıksal kontrolleri sağlamaktadır.

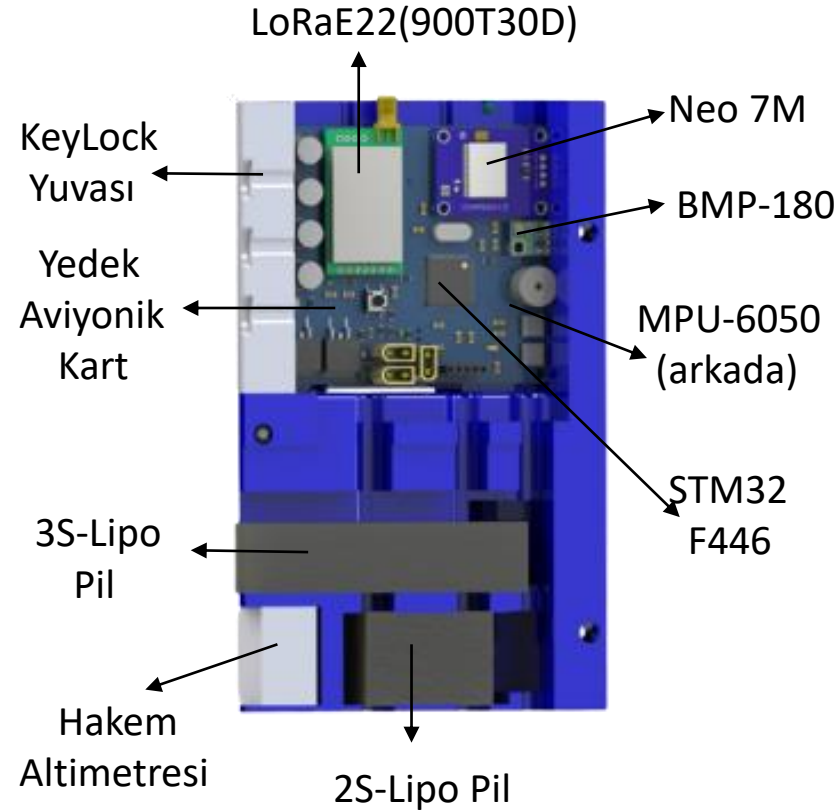
BMP180 Basınç Sensörü: Basınç ve sıcaklık verilerini ölçmektedir.

MPU-6050 IMU Sensörü: Gyro ve ivme verilerini ölçmektedir.

UbloxNEO-7M GNSS-GPS Modülü: Roketin konum verilerini ölçerek, roketin konumunun bulunmasını sağlamaktadır.

LoRaE22(900T30D) Haberleşme Modülü: Yer istasyonu ile roket arasındaki iletişimi sağlamaktadır.

Aviyonik – 2.Sistem Mekanik Görünüm



Aviyonik Sistem Şeması



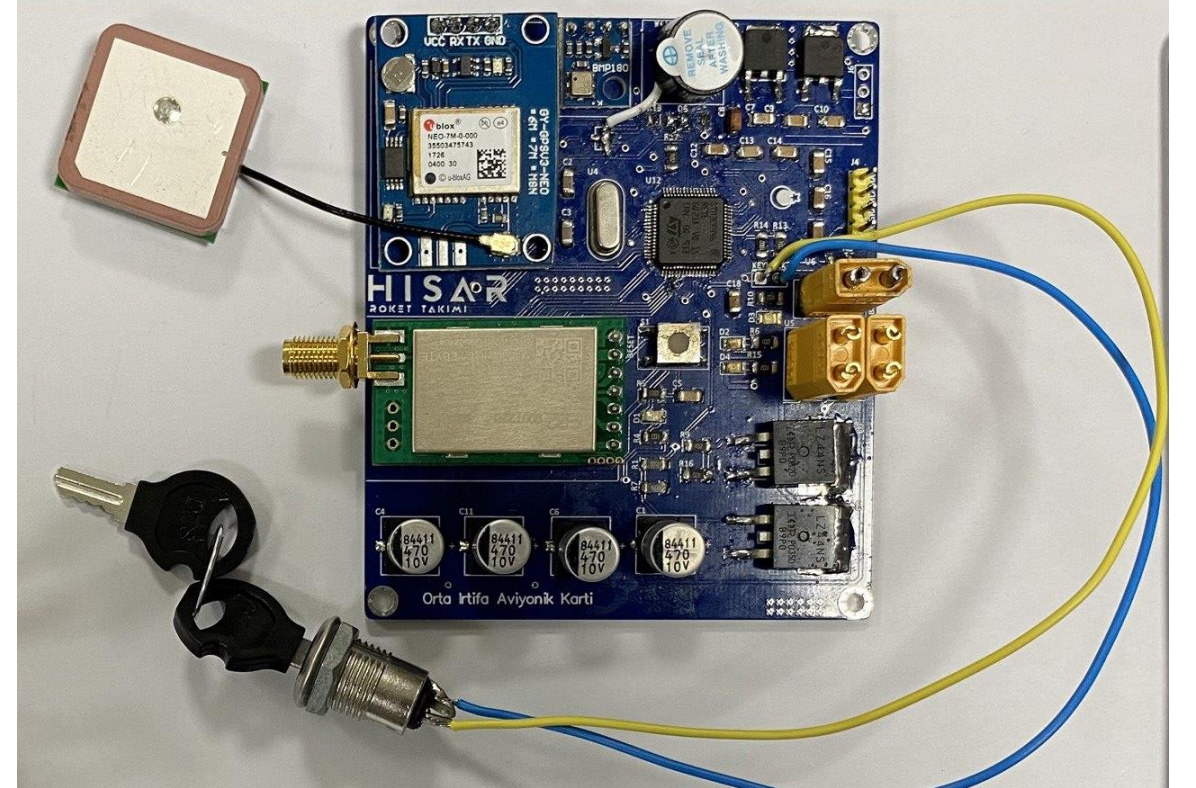
Üretilmiş Devre Görüntüsü



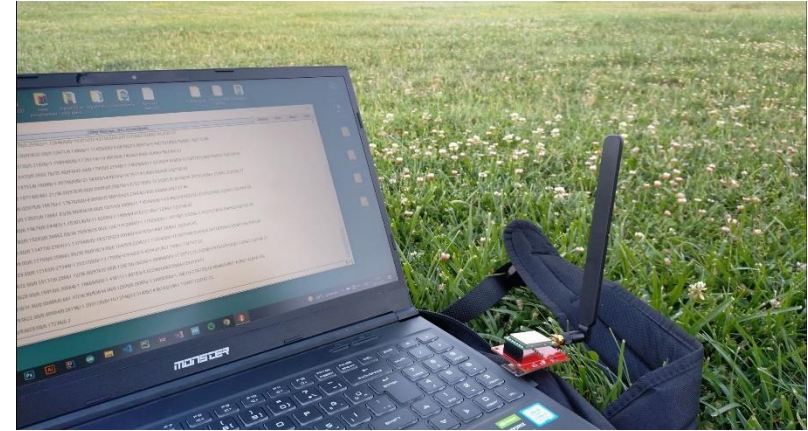
Üretilmiş Aviyonik Sistem Görüntüsü

Kart Fonksiyonellik Testleri:

1. Aviyonik bilgisayarlar için seçilen pillerin dayanım süresi gözlemlenmiştir. Kart yarışma anındaki haliyle yani tüm sensörleri (ivme sensörü, basınç sensörü ve gps) aktif ölçüm yaparken aynı zamanda LoRa ile yer istasyonuna veri gönderilmiştir.
2. Üretilen aviyonik bilgisayarların komponentleriyle birlikte yüksek basınçlarda vereceği tepki gözlemlenmiştir. Basınç kabının içerisinde 3000 metre irtifaya çıkması planlanıp; veri kayıplarının yaşanıp yaşanmadığına ya da verilerde bir sapma olup olmamasına bakılmıştır. 3000 metreye ulaşılan testte hiçbir sorun yaşanmamıştır.
3. Yarışmada kullanılacak kartın sıcaklık testleri yapılmış olup ilk 1 saat içinde çalıştırılmış olup sıcaklık değeri 25.3°C olup 6 saatin sonunda 24.4°C olarak ölçülmüştür. Yarışma anındaki roketi uygundur.



İletişim Testi: Haberleşme testi Denizli Teleferik ile Pamukkale Üniversitesi arasında gerçekleştirilmiştir. Bu iki yer arası mesafe yaklaşık olarak 4 kilometredir. Bu mesafe roketin irtifasından fazla olduğundan dolayı uçuş esnasında da veri gelmeme riskini en aza indirmiş bulunduk. Uçuş bilgisayarında kullandığımız LoRa E22-900T30D RF haberleşme modülü ile haberleşmeyi sağladık. Denizli Teleferikte aktifleştirdiğimiz uçuş bilgisayarı GPS, BMP ve IMU verilerini başarılı bir şekilde Pamukkale Üniversitesindeki yer istasyonumuza iletmiştir.



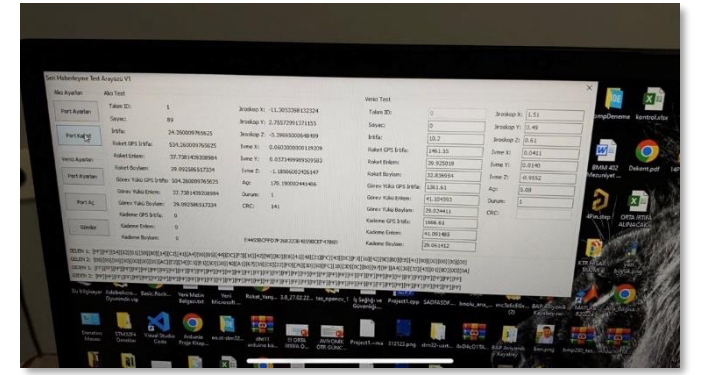
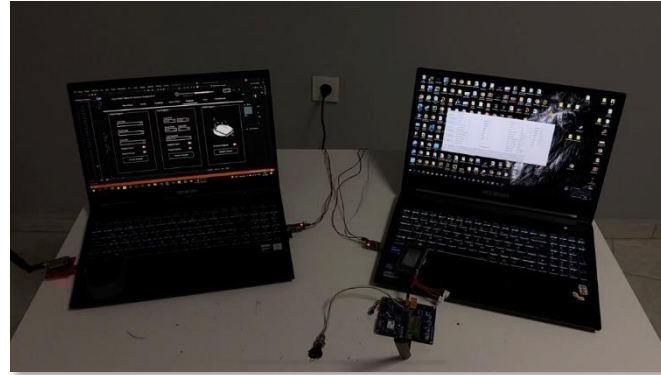
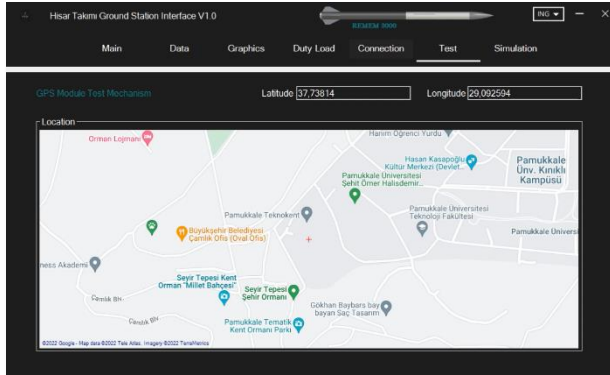
Algoritma Testleri: Algoritma testi ile roketin içinde kullanılacak olan bilgisayar test edilmiştir. Hava pompası yardımıyla basınç kabının içerisindeki hava çekilip basıncın azalması sağlanmıştır. Test sırasında basınç sensöründen yükseklik, hız ve sıcaklık verisi alınmıştır. Basınç azaldıkça irtifa artmış olup tepe noktasında birinci ayrılma gerçekleşmiştir. İkinci ayrılma ise 400-600 metre arasındaki bir değerde gerçekleşmiştir. Sistem sağlıklı bir şekilde çalışmış olup test sonucunda algoritmanın roketin uçuşunda da sağlıklı veri göndermesi öngörülmüştür.



Hakem Yer İstasyonu Testi

Hakem yer istasyonu testi:

Hakem yer istasyonu testinde kendi geliştirdiğimiz özgün yer istasyonu arayüzü kullanılmıştır. Üretimi tamamlanan roket bilgisayarından LoRa aracılığıyla veri aktarımı UART arabirimi ile 900 MHz veri bandı üzerinde yapılmıştır. Roket bilgisayarından alınan veriler yer istasyonu arayüzünde görselleştirilmiştir. Aynı zamanda elde edilen veriler 'ek-8 Hakem Yer İstasyonu Test Arayüzü' ile test edilerek istenilen tüm veriler hakem yer istasyonuna başarılı bir şekilde gönderilmiştir. Rapor şablonunda istenildiği gibi 2 adet USB-TTL aracılığıyla iki bilgisayar birbiri ile seri haberleşme gerçekleştirmiş ve veri aktarımı tam olarak sağlanmıştır. Veriler 19200 baud rate kanalı üzerinden 8 bit uzunluğunda gönderilmiştir. İstenilen chekSum değeri doğru hesaplanarak yer istasyonuna verilerin gönderilmesi sağlanmıştır. Her veri paketi gönderimi sonrasında sayaç değeri arttırılmış sistemin işleyişinin devam ettiği gösterilmiştir.



Burun Konisi Mekanik Görünüm

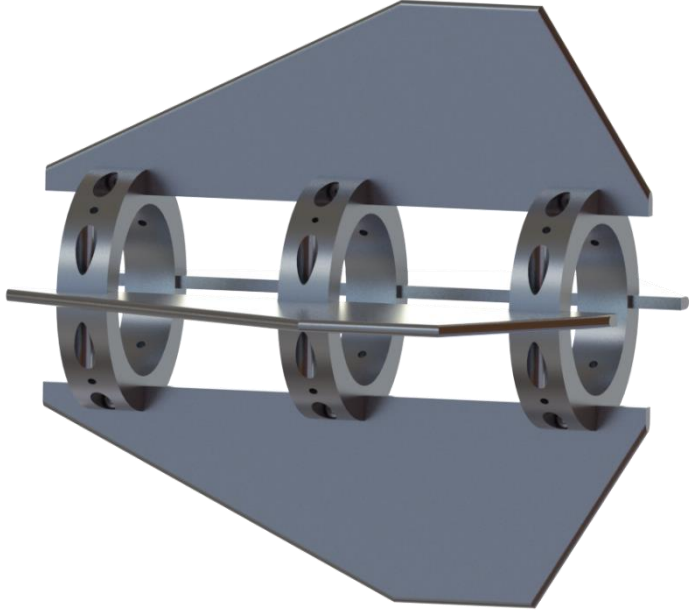


Burun Konisi 3 Boyutlu Görünüm (CAD)



Üretilmiş Burun Konisi Görüntüsü

Kanatçık Mekanik Görünüm

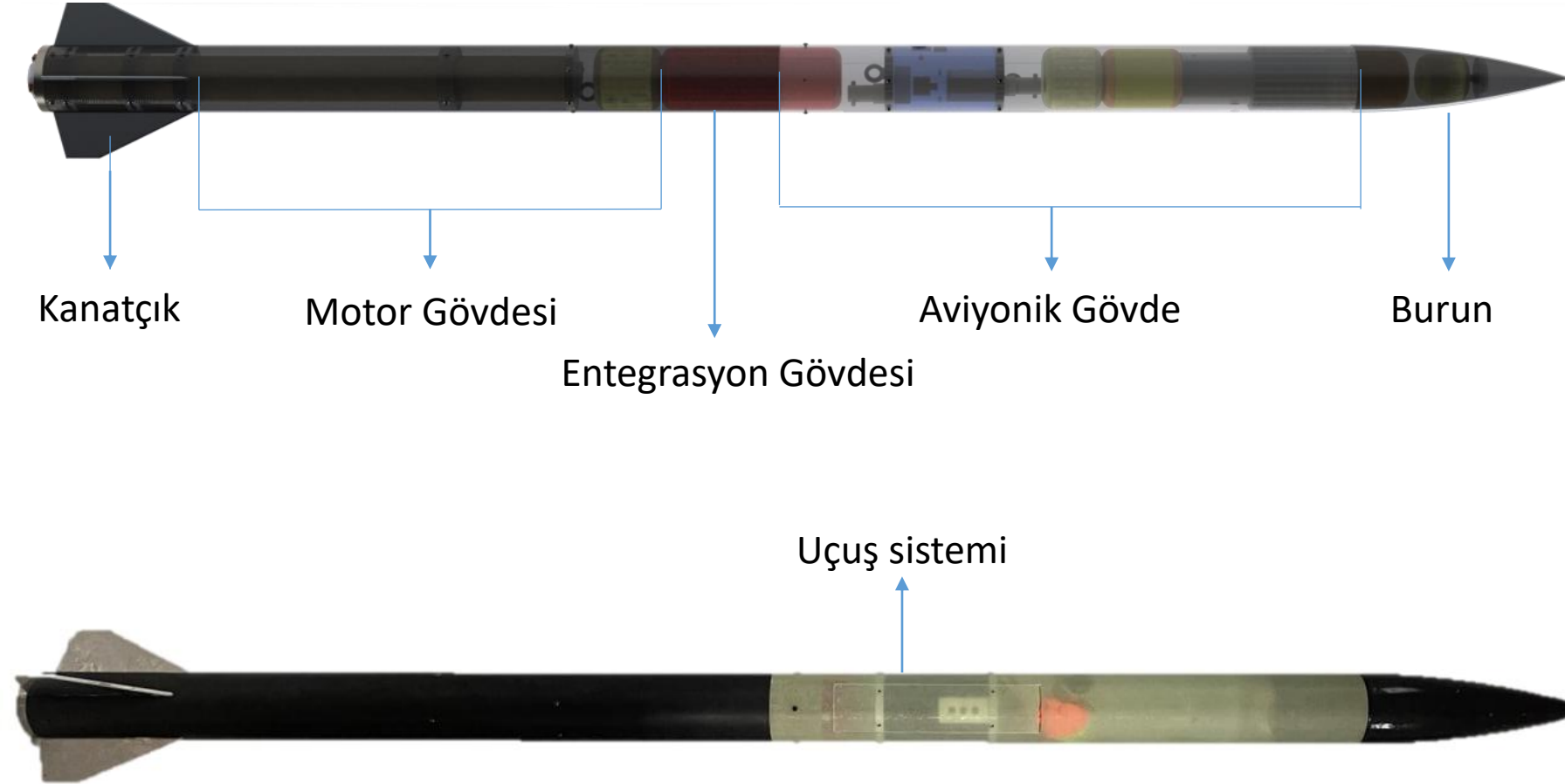


Kanatçık Sistemi CAD Görünümü

Kanatçıklar, kanatçık gövdelerine M5x16 imbus civata ve M5 somun ile montajlanmaktadır.



Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm



Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Aviyonik Gövde



Aviyonik gövde bulkheadlere m5x16 cıvatalar ile bağlanarak iç yapısalara sabitlenecektir. Entegrasyon gövdesinde bulunan m5x8 cıvatalar kör somunla sabitlenecektir.

Burun



Karbonfiberden yapılan burun ogive cam elyaftan yapılmış olan aviyonik gövdeye sıkı geçirme metoduyla sabitlenecektir.

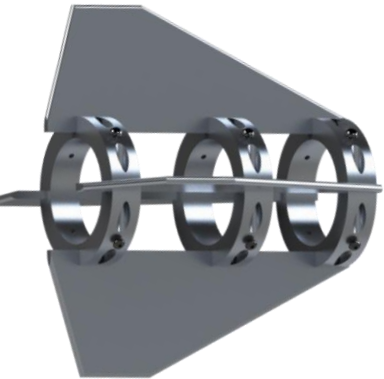
Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Motor Gövde



Motor gövde yapısalara m5x16 cıvata ile bağlanacak olup entegrasyon gövdesine sıkı geçme ile yerleştirilecektir. 3 adet kanatçık halkası ile 4 adet kanatçığı bünyesinde barındıracaktır.

Kanatçıklar



Motor gövdesine bağlanacak olan kanatçıklar sabit durduğu kanatçık gövdesi ile cıvatalar yardımıyla sıkıştırılacaktır.



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

Entegrasyon Gövdesi



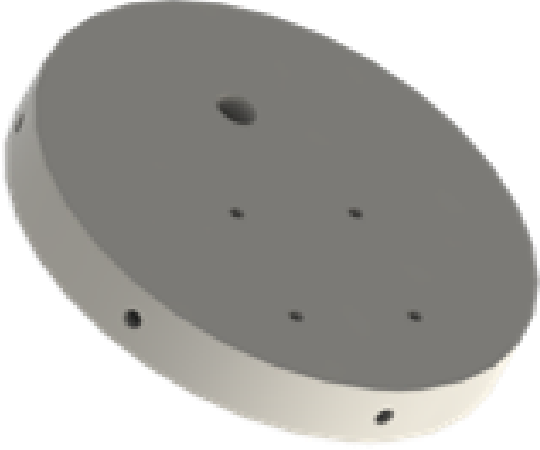
Entegrasyon gövdesi m5x8 cıvata ile kör somun yardımıyla aviyonik gövdeye bağlanacaktır.

Ayrılma sağlanması istenen bölgelerin işlevselliğini yerine getirmesi için motor gövdeye sıkı geçirme yöntemi uygun görülmüştür.



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

Aviyonik Bulkhead



Aviyonik bulkhead aviyonik sistemin alt ve üst kısmını kapatacak şekilde konumlandırılacaktır.

Barut haznesi ile birlikte ayrılma işlemini gerçekleştirmede rol oynayacak olan aviyonik bulkhead m5x16 bombe baş cıvatalar ile gövdeye sabitlenecektir.



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

Burun Bulkhead

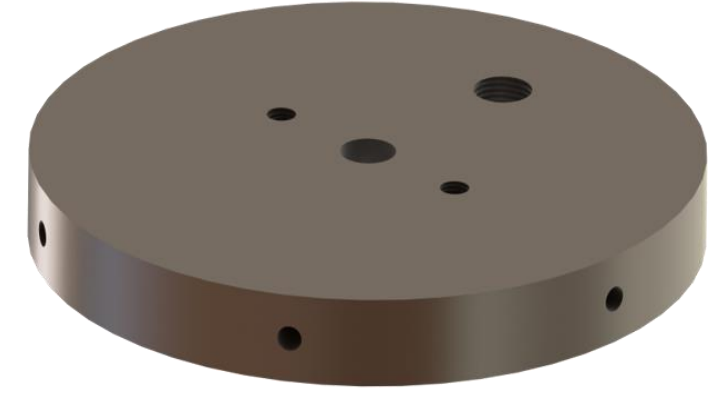


Burun bulkhead kompozit-metal yapıştırıcısıyla buruna bağlanacaktır. Bulkhead üzerinde bulunan mapa aviyonik gövde ile aradaki bağı koruyacaktır. Bu bağ şok kordonu ile birlikte gerçekleştirilecektir.



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

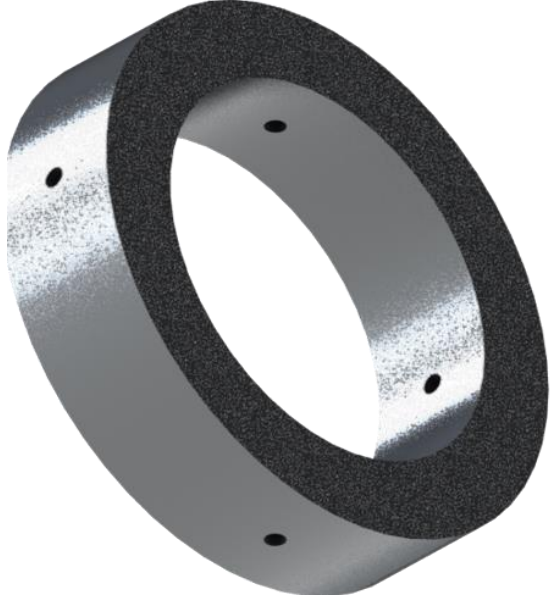
Motor Bulkhead



Motor Bulkhead motor gövde de bulunmakta olup m5x16 bombe baş civatalar ile birlikte motor kundağının baş kısmında whitwhord civata ile bağlanacaktır. M10 mapa ile birlikte paraşüte bağı bulunmaktadır.

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

Merkezleme Halkası

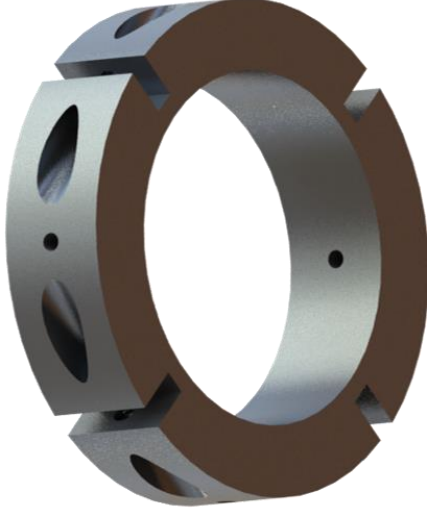


Merkezleme halkası motor kundağı ortalamak için motor gövdenin orta kısmına m5x16 cıvatalar ile birlikte sabitlenmektedir.



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

Kanatçık Gövdesi

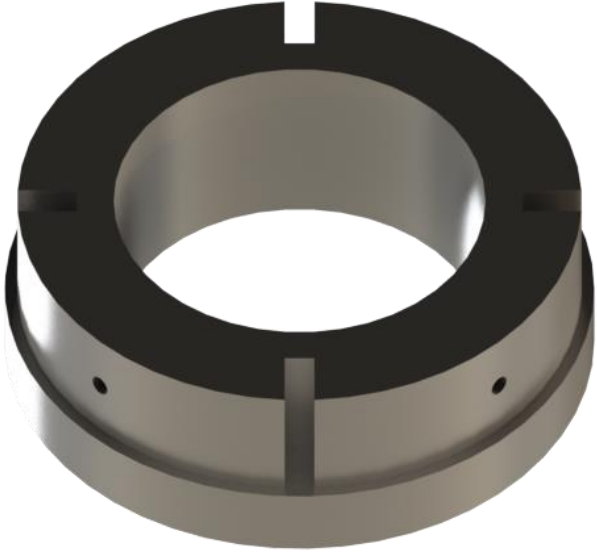


Kanatçık gövdesi üzerindeki delikler sayesinde roket kanatçıklarını sabitlemektedir. Sabitleme işlemi cıvatalar ile birlikte olup aynı zamanda motor gövdenin uç kısmında 3 adet sıralı şekilde bulunmaktadır. M5x16 bombe baş cıvatalar ile birlikte roketin motor gövdesine yerleştirilmiştir.



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

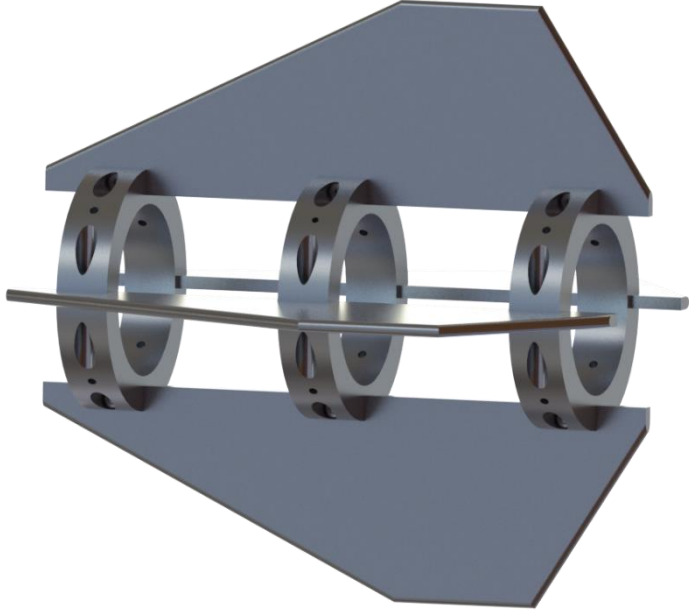
Endring



Endring roketin en alt kısmında bulunmaktadır. M5x16 cıvatalar ile birlikte sabitlenmektedir. Dışarısında bulunan kaplow klipler ise motoru endringe sabitlemeye yardımcı rol oynamaktadır.



Kanatçık Mekanik Görünüm



Kanatçık Sistemi CAD Görünümü

Kanatçıklar, kanatçık gövdelerine M5x16 imbus civata ve M5 somun ile montajlanmaktadır.



Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



Motor Bölümü CAD Görünümü



1- Motor bulkhead'e, 3/8 – 16 UNC 1 ¾ cıvata sabitlenir.



2- Motor bulkhead, M5x16 bombebaş cıvata ile gövdeye sabitlenir.



3- Merkezleme halkası, M5x16 bombebaş cıvata ile gövdeye sabitlenir.

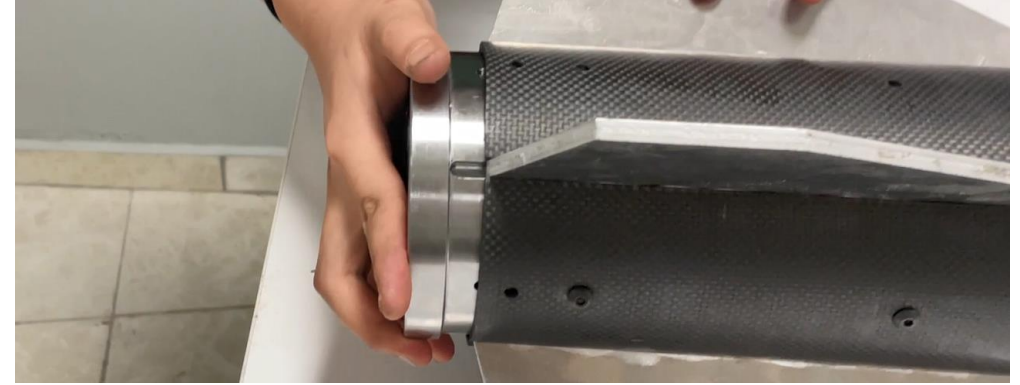


4- Kanatçık montajı, M5x16 bombebaş cıvata ile gövdeye sabitlenir.

Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



5- Kundak borusu kanatçık gövdeleri ve merkezleme halkası içinden geçirilerek sabitlenir.



6- Endring, M5x16 bombebaş civata ile gövdeye montajlanır.



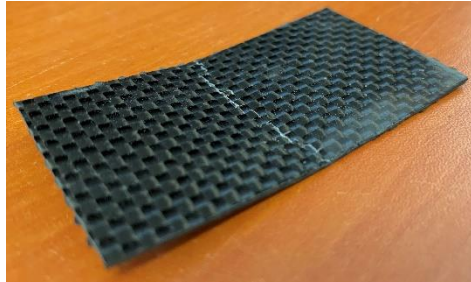
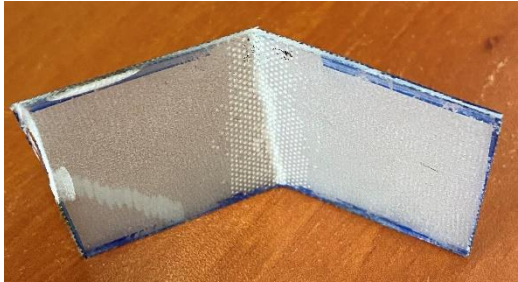
7- Motor, motor bulkhea'de bulunan whitworth civataya döndürülerek takılır.



8- Motor tutucular, endring'e M5x12 bombebaş civata ile sabitlenir.

Gövdelerde ve burunda kullanılan karbonfiber ve cam elyaf numuneler 30.06.2022 tarihinde hazırlanmış olup çekme ve üç nokta eğme testleri 01.07.2022 tarihinde Pamukkale Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Malzeme Muayene Laboratuvarında yapılmıştır.

Çekme Testi: Numuneler uygun boyutlarda hazırlanarak Hardway 10 tonluk çekme cihazı ile gerilme-şekil değiştirme eğrisi elde edildi.



Üç Nokta Eğme Testi: Numuneler uygun boyutlarda hazırlanarak Hardway 10 tonluk çekme cihazının eğme kısmı kullanılarak orta noktasından uygulanan kuvvet ile gerilme-şekil değiştirme eğrisi elde edildi.



Roket Genel Montajı ve Atışa Hazırlık



Roket Genel Montajı



Atışa Hazırlık



Motor Montajı



Altimetre Montajı

Yarışma Alanı Planlaması

Hazar Takımı İş Plan Tablosu		
Ekip Üyeleri	Montaj Günü	Atış Günü
• Volkan ONAR	• Akademik danışman	• Akademik danışman
• Eren TAŞDEMİR	• Ayırma sistemlerinin entegrasyonu.	• Roketin atış sonrası kurtarılması.
• Melisa MERAL	• Roketin entegrasyonu ve motor montajı.	• Roketin rampaya yüklenmesi ve son kontrolleri.
• Onur DUMAN	• Takım koordinasyonu ve alan kontrolü.	• Takım koordinasyonu ve alan kontrolü. • Roketin atış sonrası kurtarılması.
• Cansu ŞENTÜRK	• Aerodinamik ve kurtarma sistemleri kontrolü.	• Yer istasyonu ve kurtarma.
• Furkan KAYABEY	• Aviyonik sistem ve yer istasyonu kontrolü.	• Roketin rampada aktifleştirilmesi.
• Melisa ÖZMEN	• Aviyonik sistem ve yer istasyonu kontrolü.	• Roket aviyoniğinin son kontrolleri.

Yarışma Alanı Planlaması

Acil Durum Eylem Planı

	Acil Durum	Eylem Planı
Montaj Günü Gerçekleşebilecek Acil Durumlar ve Eylem Planı	▪ Kanatçıkların eğilmesi	▪ Yedek kanatçık seti bulundurmak.
	▪ Header üzerindeki sensörlerin ve modüllerin headerların kırılması	▪ Tekrar ilgili kısımlara lehim yapılması.
	▪ Yapısalların cıvata yuvalarında diş sıyırması.	▪ Yeniden cıvata yuvalarını açabilecek ekipman bulundurmak
	▪ Cıvataların kaybolması veya hasar görmesi	▪ Yedek cıvata bulundurmak.
Atış Günü Gerçekleşebilecek Acil Durumlar ve Eylem Planı	▪ Kanatçıkların eğilmesi	▪ Yedek kanatçık seti bulundurmak.
	▪ Header üzerindeki sensörlerin ve modüllerin headerların kırılması	▪ Tekrar ilgili kısımlara lehim yapılması.
	▪ Cıvataların kaybolması veya hasar görmesi	▪ Yedek cıvata bulundurmak.

Risk Tablosu	
Risk Detayı	Riskin Çözümü
Tepe noktasında güç kaybı yaşanmasından kaynaklı olarak aviyonik bilgisayarlarının işlevlerini yerine getirememesi	Kart tasarımının bu duruma uygun yapılması ve sinyal iletiminin sağlam olması için aviyonik gövde cam elyaftan üretilmiştir.
Paraşüt iplerinin kopması	Kullanılan paraşüt iplerinin mukavemet testleri yapılmıştır.
Mapanın gerekli dayanıma dayanamayıp kopması	Dayanım testlerinin yapılması ve sonuca göre mapa tercih edilmesi.
Kanatçıkların düşme veya darbe sonucunda yamulması	Yedek kanatçık yapmak.
Motorun, whitworth civataya sabitlenememesi.	Motor montajına