TEKNOFEST 2022
ROKET YARIŞMASI
Lise Kategorisi
Kritik Tasarım Raporu (KTR)
Sunuşu
ATAROKET

Takım Yapısı

Takımımız 9 kişi olmuştur

Görsel 1: Takım Yapısı

Takım Üyesi	Kurum Bilgisi	Öğrenim Bilgisi	Bölüm	Takım İçindeki Rolü
Ayşegül YILMAZ	Ankara Atatürk Lisesi	Lisans	-	Takım Danışmanı
Oğuzhan ŞİNİK	Ankara Atatürk Lisesi	9.	-	Takım Kaptanı
Emir SARUHAN	Ankara Atatürk Lisesi	9.	-	Aviyonik Sistemleri
Osman Can GÜKAN	Ankara Atatürk Lisesi	10.	-	Kurtarma Sistemleri
Mustafa Berk KESMEKAYA	Ankara Atatürk Lisesi	10.	-	Kurtarma Sistemleri
Ahmet YURT	Ankara Atatürk Lisesi	11.	MF	Mekanik-Üretim
Nurefşan KILIÇ	Ankara Atatürk Lisesi	9.	-	Mekanik-Üretim
Kağan Sıtkı KUYTAN	Ankara Atatürk Lisesi	9.	-	Mekanik Üretim
Güven GÜRÜNLÜ	Ankara Atatürk Lisesi	9.	-	Tasarım
Fatih Hasan ÖNSESVEREN	Ankara Atatürk Lisesi	10.	-	Tasarım

Tablo 1:Takım Üyeleri Bilgileri

Yarışma Roketi Genel Bilgiler

Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler

	Ölçü
Boy (mm):	1920
Çap (mm):	100
Roketin Kuru Ağırlığı (g):	10773
Yakıt Kütlesi (g):	1674
Motorun Kuru Ağırlığı (g):	1774
Faydalı Yük Ağırlığı (g):	4700
Toplam Kalkış Ağırlığı (g):	17514

Tablo 2: Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler

Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri

	Ölçü
Kalkış İtki/Ağırlık Oranı:	5.96
Rampa Çıkış Hızı (m/s):	26
Stabilite (0.3 Mach için):	1.75
En büyük ivme (g):	6.2
En Yüksek Hız (m/s):	182
En Yüksek Mach Sayısı:	0.54
Tepe Noktası İrtifası (m):	1685

Tablo 3: Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri

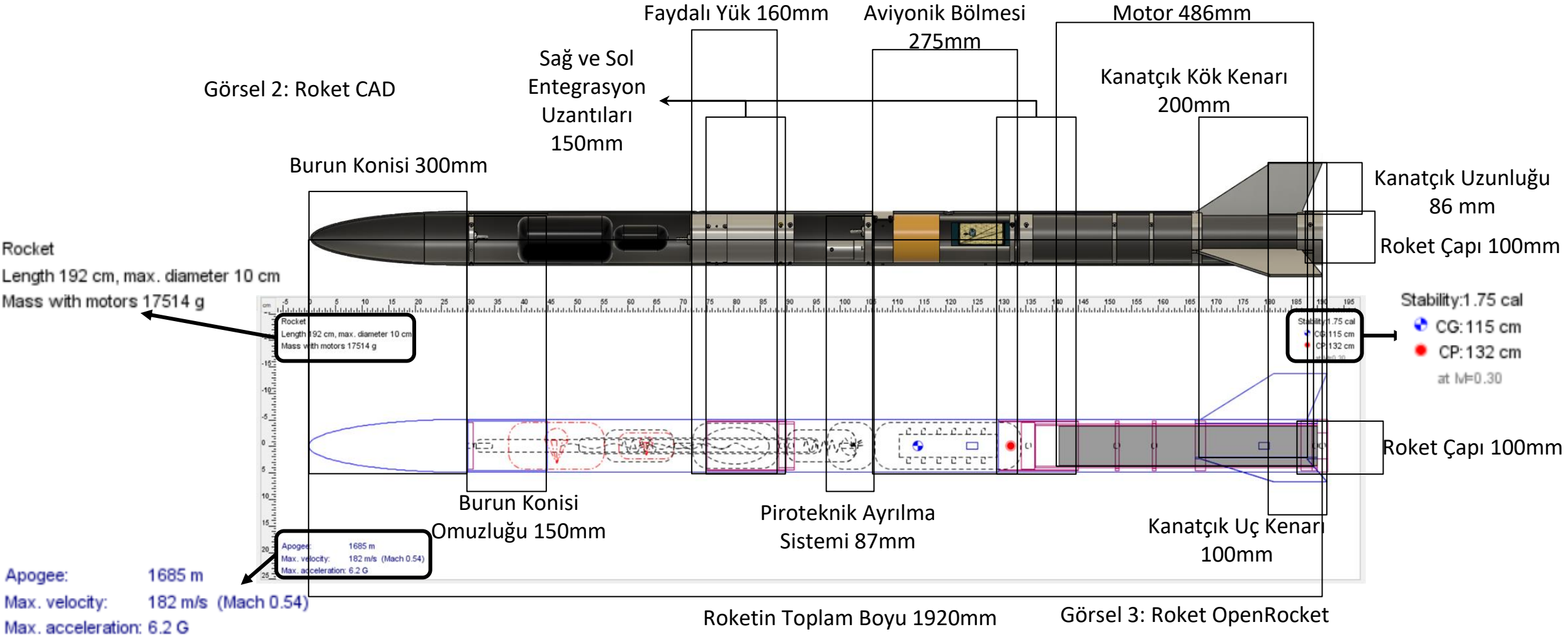
Motor

Cesaroni 3727L1050-P

Tablo 4: Motor

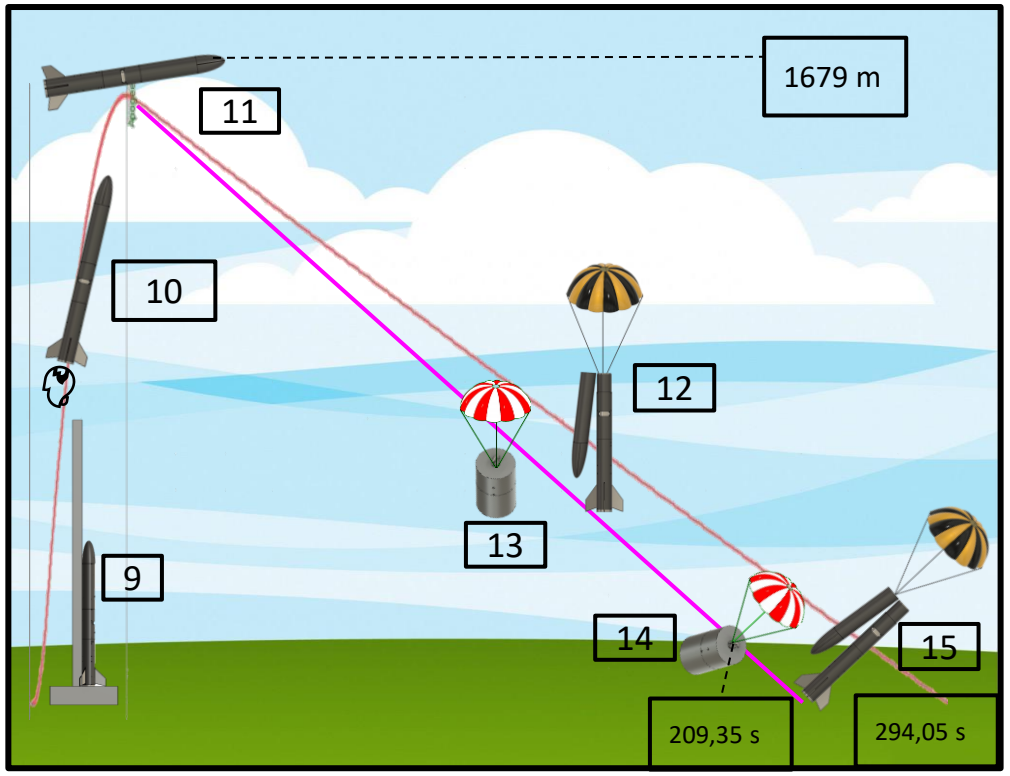
Genel Tasarım

Görsel 2: Roket CAD



Görsel 3: Roket OpenRocket

Operasyon Konsepti (CONOPS)



Faydalı Yük İniş

Roket İniş

Görsel 4:CONOPS

Roket Tepe noktasına vardığında piroteknik sistemimizdeki barutun patlamasıyla entegrasyon gövdesi ayrılacak ve faydalı yük atmosfere çıkacak.

Uçuş Öncesi	
1	Altimetrenin takılması
2	Roketin rampaya götürülmesi ve takılması
3	1.Aviyonik Sistemin switch ile aktif edilmesi
4	2.Aviyonik Sistemin switch ile aktif edilmesi
5	Özgün Aviyonik Sistemin switch ile aktif edilmesi
6	Görev yükü GPS'inin aktif edilmesi
7	Gps sinyallerinin yer istasyonundan onaylanması
8	Atış onayının verilmesi

Tablo 5: Uçuş Öncesi CONOPS

Uçuş sırasında	Zaman	İrtifa	Hız
Fırlatma	0	0	0
Rampa Tepesi(9)	0,52 s	6 m	26 m/s
Burn Out(10)	3,74 s	381,5 m	179,51 m/s
Tepe Noktası(11)	19,6 s	1685 m	6,43 m/s
Ana Paraşüt Açılması(12)	19,6 s	1685 m	6,43 m/s
Faydalı yük Paraşüt Açılması(13)	19,6 s	1685 m	6,43 m/s
Faydalı yük Paraşüt Sonrası(14)	209,35 s	–	8,02 m/s
Ana Paraşüt Sonrası(15)	294,05 s	–	5,71 m/s

Tablo 6: Uçuş SırasındaCONOPS

Uçuş Sonrası	
16	Roketin GPS konumunun belirlenmesi
17	Görev yükünün GPS konumunun belirlenmesi
18	Roketin kurtarılması
19	Görev yükünün kurtarılması
20	Kurtarılan roket ve görev yükünün hakemlere teslim edilmesi
21	Uçuş verilerinin hakemlere teslim edilmesi

Tablo 7: Uçuş Sonrası CONOPS

ÖTR - KTR Değişimler - 1

Değişim Konusu	ÖTR'de hangi sayfada	ÖTR'de içerik neydi?	KTR'de içerik ne oldu?	KTR'de hangi sayfada?
Takım Yapısı	2	Takım 8 kişiden oluşuyordu.	Takım 9 kişi oldu.	2
Kanatçık Malzemesi	11	Kompozit madde kullanılması planlanıyordu.	Alüminyum 7075 serisi kullanıldı.	14
Kanatçık Mekanik Görünüm	10	Kanatçık sistemi farklıydı.	Daha modüler bir yapı için kanatçık tasarımı değiştirildi.	13
Görev Yükü Konum Belirleme Sistemi	26	Sistemimizin kontrolcüsü Arduino Nano idi.	Sistemimizin kontrolcüsü Atmel ATMEGA328P-PU oldu.	46
Aviyonik Sistem	18	Aviyonik Sistem yatay bir tabla üzerine monte edilmişti.	Aviyonik sistem için özgün bir tabla geliştirildi.	50
Görev Yükü Ayrılması	25	Görev yükü ve görev yükü paraşütü, burun konisinin açıldığı noktadan atmosfere çıkacaktı.	Entegrasyon gövdesinin açıldığı noktadan atmosfere çıkacaktır.	46
Paraşüt Çapları	22	Açılmış halde ana paraşütün çapı:210 cm Açılmış halde görev yükü paraşütünün çapı: 140 cm	Açılmış halde ana paraşütün çapı:140 cm Açılmış halde görev yükü paraşütünün çapı: 75 cm	45

ÖTR - KTR Değişimler - 1

Değişim Konusu	ÖTR'de hangi sayfada	ÖTR'de içerik neydi?	KTR'de içerik ne oldu?	KTR'de hangi sayfada?
Paraşüt Renk Değişimi	24	Ana paraşüt rengi: kırmızı-siyah Görev yükü paraşütü rengi: kırmızı	Ana paraşüt rengi: antrasit siyah- fosforlu sarı Görev yükü paraşütü rengi: beyaz-kırmızı	45
Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları Mekanik Görünüm	12	Gövdelerimiz daha kısa uzunluk değerlerine sahipti.	Gövdelerimizin uzunlukları üretim sonuçlarına göre revize edildi.	15
Kurtarma Sisteminin Roket İçerisinde Kaplayacağı Hacim	18	Hacim: 3,0375 cm^3	Hacim: 1013,62622 cm^3	40
Sıcak Gaz Üreteci Gereksinimleri	20	Basınçlandırılacak hacim çapı: 100 mm Basınçlandırılacak hacim:0,0051375 m^3 Ulaşılmak istenen basınç: 3,114 bar	Basınçlandırılacak hacim çapı: 90 mm Basınçlandırılacak hacim: 0,00042525 m^3 Ulaşılmak istenen basınç: 0,217 bar	41
Roketin Düşüş Hızı Görev Yükünün Düşüş Hızı	21	Roketin Düşüş Hızı: 7,2 m/s Görev Yükünün Düşüş Hızı: 7,67 m/s	Roketin Düşüş Hızı: 5,71 m/s Görev Yükünün Düşüş Hızı: 8,02 m/s	42
Görev Yükünün Kütlesi	25	Görev Yükünün Kütlesi: 4004gr	Görev Yükünün Kütlesi: 4700 gr	46
Kurtarma Sistemi	17	Özgün sistemimize göre 2 barut haznemiz bulunuyordu	Hakemlerin bize vereceği barut kapsülüne bağlı olarak 1 barut haznemiz bulunmaktadır	37

ÖTR - KTR Değişimler - 2

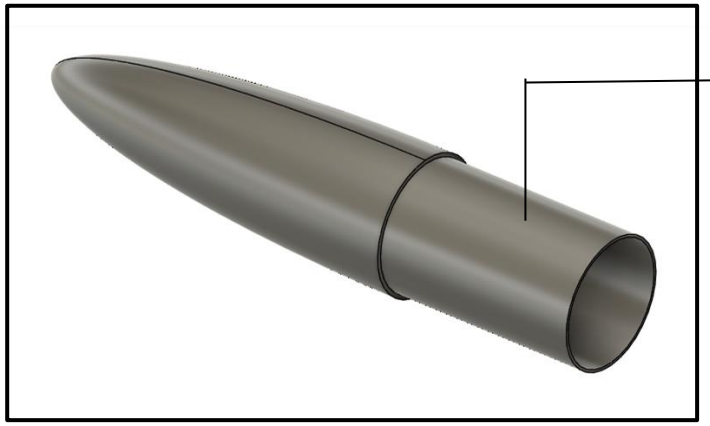
Değişim Konusu	Yeni İçerik Konusu?	KTR'deki İçerik detayı?	KTR'de hangi sayfada?
2. Aviyonik Sistem	2. Aviyonik eklenmiştir.	2. Aviyonik sistem tasarımı detaylandırılmıştır.	55
Faydalı Yük Konum Belirleme Sistemi	Özgün PCB sistem eklenmiştir.	Özgün Faydalı Yük Konum Belirleme Sistemi Tasarımı paylaşılmıştır.	47

Kütle Bütçesi

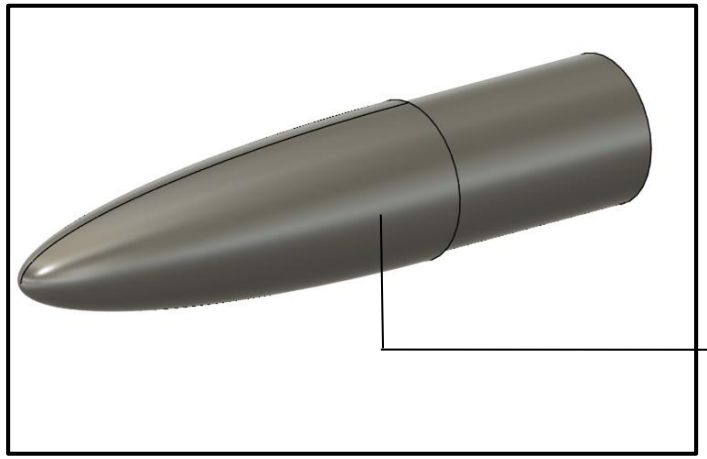
‘’ATA Roket Takımı Kütle Bütçesi’’ excel formatında ekte sunulmuştur

Roket Alt Sistem Detayları

Burun Konisi Mekanik Görünüm



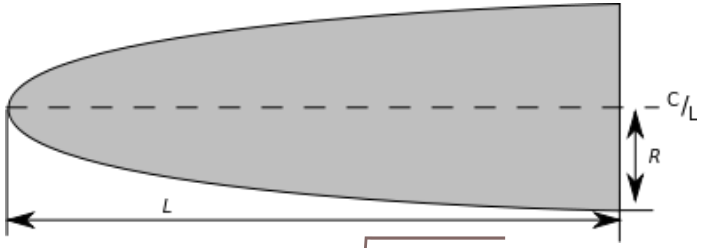
Burun konisi omuzluğu



Burun konisi

Görseller 5 ve 6:Burun konisi CAD görünümleri

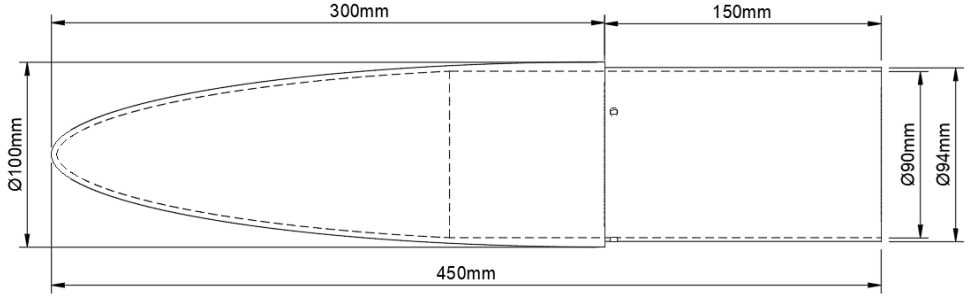
Burun konimiz elipsoid şekle sahiptir



$$y = R\sqrt{1 - \frac{x^2}{L^2}}$$

Görsel 7:Burun Konisi Şekli Förmülü

Burun Konisi iç kalınlığı 2mm'dir. Burun Konisi Omuzluğu iç kalınlığı 2mm'dir.



Görsel 8:Burun Konisi Teknik Resim

Burun Konisi – Detay

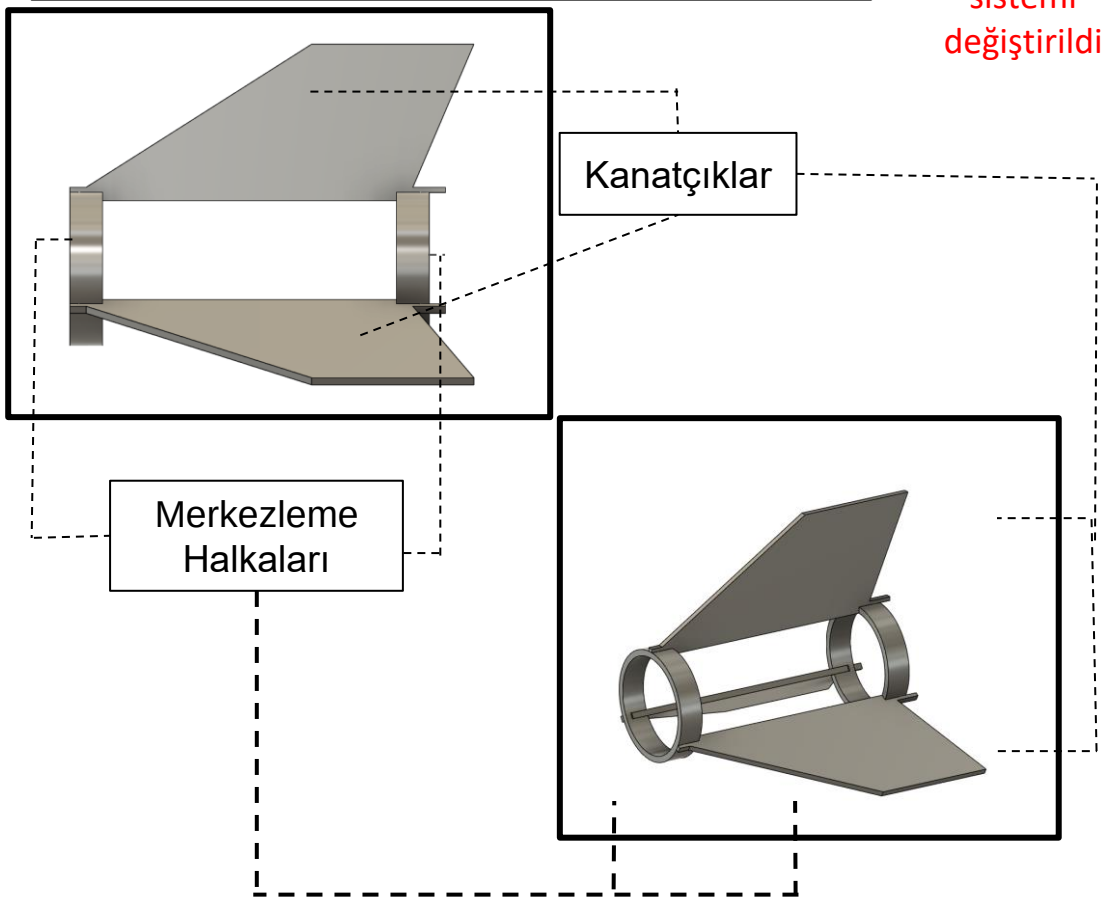
Burun Konisi Malzeme Detayları			
Özellik		Kapsam	Nedeni
Malzeme Bilgileri	:	Elyaf Katkılı Polimer Kompozit malzeme kullanılacaktır.	Kompozit daha hafif, yoğunluğu düşük ve mukavemeti yüksek bir malzemedir.
Üretim Yöntemleri	:	**Elle Yatırma** yöntemi ile üretilecektir. Dokuma elyaflarla hazırlanmış takviye kumaşları hazırlanmış olan kalıp üzerine elle yatırılarak üzerine sıvı reçine elyaf katmanlarına emdirilir. Jelkot sertleştikten sonra elyaf katları yatırılır. Reçine ise kompozit malzemenin hazır olması için en son sürülür.	Üretim için gerekli şartları elle yatırma yönteminde sağlayabildik, makine ile sarma yönteminin burun konisi için kullanılamayacağından elle yatırma yöntemini kullandık.

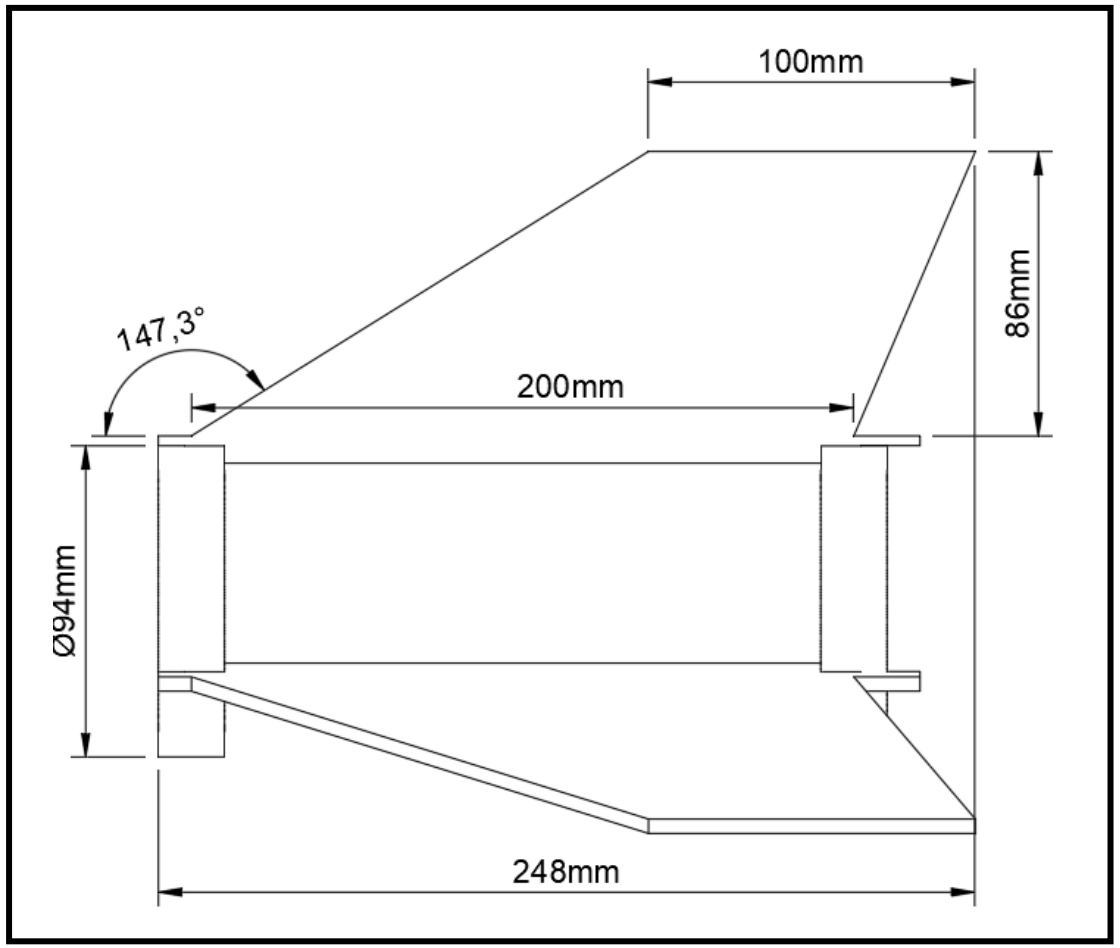
CFRP (Elyaf Katkılı Polimer) Kompozit Serisi Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri		
Yoğunluk: 1.8g/cm3	Gerilme Direnci: 7 GPa	Esneklik Modülü: 200-450 GPa

Kanatçık Mekanik Görünüm

Görsel 9:Kanatçık Sistemi CAD Görünümleri

Kanatçık sistemi değiştirildi





Görsel 10: Kanatçık Sistemi Teknik Resim

Kanatçık – Detay

Kanatçık Malzeme Detayları			
Özellik		Kapsam	Nedeni
Malzeme Bilgileri	:	Alüminyum 7075 kullanılacaktır.	Alüminyum 7075 serisi, işlenebilirliği iyi, aynı zamanda mukavemeti güçlü bir malzemedir.
Üretim Yöntemleri	:	CNC makinesi kullanılarak üretim yapılacaktır. Makine, programlama sayesinde ayarlanıp gerekli kesim işlemlerini gerçekleştirir. Kodlamalar yardımıyla işlemleri kolayca gerçekleştirebilen CNC makineleri sayesinde verimlilik artışı sağlanır.	CNC daha başarılı sonuç vermesi sebebiyle, tercih edilmiştir.

Alüminyum 7075 Serisi Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri				
Yoğunluk: 2.81 g/cm³	Erime Sıcaklığı: 466 °C	Isıl Genleşme K: 23 x 10^-6 /K	Elektriksel İletkenlik: %33 IACS	Isıl Kapasite: 130 W/m.K
Akma Dayanımı: 480 MPa	Çekme Dayanımı: 560 MPa	Kesme Dayanımı: 330 MPa	Uzama: %8	Elastisite: 71.7 GPa

Kompozit yerine Alüminyum 7075 serisi kullanılmıştır

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Görsel 11:Gövde Parçaları CAD Görüntüsü

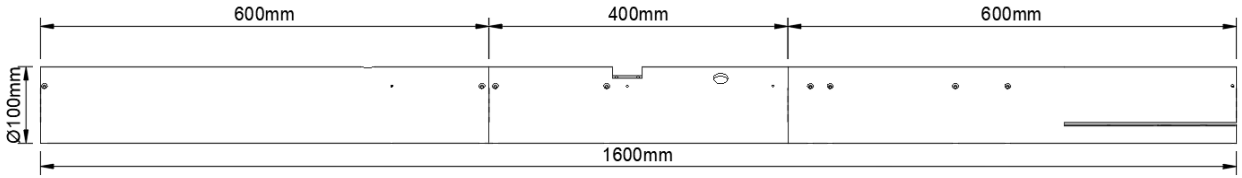
Görsel 13: Üst Gövde CAD

C

Görsel 14:Entegrasyon Gövdesi CAD

Görsel 15: Alt Gövde CAD

Entegrasyon Gövdesi iç kalınlığı 5mm'dir
Diğer tüm gövdelerin iç kalınlığı 3mm'dir.

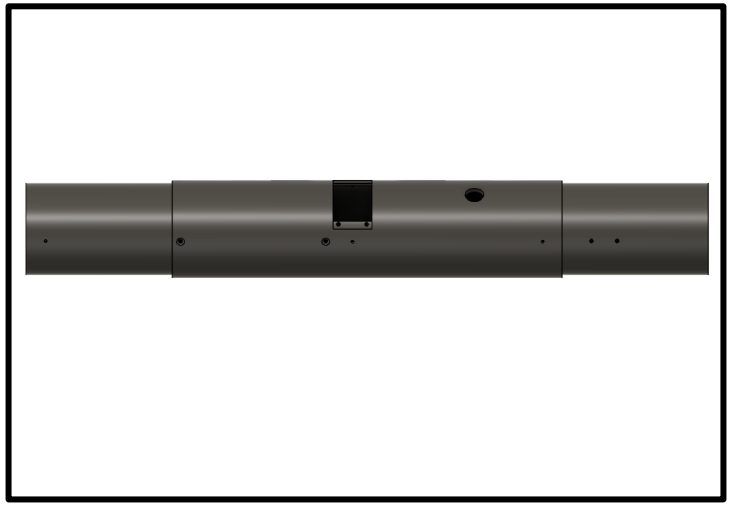


Görsel 12: Gövde Parçaları Teknik Resim

Gövde uzunluklarımız revize edilmiştir

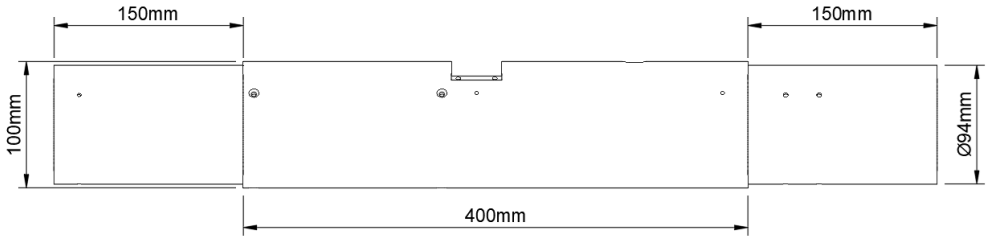
Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Görsel 16: Entegrasyon Gövdesi CAD



Görsel 17: Entegrasyon Gövdesi CAD

Entegrasyon Gövdesi ve uzantıları iç kalınlığı 5mm'dir



Görsel 18: Entegrasyon Gövdesi Teknik Resim

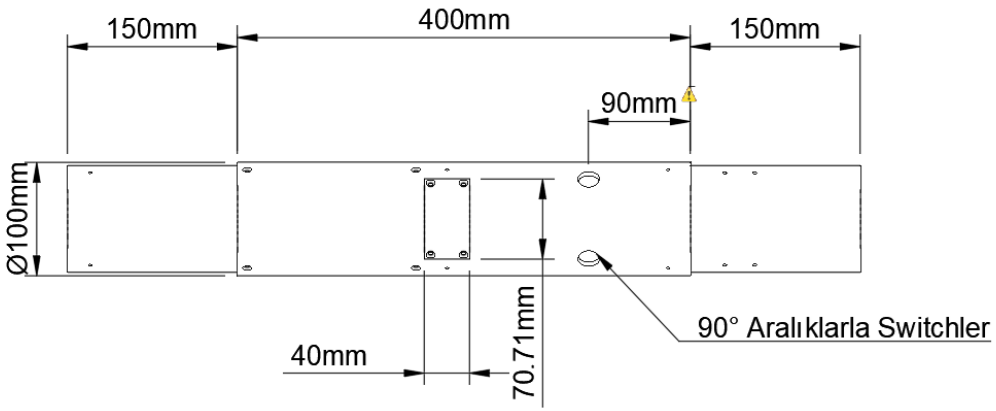
Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Mekanik olarak dışarıdan ulaşılabilecek kısımlar Hakem Altimetrisinin Konduğu kapak ve switchlerdir.

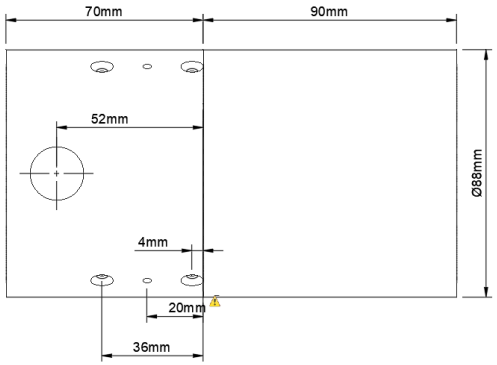
Görsel 19: 1. ve 2 aviyonik Switchleri

Görsel 20: Hakem Altimetresinin Konduğu Kapak

Görsel 21: Faydalı Yük Aviyoniğinin Switch'i



Görsel 22: 1. ve 2 aviyonik Switchleri ve Hakem Altimetresi Kapağı Teknik Resim



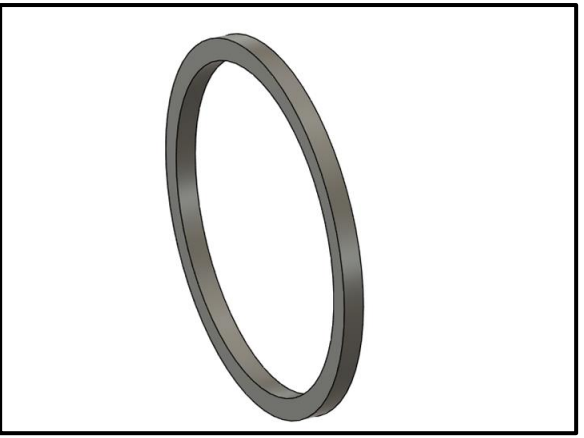
Görsel 23: Faydalı Yük Teknik Resim

Yapısal – Gövde Parçaları

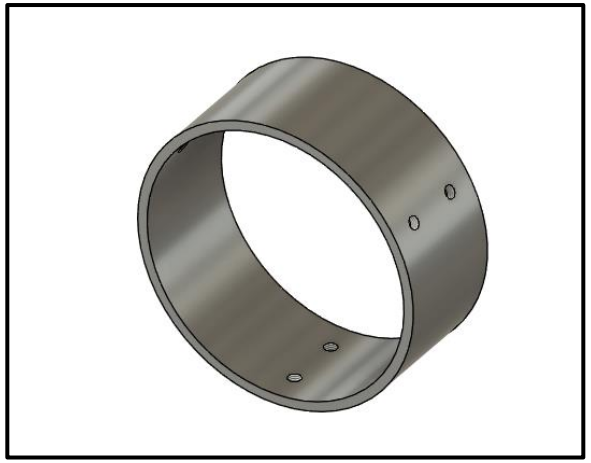
Yapısal Gövde Parçaları Malzeme Detayları			
Özellik		Kapsam	Nedeni
Malzeme Bilgileri	:	Elyaf Katkılı Polimer Kompozit malzeme kullanılacaktır.	Kompozit daha hafif, yoğunluğu düşük ve mukavemeti yüksek bir malzemedir.
Üretim Yöntemleri	:	**Elle Yatırma** yöntemi ile üretilecektir. Dokuma elyaflarla hazırlanmış takviye kumaşları hazırlanmış olan kalıp üzerine elle yatırılarak üzerine sıvı reçine elyaf katmanlarına emdirilir. Jelkot sertleştikten sonra elyaf katları yatırılır. Reçine ise kompozit malzemenin hazır olması için en son sürülür.	Üretim için gerekli şartları elle yatırma yönteminde sağlayabildik, makine ile sarma yönteminin burun konisi için kullanılamayacağından elle yatırma yöntemini kullandık.

CFRP (Elyaf Katkılı Polimer) Kompozit Serisi Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri		
Yoğunluk: 1.8g/cm3	Gerilme Direnci: 7 GPa	Esneklik Modülü: 200-450 GPa

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

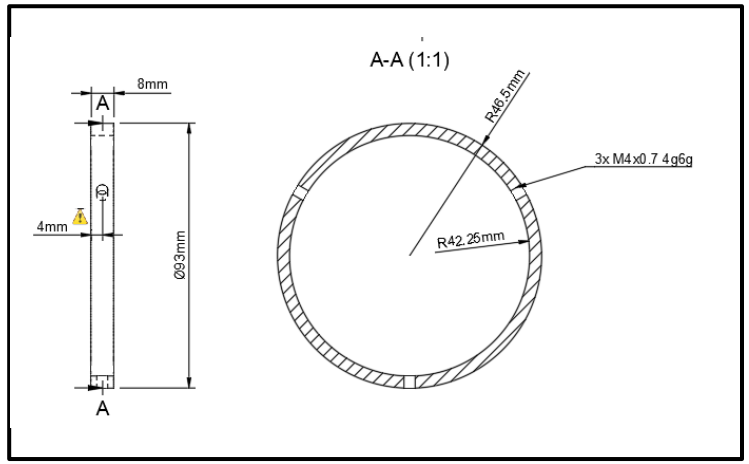


Görsel 24:Merkezleme Halkası Teknik Resim

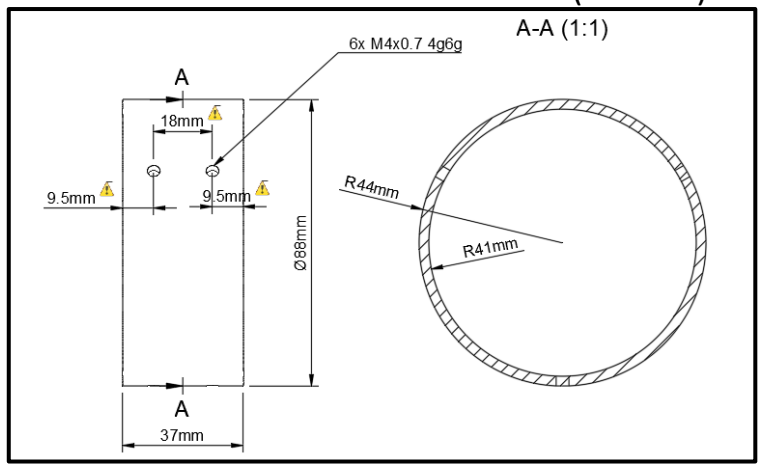


Görsel 26: Orta Kanallı Disk CAD görünümü

Görsel 25: Merkezleme Halkaları(Üretilmiş)

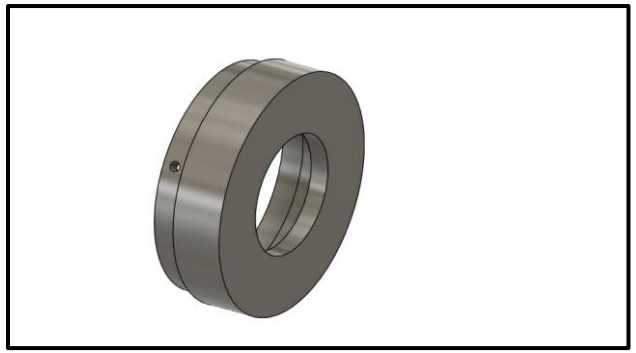


Görsel 27: Merkezleme Halkaları (Üretildi)



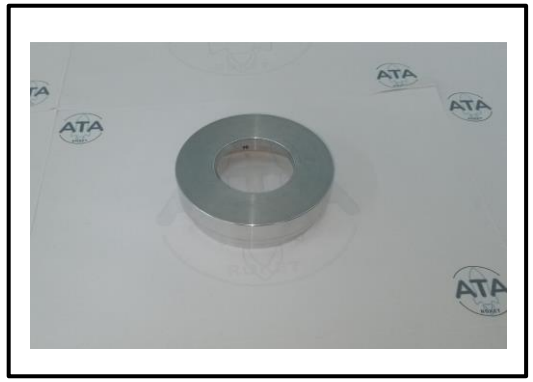
Görsel 28: O Kanallı Disk Teknik Resim

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



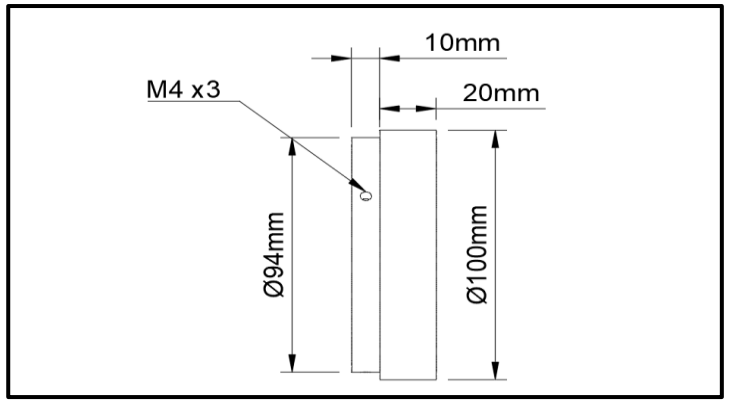
Görsel 29: Motor Kapağı CAD

Görsel 31: Mapa ve Karabina CAD

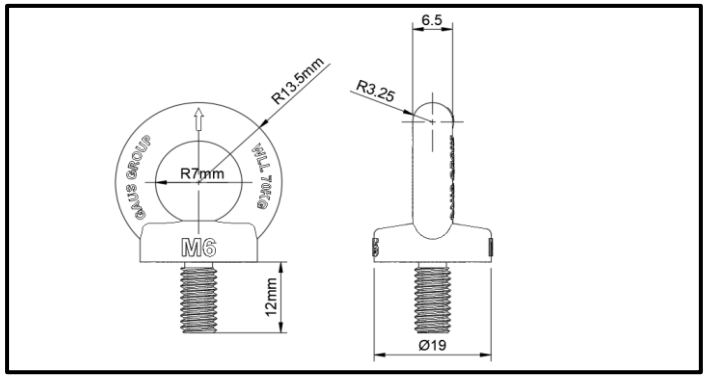


Görsel 30: Motor Kapağı (Üretildi)

Görsel 32
: Mapa ve Karabina(Üretildi)

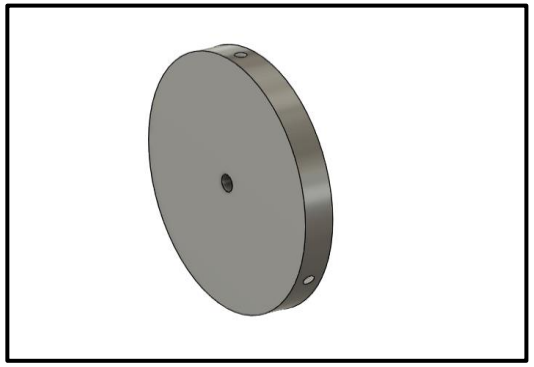


Görsel 33
: Motor Kapağı Teknik Resim



Görsel 34: Mapa Teknik Resim

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

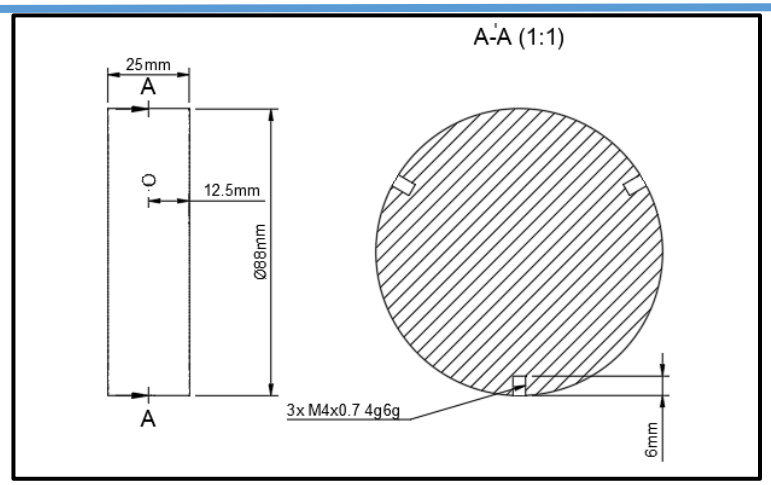


Görsel 35: Burun Bulkhead CAD

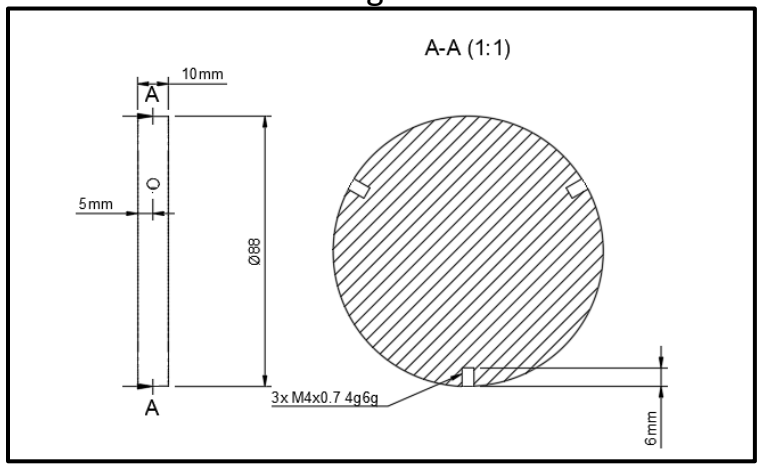
Görsel 37: Motor Bloğu Bulkheadi CAD görünümü

Görsel 36: Burun Bulkhead (Üretildi)

Görsel 38: Motor Bloğu Bulkheadi (Üretildi)



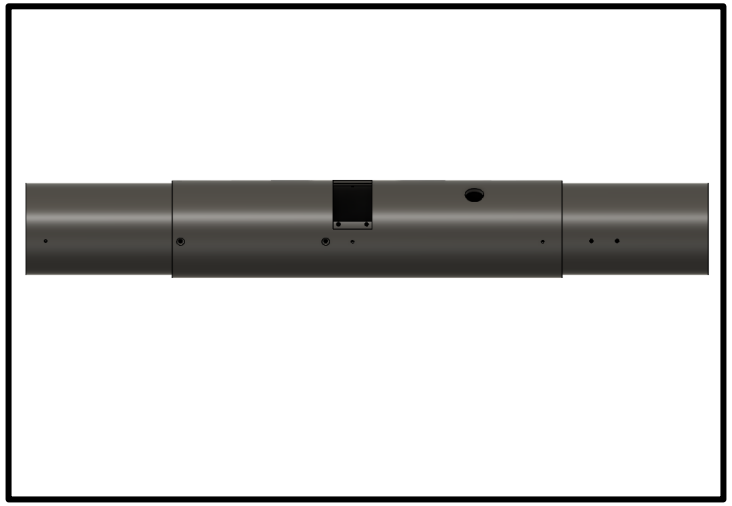
Görsel 39:Motor Bloğu Teknik Resim



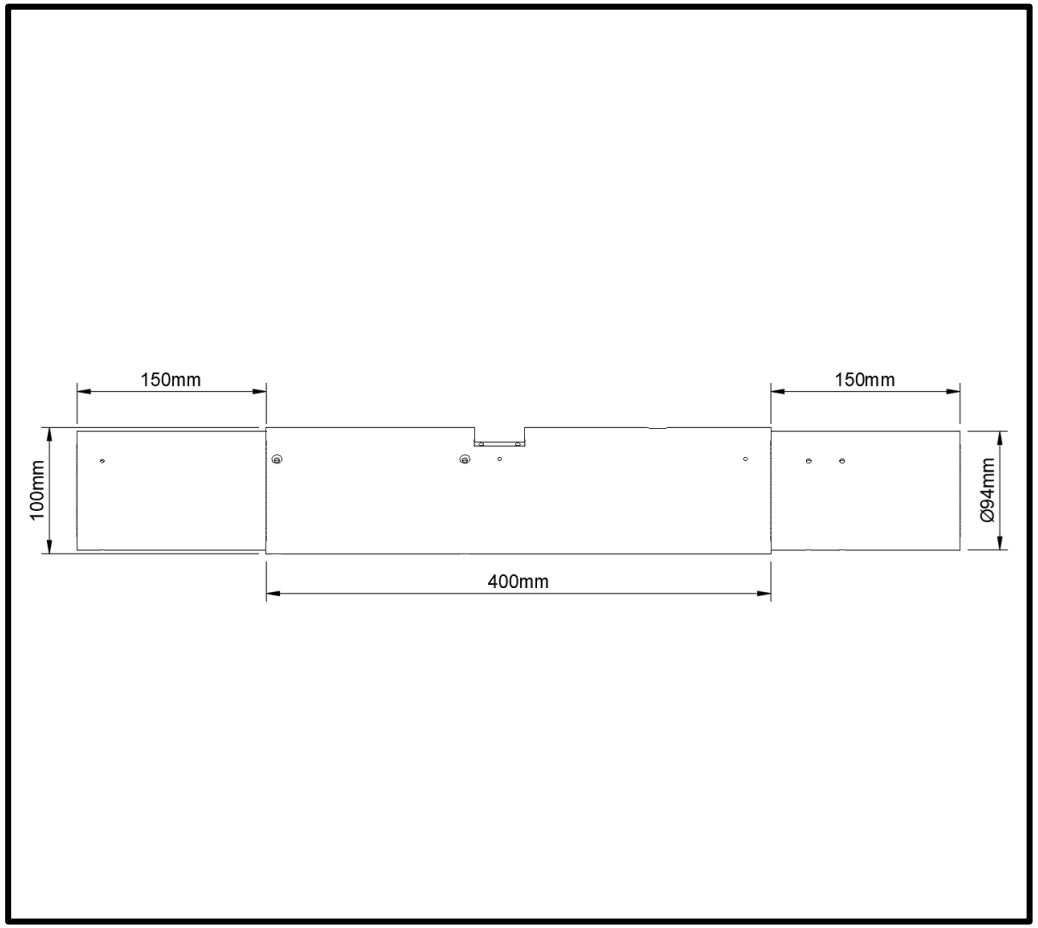
Görsel 40: Burun Bulkhead Teknik Resim

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

Görsel 41: Entegrasyon Gövdesi CAD



Görsel 42: Entegrasyon Gövdesi CAD



Görsel 43: Entegrasyon Gövdesi Teknik Resim

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

	Özellik	Kapsam	Nedeni
Bulkheadler	Malzeme Bilgileri	Alüminyum 7075 serisi kullanılacaktır.	Alüminyum, işlenebilirliği iyi, aynı zamanda mukavemeti güçlü bir malzemedir.
	Üretim Yöntemleri	Torna tezgahlarında üretildi	Silindir parçaların torna tezgahlarında üretilmesi daha doğru sonuçlar verir
Orta Kanallı Disk ve Merkezleme Halkaları	Malzeme Bilgileri	Alüminyum 7075 serisi kullanılacaktır.	Alüminyum, işlenebilirliği iyi, aynı zamanda mukavemeti güçlü bir malzemedir.
	Üretim Yöntemleri	Torna tezgahlarında üretildi	Silindir parçaların torna tezgahlarında üretilmesi daha doğru sonuçlar verir

Alüminyum 7075 Serisi Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri				
Yoğunluk: 2.81 g/cm³	Erime Sıcaklığı: 466 °C	Isıl Genleşme K: 23 x 10^-6 /K	Elektriksel İletkenlik: %33 IACS	Isıl Kapasite: 130 W/m.K
Akma Dayanımı: 480 MPa	Çekme Dayanımı: 560 MPa	Kesme Dayanımı: 330 MPa	Uzama: %8	Elastisite: 71.7 GPa

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

	Özellik	Kapsam	Nedeni
Entegrasyon Gövdeleri	Malzeme Bilgileri	Elyaf Katkılı Polimer Kompozit malzemeden yapılacaktır.	Elyaf Katkılı Polimer Kompozit Malzeme, gövde yapısı olarak Alüminyumdan daha hafif olması ve dirençli olmasından dolayı tercih edilmiştir.
	Üretim Yöntemleri	Elle Yatırma yöntemi ile üretilecektir.	Üretim için gerekli şartları elle yatırma yönteminde sağlayabildik, makine ile sarma yöntemi kullanılamadığı için elle yatırma yöntemini kullandık.
Mapa ve Karabinalar	Malzeme Bilgileri	Çelik madde olacaktır.	Şartnamenin 3.2.5.4 sayılı maddesine göre "Çelik" olacaktır.
	Üretim Yöntemleri	Hazır satın alınacaktır.	İstenilen özellikler, satın alma yöntemiyle çok daha kolay elde ediliyor.

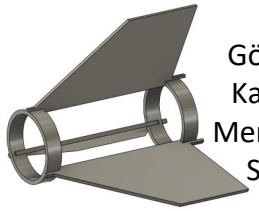
CFRP (Elyaf Katkılı Polimer) Kompozit Serisi Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri		
Yoğunluk: 1.8g/cm3	Gerilme Direnci: 7 GPa	Esneklik Modülü: 200-450 GPa

Çelik Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri		
Yoğunluk 7.850 kg / m3	Erime Noktası : 1,510 C	Çekme Mukavemeti: 1800 n/mm2

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

Bulkheadler-1					
Bulkheadler	Görseller	Adet	İşlev	Bağlanma yeri ve biçimi	Ayrılma durumu
Burun Bulkheadi	Görsel 44: Burun Bullkhead	1	Burun mapası ve karabinasını üst gövdeye bağlar.	Burun omuzluğununun başlangıcına, üst gövdeye vidalanarak yerleştirilmiştir.	Yok
O Kanallı Disk	Görsel 45: O Kanallı Disk	1	Faydalı yükün uçuş sırasında aviyonik ile ayrılma sistemlerine çarpmasını önler.	Entegrasyon gövdesinin burun tarafındaki başlangıcına vidalanarak yerleştirilmiştir.	Yok
Vidalama işlemlerinin tamamı dışarıdan ve M4x10 boyutlarında vidalar ile gerçekleşmektedir. – Çekme Dayanımı (σk) = 6 x 100 = 600 N/mm²– Akma Dayanımı (σAk) = 6 x 8 x 10 = 480 N/mm²					

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

Bulkheadler-2					
Bulkheadler	Görseller	Adet	İşlev	Bağlanma yeri ve biçimi	Ayrılma durumu
Motor Bloğu Bulkheadi	Görsel 46: Motor Bloğu Bullkhead	1	Motorun roket içerisinde ilerlemesini engeller ve itkiyi iletir.	Aviyonik sistemi ile motor yatağı arasına, motor gövdesine vidalanarak yerleştirilmiştir.	Yok
Merkezleme Halkaları	Görsel 47: Merkezleme Halkası	2	Motor yatağının roket içerisinde hareketini engeller.	Kanatçıklı merkezleme sistemi ile aviyonik entegrasyon gövdesi arasındaki boşluğa eşit aralıklar ile motor gövdesine vidalanmıştır.	Yok
Kanatçıklı Merkezleme Sistemi	 Görsel 48: Kanatçıklı Merkezleme Sistemi	1	Kanatçıkları merkezleme halkaları ile beraber roket motor gövdesine montajlanmasını sağlar.	Motor sonundan başlayarak , merkezleme halkası kısımlarından motor gövdesine yapıştırılarak yerleştirilir.	Yok
Vidalama işlemlerinin tamamı dışarıdan ve M4x10 boyutlarında vidalar ile gerçekleşmektedir. – Çekme Dayanımı (σk) = 6 x 100 = 600 N/mm²– Akma Dayanımı (σAk) = 6 x 8 x 10 = 480 N/mm²					

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

Entegrasyon Gövdeleri					
Entegrasyon Gövdeleri	Görseller	Adet	İşlev	Bağlanma yeri ve biçimi	Ayrılma durumu
Burun Omuzluğu	Görsel 49: Burun Omuzluğu	1	Üst gövde ile burunu sabitler.	Burunun alt kısmından üst gövdenin içine girer ve burun bulkheadi ile beraber vidalanır.	Yok
Orta Sol/Sağ Entegrasyon Gövdesi Uzantıları	Görsel 50: Entegrasyon Gövdesi Uzantıları	2	Orta gövdeyi alt gövde ve üst gövde ile sabitler.	Orta gövdenin sağ ve sol uçlarından uzanırlar, Sağ Entegrasyon Motor Bloğu ile beraber civatalar ile vidalanır iken Sol Entegrasyon ayrılma sisteminin çalışması için plastik civatalar ile vidalanır.	Yok
Vidalama işlemlerinin tamamı dışarıdan ve M4x10 boyutlarında vidalar ile gerçekleşmektedir. – Çekme Dayanımı (σk) = 6 x 100 = 600 N/mm²– Akma Dayanımı (σAk) = 6 x 8 x 10 = 480 N/mm²					

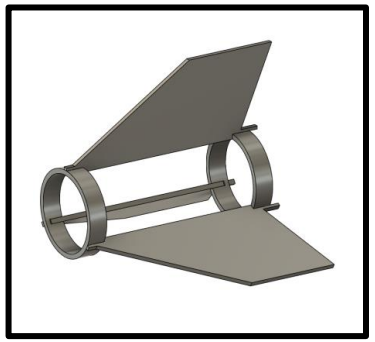
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Diğer Yapısal Destek Parçaları-1					
Yapısal Destek	Görseller	Adet	İşlev	Bağlanma yeri ve biçimi	Ayrılma durumu
Motor Kapağı	Görsel 51: Motor Kapağı	1	Motorun rampada iken roketten ayrılmasını , düşmesini engeller.	Alt gövde dışından civatalar yardımıyla montajlanır.	Yok
Burun Mapası	Görsel 52: Burun Mapası	1	Roket parçalarını Burun Karabinasına bağlı şok kordonu ile birlikte tutar.	Burun Bulkheadine montajlanır.	Yok
Vidalama işlemlerinin tamamı dışarıdan gerçekleştirilmektedir. M4x10 boyutlarında vidalar kullanılmıştır. – Çekme Dayanımı (σk) = 6 x 100 = 600 N/mm²– Akma Dayanımı (σAk) = 6 x 8 x 10 = 480 N/mm²					

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

Diğer Yapısal Destek Parçaları-2					
Yapısal Destek	Görseller	Adet	İşlev	Bağlanma yeri ve biçimi	Ayrılma durumu
Faydalı Yük Mapası	Görsel 53: Faydalı Yük Mapası	1	Faydalı yükü , faydalı yük paraşütüne karabinaya bağlı şok kordonu ile bağlar.	Faydalı Yüke geçirilmiştir.	Var, Faydalı yük ile beraber ayrılma durumunda dışarı atılır.
Kurtarma Mapası	Görsel 54: Kurtarma Mapası	1	Roket Ayrıldığında kendisine bağlı karabinalar ile şok kordonlarını rokete bağlar.	Kurtarma Sisteminin tabanına geçirilmiştir.	Yok
Vidalama işlemlerinin tamamı dışarıdan gerçekleştirilmektedir. M4x10 boyutlarında vidalar kullanılmıştır. – Çekme Dayanımı (σk) = 6 x 100 = 600 N/mm²– Akma Dayanımı (σAk) = 6 x 8 x 10 = 480 N/mm²					

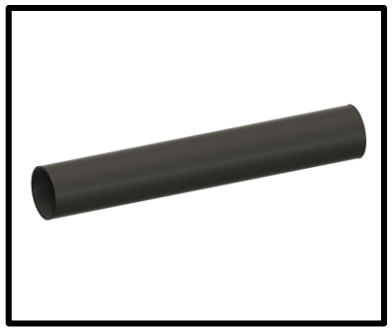
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



Görsel 55: Kanatçık Sistemi

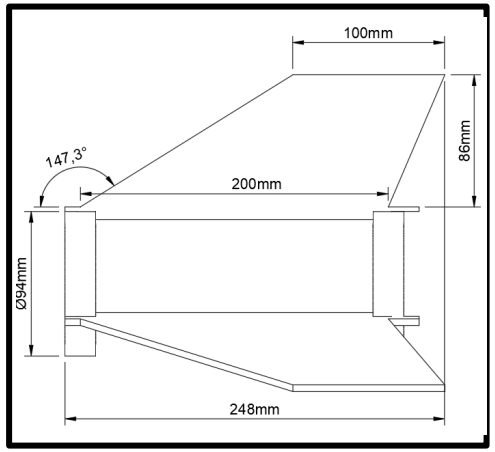
Görsel 56: Motor Bloğu Bulkheadi

Görsel 57: Merkezleme Halkaları

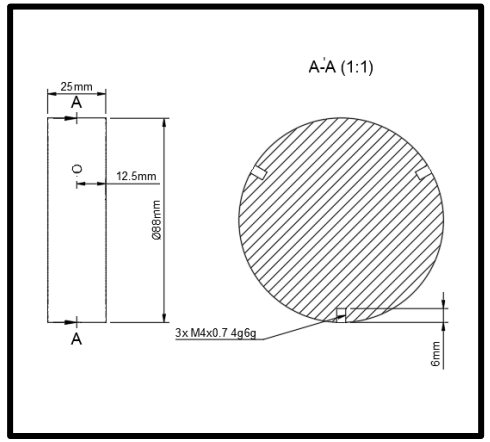


Görsel 58: Motor Yatağı

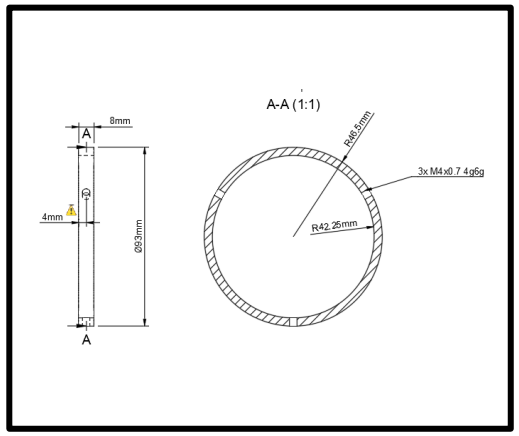
Görsel 59: Motor Bölümü CAD Görünümü



Görsel 60: Kanatçık Sistemi Teknik Resim

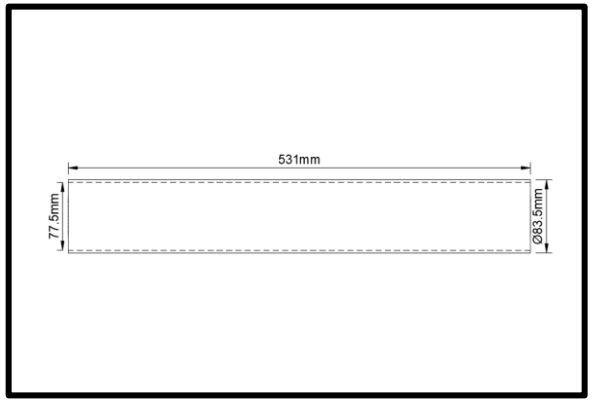


Görsel 61:Motor Bloğu Bulkheadi Teknik Resim



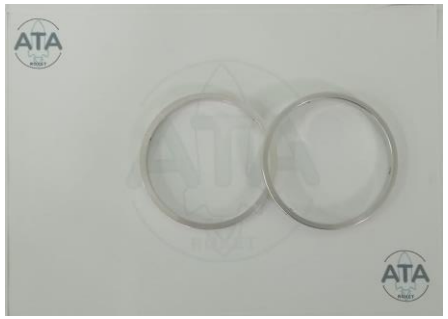
Görsel 62: Merkezleme Halkaları Teknik Resim

Görsel 63: Motor Yatağı Teknik Resim

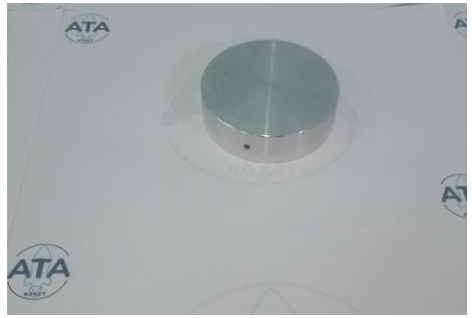


Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

	Özellik	Kapsam	Nedeni
Kanatçık Sistemi	Malzeme Bilgileri	Alüminyum 7075 serisi kullanılacaktır.	Alüminyum ,işlenebilirliği iyi, aynı zamanda mukavemeti güçlü bir malzemedir.
	Üretim Yöntemleri	Plakalar üzerinde boyutlarına göre CNC lazer ile parçalar edinildi.	CNC daha başarılı sonuçlar vereceği için tercih edilmiştir.
Motor Bloğu Bulkheadi	Malzeme Bilgileri	Alüminyum 7075 serisi kullanılacaktır.	Alüminyum , işlenmesi daha kolay ve çok daha mukavemetli bir malzemedir.
	Üretim Yöntemleri	Torna tezgahlarında üretildi.	Silindir parçaların torna tezgahlarında üretilmesi daha doğru sonuçlar verir
Merkezleme Halkaları	Malzeme Bilgileri	Alüminyum 7075 serisi kullanılacaktır.	Alüminyum ,işlenebilirliği iyi, aynı zamanda mukavemeti güçlü bir malzemedir.
	Üretim Yöntemleri	Torna tezgahlarında üretildi	Silindir parçaların torna tezgahlarında üretilmesi daha doğru sonuçlar verir



Görsel 64: Merkezleme Halkaları (Üretildi)



Görsel 65: Motor Bloğu Bulkheadi(Üretildi)

Alüminyum 7075 Serisi Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri		
Yoğunluk: 2.81 g/cm³	Erime Sıcaklığı: 466 °C	Isıl Genleşme K: 23 x 10^-6 /K
Akma Dayanımı: 480 MPa	Çekme Dayanımı: 560 MPa	Uzama: %8

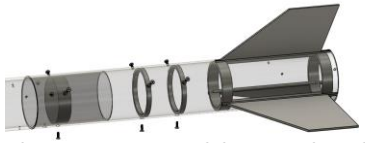
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

Motor Montaj Stratejisi

1.Aşama	2.Aşama	3.Aşama	4.Aşama
Görsel 66: Motor	Görsel 67: Motor Yatağı Montajı CAD	Görsel 68: Motor Kapağı Montajı CAD	Görsel 69: Montajlanmış Alt (Motor) Gövdesi
Hakem heyetinden tüm etiketler alındıktan sonra en son aşamada roket motoru teslim alınır.	Gerekli önlemler alındıktan sonra en son roket motoru motor yatağına yerleştirilir.	Motor yatağı yerleştirilen roket motoru, motor bulkheadine kadar sürüklenir. Motor kundağa dayandıktan sonra motor tutucu gövdeye montajlanır.	Motor tutucu 3 adet vida ile elektrikli matkap vs. kullanılmadan tornavida yardımı ile montajlanır.

Motor Montaj Stratejisi Videomuzu Yandaki Linkten İnceleyebilirsiniz	https://www.youtube.com/watch?v=V3A1c1K1Un0

Roket Montaj Stratejisi

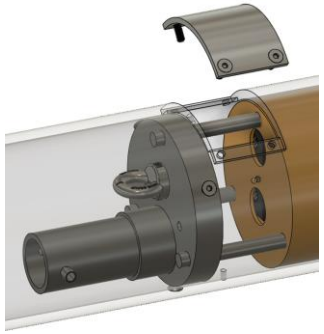
Adım	Ne yapılacak	Görseller
1	Motor bloğumuz iç içe geçirilmiş alt gövde ve entegrasyon gövdesi içinde yerine sürüklenerek M4x10 vidalar yardımıyla gövde dışından sabitlenecek.	Görsel 70: Motor Bloğu Montajı
2	Merkezleme halkaları yerine sürüklenecek ve dışarıdan M4x10 vidalar yardımı ile sabitlenecek.	Görsel 71: Merkezleme Halkaları Montajı
3	Kanatçıklı merkezleme sistemi yerine sürüklenecek ve ardından dışarıdan epoksi (metal yapıştırıcı) ile sabitlenecek.	 Görsel 72: Kanatçıklı Merkezleme Sistemi Montajı
4	Aviyonik sistem entegrasyon gövdesine sürüklenecek ve M4x10 vidalar yardımı ile dışarıdan sabitlenecek.	Görsel 73: Aviyonik Sistem Montajı

Roket Montaj Stratejisi

Adım	Ne yapılacak	Görseller
5	Şok kordonları karabinalar yardımıyla piroteknik sistem üzerinde bulunan mapalara sabitlenecek.	
6	O-kanallı diskimizin entegrasyon gövdesine giren kısmı m4x10 civatalar ile sabitlenir.	Görsel 74: O Kanallı Disk Montajı
8	Burun konisi üst gövdeye burun konisi omuzluğunun içindeki bulkhead ile beraber dışarıdan M4x10 vidalar yardımı ile sabitlenecek.	Görsel 75: Burun Konisi Montajı
9	Ana paraşüt üst gövde içerisine konulacak ve ardından burun konisine doğru ittirelecek.	Görsel 76 Ana Paraşüt Montajı
10	Görev yükü paraşütü üst gövde içerisine konulacak ve sonrasında ana paraşüte doğru ittirelecek.	Görsel 77: Görev Yükü Paraşütü Montajı

Roket Montaj Stratejisi

Adım	Ne yapılacak	Görseller
11	Görev yükü entegrasyon gövdesi içerisine sürüklenecek.	Görsel 78: Görev Yükü Montajı
12	Üst gövde, entegrasyon gövdesinin sol (burun) uzantısına geçirilerek o-kanallı diskin üst gövdeye giren kısmından m4x10 plastik vidalar yardımı ile sabitlenir.	Görsel 79: Üst (Burun) Gövdesi Montajı

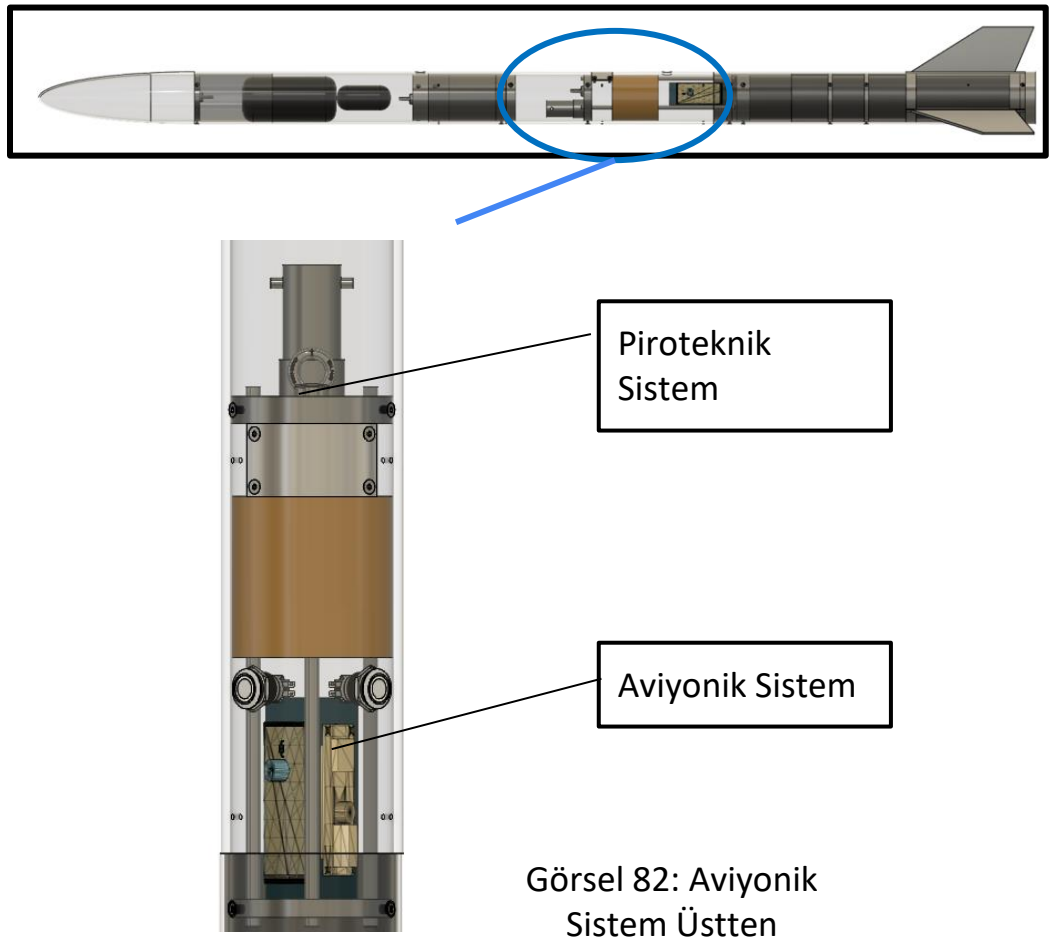
Hakem Altimetresinin alınmasından sonra, altimetre rokete yerleştirilir ardından hakem altimetresi kapağı ile kapatılır, bu kapak ise 4 köşesinden m4x10 vidalar ile sabitlenir	 Görsel 80: Hakem Altimetresi Montajı

Hakemler tarafından teslim edilecek kapsüller, teslim alındıktan sonra piroteknik sisteme sabitlenecek ardından üzerine yanmaz kumaş gelecek	Görsel 81: Hakem Kapsülü Montajı

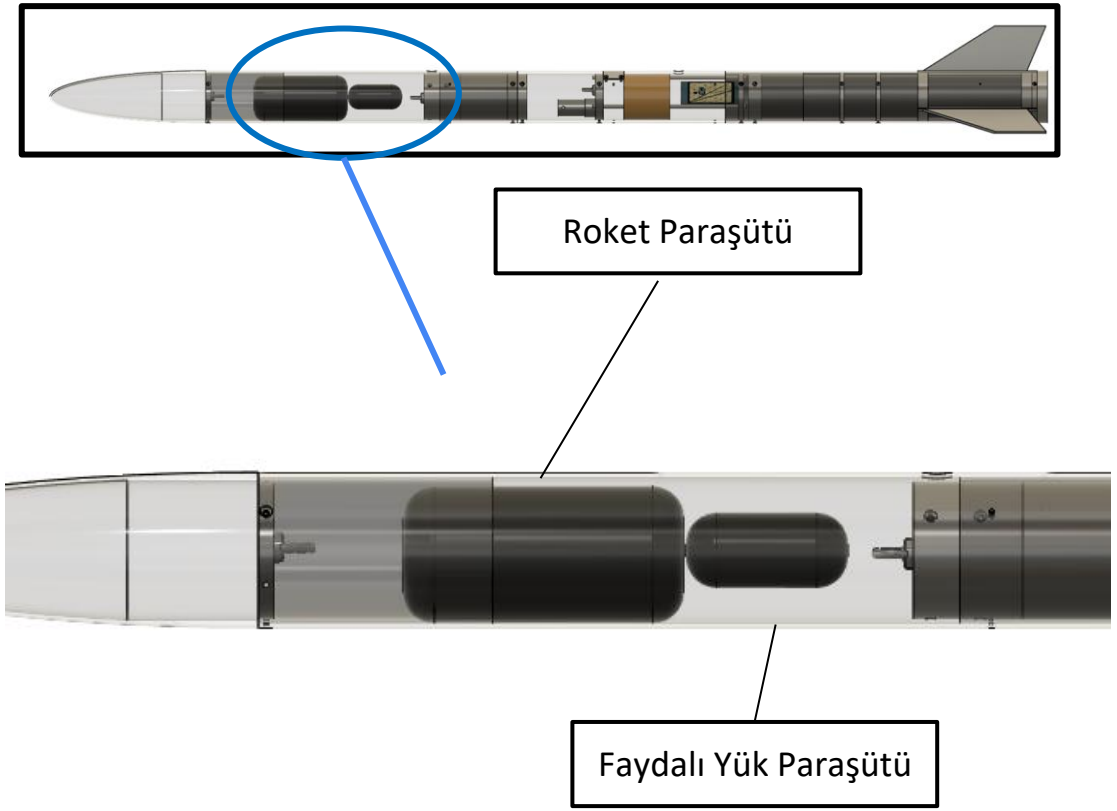
Roket montaj stratejisinin ardından en sonda motor montaj stratejisi gerçekleştirilir

Roket Montaj Stratejisi İçin Hazırlanan Videomuzun Linki Aşağıdadır
https://www.youtube.com/watch?v=r8PR-EW7hDI

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



Görsel 82: Aviyonik Sistem Üstten Görünüm



Görsel 83: Paraşütler Yandan Görünüm

Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Kurtarma Sistemi Tasarım ve Üretim Bilgileri

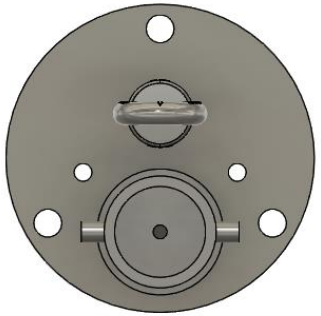
Seçilen kurtarma sistemi ÖTR raporunda da belirtildiği gibi kara barutlu ayrılma sistemidir.
MMM Erba Makine'de torna tezgahlarında üretilip bizim tarafımızdan üzerine elle M3 ve M6 delikler açıldı.
Paraşütler ise ripstop naylondan hesaplanan ölçülerde, dilimler şeklinde Xtreme Paragliding tarafından dikilecektir.

1) Ana plaka 90 mm çapında ve 20 mm uzunluğundadır.
2) Barut haznesi 1 tane olup 36 mm iç çap 3 mm kalınlığında ve 62 mm uzunluğundadır.
3) Kibrit başı 30 cm uzunluğunda.
4) Paraşütler için 10 cm, 25,71 derecelik açı ile ikizkenar üçgen ve 5,3 cm, 25,71 derecelik açı ile ikizkenar üçgen şeklinde dilimleri birbirine dikerek biri 140 cm çapta diğeri 75 cm çapta iki paraşüt elde edildi.

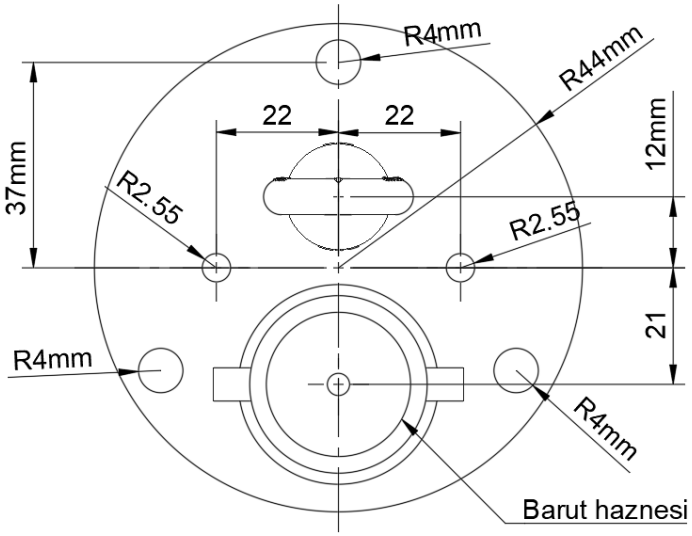
Görsel 84: Kurtarma Sisteminin Roket Gövdesindeki Görünümü

Üretildiği Malzeme:

Alimünyum 7075 serisi



Görsel 85: Piroteknik sistem CAD üstten görünüm



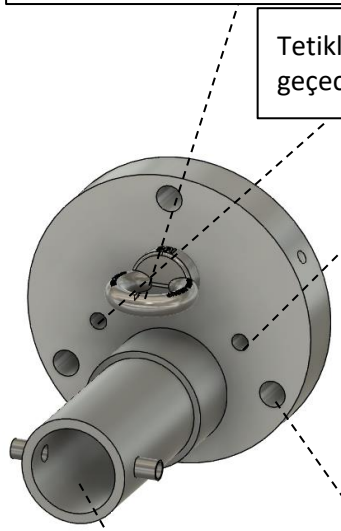
Görsel 86: Piroteknik sistem teknik resmi

Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Kurtarma Stratejisi ve Aşamaları	
1)	Roket rampadayken aviyonik sistem anahtarlar yardımıyla aktifleştirilir
2)	Roket tepe noktasına (apogee) ulaştıktan sonra aviyonik sisteme (TeleMega) bağlı olan kara barutlu kurtarma sistemi kibrit başlarının tetiklenmesi ile aktifleşecektir.
3)	Barut patladıktan sonra shock kordu ile birbirine bağlı olan entegrasyon gövdesi ile üst gövde birbirinden açığa çıkan basınç ile ayrılacaktır.
4)	Görev yükü ve görev yükü paraşütü apogeede roketten bağımsız bir şekilde ayrılacaktır. Roket ana paraşütü ile görev yükü paraşütleri birbirinden bağımsız olarak apogeede açılacaktır.
5)	Roket ve görev yükü içerisindeki aviyonik sistemler (Telemega-Özgün GPS sistemi) rampadan itibaren anlık basınç, ivme, irtifa, konum bilgileri alınacaktır, görev yükünden de anlık GPS bilgileri alacaktır.
6)	Roket ve görev yükü yere indiğinde ayrı yer bilgisayarı sistemlerine gelen GPS sinyalleri ile konumu tespit edilecek, kurtarma işlemi başlatılacaktır.

Kurtarma Sisteminin Roket İçerisinde Kaplayacağı Hacim: 0,00061708733698138 m^3

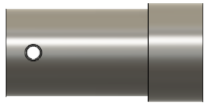
Görsel 87: Piroteknik sistemin roket içerisindeki görünüm



Görsel 88: Piroteknik sistem üstten görünüm

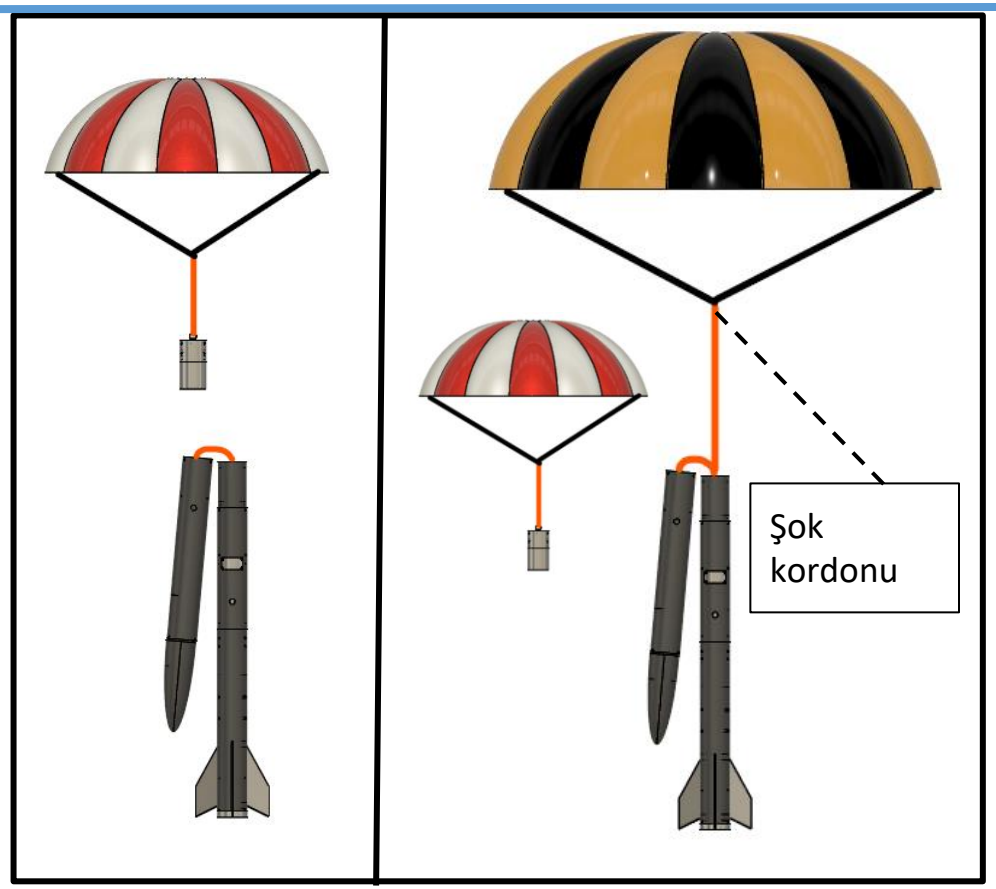
Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Piroteknik Sistem Montaj	
1.Adım	Piroteknik kapsül piroteknik sistem bulkheadine M4x10 vida ile sabitlenecektir.
2.Adım	M6 mapa montajlanacaktır.
3.Adım	Kibrit başı barut haznesine sabitlenecektir.

Kurtarma Sisteminin Parçaları ve İşlevleri		
Kara barut haznesi:	Barutun entegrasyonunu sağlayan, uçuştan önce tapa ile kapatılan alüminyum hazne.	 Görsel 89: Kara Barut Haznesi
Kibrit Başı:	Barutun tepe noktasında aktivasyonunu sağlayan yardımcı eleman.	Görsel 90: Kibrit Başı
Bulkhead:	Kurtarma sisteminin tamamını taşıyan, alüminyum disk.	Görsel 91: Piroteknik Bulkhead
Geç tutuşan (Yanmaz) kumaş:	Kurtarma elemanlarının barut aktivasyonu sırasında yanmasını, zarar görmesini engelleyen yardımcı eleman.	Görsel 92: Yanmaz Kumaş
Karabarut:	Kurtarma sisteminin çalışmasını sağlayan patlayan malzemesi.	Görsel 93: Yanmaz Kumaş

Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Roketin Alt Sistemlerinin Aşamalı Kurtarılması	
1-)	Roket apogee noktasına ulaşana kadar kurtarmada herhangi bir şey gerçekleşmez.
2-)	Roket apogee noktasına ulaştıktan sonra aviyonik ile kibrit başı tetiklenerek barut haznesindeki barutu patlatacak ve ayrılma shear pinlerinin kırılması ile entegrasyon gövdesinde gerçekleşecektir.
3-)	Entegrasyon gövdesinden açığa çıkan görev yükü, görev yükü paraşütü ve roket paraşütü kontrollü düşüş aşamasına geçer.
4-)	Paraşütleri açılan roket ve faydalı yük yere sabit hız ile iner.
5-)	Yere indikten sonra GPS sistemi ile yeri saptanan faydalı yük ve roket sağlam bir şekilde yeri bulunarak görev tamamlanır.
6-)	Roket, görev yükü ve uçuş verileri hakemlere teslim edilir



Görsel 94: Kurtarma sistemi patlatılmış CAD görüntüsü

Sıcak Gaz Üreteci Gereksinimleri

Ayrılma	Basınçlandırılacak hacim çapı (mm)	Basınçlandırılacak hacim (m^3)	Ulaşılmak istenen basınç (Bar)
Ayrılma	90 mm	0,00042525 m^3	0,217 bar

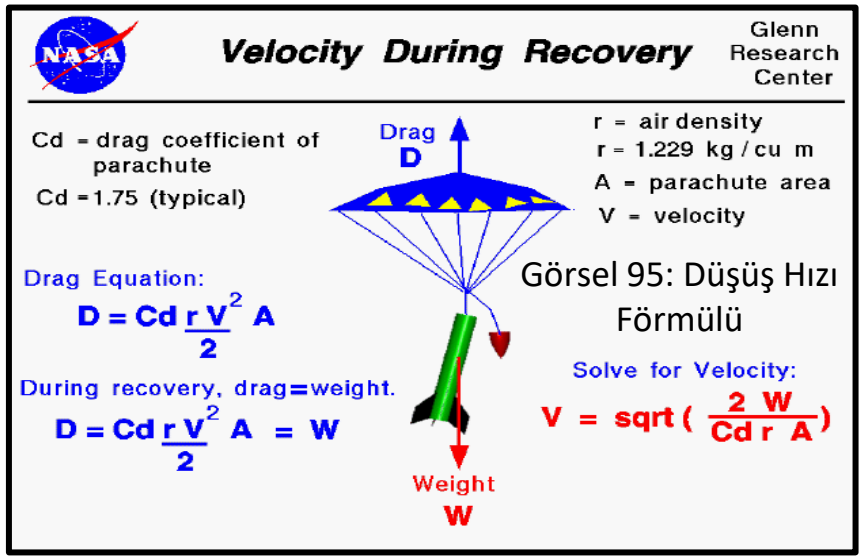
$$V = \pi r^2 h = (\pi / 4) R^2 h$$

$$Bar = N/(cm^2)$$

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

Paraşütler Hakkında Bilgiler						
Kullanılacak Paraşüt	**Düşüş Hızı**	**Renkleri**	**Boyutları (Kapalı)**	**Boyutları (Açık)**	**Kütle**	**Paraşüt Tasarımı**
Ana Paraşüt	5,71 m/s	Antrasit siyahı ve Fosforlu sarı	18 cm uzunluk 8,8 cm çap	140 cm çap 240 cm ip	500 gram	Kubbe
Görev Yükü Paraşütü	8,02 m/s	Beyaz ve kırmızı	10,4 cm uzunluk 4,83 cm çap	75 cm çap 200 cm ip	60 gram	Kubbe
3.2.2.4.2. Sayılı maddeye göre paraşütle taşınan yüklerin hızı azami 9 m/s, asgari ise 5 m/s olmalıdır, 5,71m/s ve 8,02m/s değerleri 9 ile 5 arasındadır.						

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1



Görsel 95: Düşüş Hızı Förmülü

Düşüş Hızı formülü

W= Ağırlık

C_d= Sürüklenme katsayısı

r= Havanın yoğunluğu

A= Paraşütün alanı

$\sqrt{[(2 . W) / (C_d . r . A)]}$

Paraşüt Tasarım Özeti

Paraşütler ripstop naylondan ve paracord ip kullanılarak üretilecek. Açılmış halde ana paraşütün çapı 140 cm ve alanı 2,94 m^2 dir. Açılmış halde görev yükü paraşütünün çapı 75 cm ve alanı 0,84 m^2 dir. Paraşütler dikilirken hem düz hemde zikzak dikim uygulanacak, dilimler ve ipler birbirine bu şekilde dikilecektir. Ana paraşüt için 7 siyah ve 7 sarı dilim birbirine dikilecektir

Görev yükü paraşütü için 7 beyaz 7 kırmızı dilim birbirine dikilecektir.

Roket Ana Paraşütü ile Roketin Düşüş Hızı Hesabı

W= kütle . yerçekimi ivmesi

=10,792 kg . 9,81 = 105,76

C_d=1,8

r=1,225 kg/m^3

A=2 . π . yarıçap^2= 2.3 .(0,70m)^2 = 2,94 m^2

$\sqrt{[(2 .105, 76) / (1,8 . 1,225 . 2,94)]}$ = 5,71 m/s

Görev Yükü Paraşütü ile Görev Yükünün Düşüş Hızı Hesabı

W= taşınan kütle . yerçekimi ivmesi= 5,067kg . 9,81 = 49,65 W

C_d=1,5

r=1,225 kg/m^3

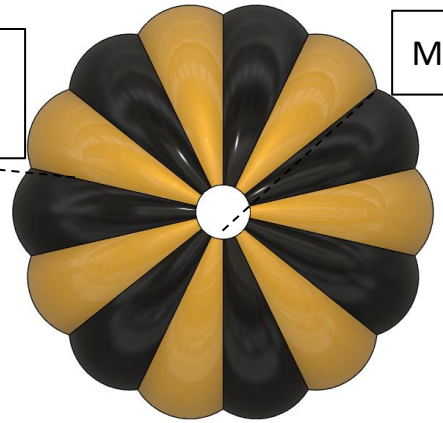
A=2 . π . yarıçap^2= 2 . 3 . (0,375m)^2 = 0,84 m^2

$\sqrt{[(2 . 49,65) / (1,5 . 1,225 . 0,84)]}$ = 8.02 m/s

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

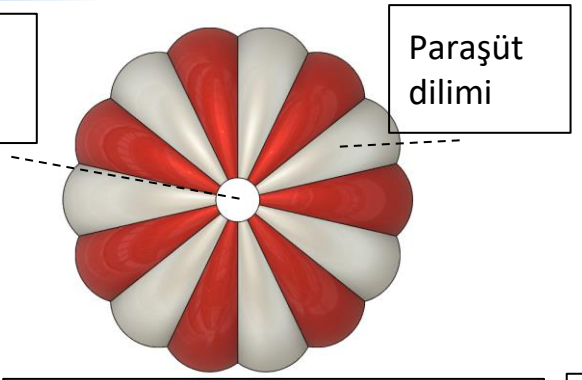
Kurtarılacak Olan Unsurların Üzerinde Yer Alan Sensör Parçaları			
Kurtarılacak Unsur	Parça Adı	Temel Görevleri	Görseller
Roket (Üst Gövde - Entegrasyon Gövdesi - Alt Gövde) Telemega ile kurtarılacaktır	TI CC1200 RF alıcı - verici	Veri gönderme-almada kullanılan RF	Görsel 96: RF Alıcısı
	u-blox MAX-8Q GPS	Konum verilerini sağlıyor	Görsel 97: U-blox
Roket (Üst Gövde - Entegrasyon Gövdesi - Alt Gövde) ikincil sistem olan özgün Sistem ile de kurtarılacaktır	Ublox Neo 7m GPS modülü	Konum verilerini sağlıyor	Görsel 98: Ublox Neo
	RFM95W Lora Modülü 868MHZ	Veri gönderme-almada kullanılan RF	Görsel 99: Lora Modülü
Görev Yükü Aviyonik Özgün Takip Kartı + Ticari Takip Sistemi (Teknotakip) ile kurtarılacaktır	Ublox Neo 7m GPS modülü - RFM95W Lora Modülü 868MHZ	Konum verilerini sağlıyor, Veri gönderme-almada kullanılan RF	Görseller 100 ve 101
	Teknotakip Motor Takip Sistemleri	GSM üzerinden GPS verilerini Teknotakip uygulaması üzerinden telefonlara iletmesi	Görsel 102: Teknotakip

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -2



Görsel 103: Ana paraşüt üstten görünüm ÖTR'den sonra değişmiştir.

Görsel 104: Ana paraşüt yandan görünüm ÖTR'den sonra değişmiştir



Görsel 105: Görev yükü paraşütü üstten görünüm ÖTR'den sonra değişmiştir

Görsel 106: Görev yükü paraşütü yandan görünüm ÖTR'den sonra değişmiştir

Paraşüt Sistemi	Paraşüt Alanı (m^2)	Paraşüt Sisteminin Taşıyacağı Kütle (kg)	Paraşüt Sürüklenme Katsayısı	Düşük Hızı (m/s)
Ana Paraşüt	2,94 m^2	10,792 kg	1,8	5,71 m/s
Görev Yükü Paraşütü	0,84 m^2	5,067 kg	1,5	8,02 m/s

3.2.2.4.2. Sayılı maddeye düşüş hızları uygundur. 5,71m/s ve 8,02m/s değerleri 9 ile 5 arasındadır.

Görsel 102: Paraşüt Testi

Görev Yükü

Görev Yükünün Ayrılması
1- Tepe Noktasında ayrılma sisteminin tetiklenmesi sonucunda patlama ile entegrasyon gövdesi açılacaktır.
2- Görev yükü ve görev yükü paraşütü, tepe noktasında (apogee) entegrasyon gövdesinin açıldığı noktadan atmosfere çıkacaktır
3 - Görev yükü paraşütü açılacaktır, görev yükü maksimum 5.74 m/s hızla inişe başlayacaktır. Görev yükü ve roket birbirinden tamamen bağımsızdır.
4 - Görev yükü sabit hızla yere inecektir. GPS sistemi ile yeri tespit edilecektir.

Görev Yükünün Bulunması
1- Görev yükü, kesintisiz olarak iki farklı sistemden gps verisi gönderecektir.
2- Düşüş sonrasında özgün sistem üzerinde gps verisinin son koordinatı tespit edilecektir, teknotakip sistemi ile kıyaslanacaktır
3 - Gelen verilerin doğrulanması ile kurtarma işleminin başlatılması.
4 - Görev yükünün bulunması .

Faydalı yük, konum belirleme sistemimiz dışarıdan erişilebilir switch ile çalışmaktadır

Görev Yükümüzün Kütlesi 4700 gr

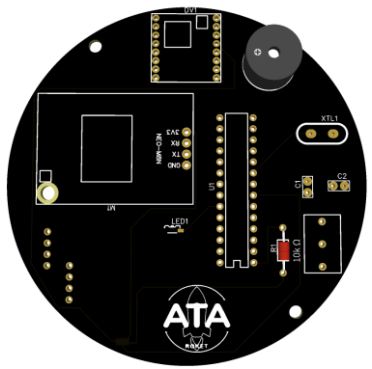
Görev Yükümüzün İşlevi Bulunmamaktadır.

Görev Yükü Konum Belirleme Sistemimizin Bileşenleri	
Ürün	Kullanımı
Atmel ATMEGA328P-PU	Sistemimizin işlemcisi
Ublox Neo 7m GPS	GPS verileri sağlaması
Buzzer	Uyarı , bilgi ve ses vermekte kullanılacak
RFM95W Lora 868MHZ	Bilgilerin yer istasyonuna iletilmesinde kullanılacak
SONY VTC5 18650 3.7V	Gereken enerjiyi sağlayacak
Teknotakip Takip Sistemi	GSM üzerinden uydu bağlantısı ile aldığı GPS verisini yer istasyonundaki telefonlara göndermesi

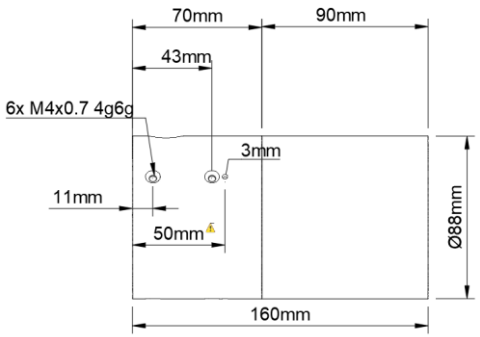
Görev Yükü

Görev Yükünün konum belirleme sistemi için özgün PCB'mizi kullanıyoruz

Görsel 107: 3D Görünüm



Görsel 108: Görev Yükü Cad Görüntüsü

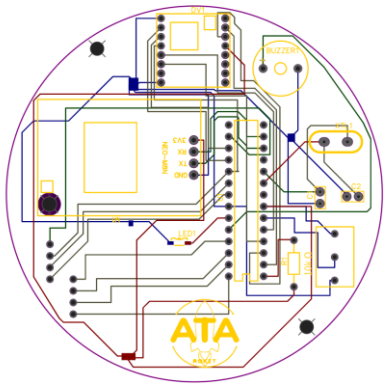


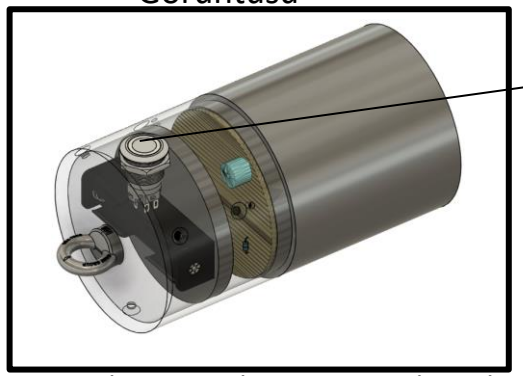
Görsel 109 Görev Yükü Teknik Resim

Görsel 110: Görev Yükü Üretildi

Özgün 4 katmanlı kartımız PCB baskı yöntemiyle JLCPCB tarafından üretilmiştir diğer sensör ve komponentler ise elle lehimlenmiştir.

Görsel 111: PCB Tasarımımız





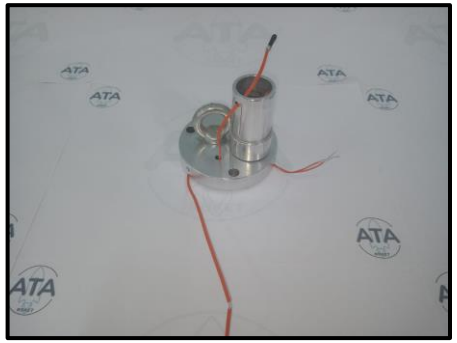
Görev yükü aviyonik sistemimiz dışarıdan switch ile kontrol edilmektedir

Görsel 112: Aviyonik Switch

Kurtarma Sistemi Prototip Testi

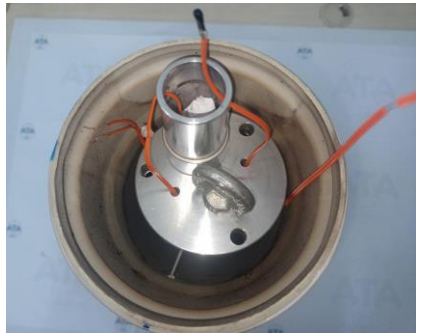
Test Adı	Test Amacı	Test Sonuçları
Paraşüt Açılma/Fonksiyonellik Testi	Paraşütün uygun koşullar altında roketimizi kontrollü düşürmesi için yapılmıştır. Paraşütün açılması yediği şokla birlikte yırtılmaması paraşütümüzde hedeflediğimiz unsurlardır.	Paraşütümüz açıldı ve düşüş hızını yavaşlatarak yırtılmadan görevini başarıyla tamamlamladı.
Prototip Kurtarma Testi	Roketin barut haznesindeki barutun patlamasıyla birlikte faydalı yükünü dışarı çıkarmak için yapılan testimiz oluşabilecek olumsuzlukları test etmek amacıyla yapılmaktadır.	Barutumuz kontrollü bir şekilde patlayarak faydalı yükünü sorunsuz bir şekilde dışarı çıkarmıştır.

Prototip Sistem Montaj ve Kurulum Aşamaları	1)Pirotekniksistem M4x10 vidalarla gövdeye sabitlenecektir.	2)Sertifikalı barut piroteknik sistemeye yerleştirilir. Kibrit başlarının aviyonik ile bağlantısı kontrol edilir.	3)Güvenilir bir uzaklığa geçildikten sonra ateşleme için geri sayılır.	4) Ateşleme anından itiribaren gövdelerin ayrılıp ayrılmadığı kontrol edilir.



Görsel 113: Prototip Piroteknik Sistemimiz

Görsel 114: Paraşüt Açılma/Fonksiyonellik Testi Görselimiz



Görsel 115: Prototip Kurtarma Montajlama Anı

Aviyonik – Özet

1. Aviyonik Türü :	Ticari Sistem

1. Aviyonik Tanıtımı	
Tam adı : Altus Metrum - TELEMEGA	Kodu : 09200 - V5.0

1.Aviyonik Sisteminde Bulunan Bağımsız Her Bir Sistem	
Adı	Temel Görevleri
STM32L151	Sistemimizin İşlemcisi
TI CC1200 RF	Veri göndermede kullanılan RF
Winbond W25Q64FV	Güç kesintisinde verileri tutuyor
u-blox MAX-8Q GPS	GPS verilerini sağlıyor
MS5607	Yükseklik verilerini sağlıyor
ADXL375	İvme verileni sağlıyor
BMX160	Gyro verilerini sağlıyor

2. Aviyonik Türü :	Özgün Sistem

2. Aviyonik Tanıtımı
Özgün pertinaks devremizdeki komponentler elle lehimlenmiştir. Kurtarma sistemini tetikleyen veriler “BMP 180 Basınç Sensörü” ve “BMI160 Gyro Sensörü” tarafından elde edilmektedir.

2.Aviyonik Sisteminde Bulunan Bağımsız Her Bir Sistem	
Adı	Temel Görevleri
Arduino Nano	Kontrol Kartı
BMP180	Basınç verilerini sağlıyor
BMI160	İvme, gyro verilerini sağlıyor
RFM95W	Yer İstasyonu ile haberleşmeyi sağlıyor
Ublox Neo 7m	GPS verilerini sağlıyor

Aviyonik – Özet

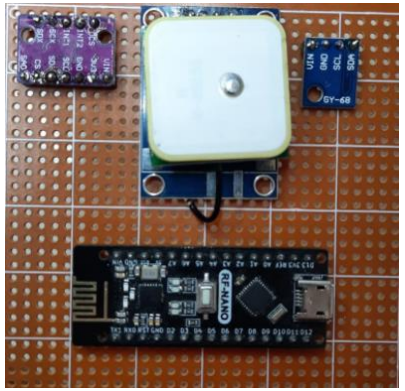
İki Aviyonik Arası Herhangi Bir Bağ Yoktur	Her iki aviyonik birbirinden bağımsız iki anahtar ile çalışmaktadır

Sistemlerden birinin çalışmaması durumunda diğer sistemin tamamen bağımsız olarak çalışması:	Her iki aviyoniğimiz benzer parametreler ile bağımsız olarak çalışıyor bir aviyoniğin çalışmaması durumunda diğeri benzer parametreler ile istenenleri yerine getirebiliyor

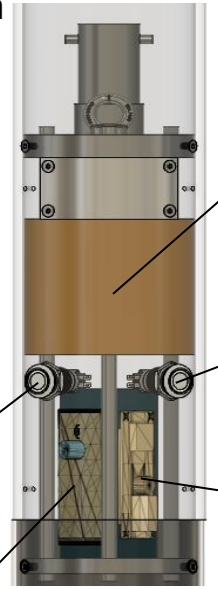
1. Aviyonik Sistemimiz ve 2.Aviyonik Sistemimiz Arasındaki Benzerlikler Ve Farklılıkları	
Benzerlikler	Farklılıklar
Her iki Aviyonikte benzer parametreleri yerine getirecek aynı amaca sahip sensörler bulunuyor	Farklı kontrolcülere sahipler
Aynı piller ile güç alıyorlar.	Farklı sensörler bulunuyor
Benzer amaçları yerine getiren algoritmalar sahipler	Farklı programlar ile hazırlanıyorlar
Benzer fiziksel özelliklere sahipler	Farklı anahtarlara sahipler

Görsel 116: 1. Aviyonik Telemega

Görsel 117: 2.Aviyonik Özgün Sistem



Görsel 118: Aviyonik Üstten Görünüm



Aviyonik Kartlar için özgün tabla geliştirildi

Aviyonik – 1.Sistem Detay/1 (Ticari Sistem)

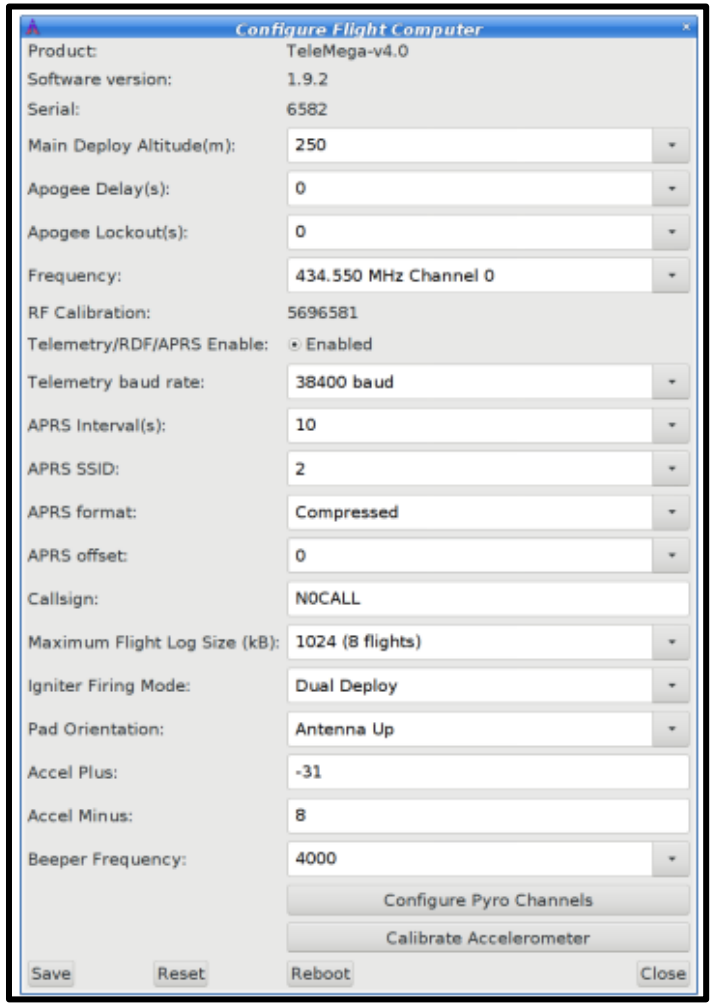
1. sistem olarak şartnamenin “EK-7 Ticari Uçuş Bilgisayarları” ek’inde listelenmiş olan ticari uçuş kontrol bilgisayarları arasından seçilen “Altus Metrum Telemega” sistemi kullanılmıştır.

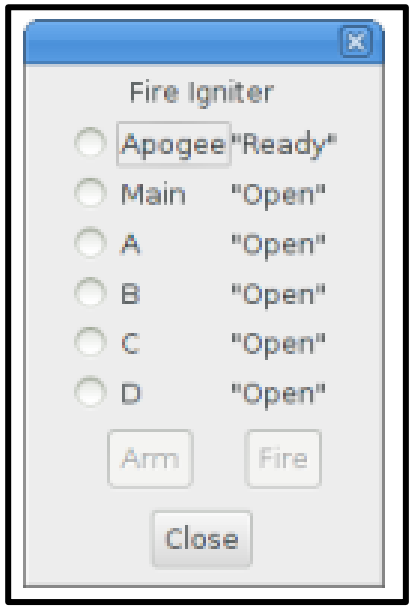
Aviyonik 1. Sistem Tanıtımı		
Tam Adı : Altus Metrum - TELEMEGA	Kodu : 09200 - V5.0	Türü: Ticari Uçuş Bilgisayarı
Ağırlık ve Boyutlar : 24.95 g ve 83mm x 32mm x 16mm	Pil : Anahtara bağlı SONY 3.7v Li-ion pil ile uyumlu çalışmaktadır.	Yer İstasyonu - Haberleşme - Anten : ALTOS uygulaması, kendi Alıcı RF’i TeleDongle yagi anten sistemine gönderiyor.

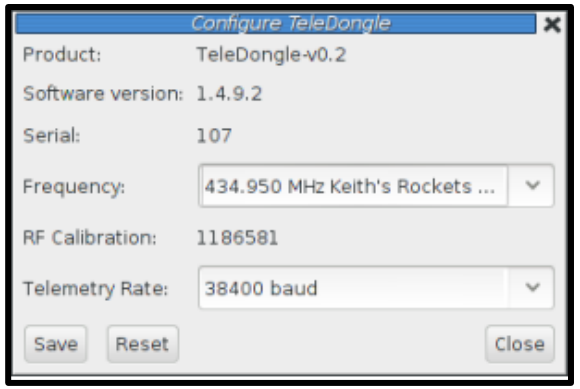
STM32L151	Sistemimizin İşlemcisi
TI CC1200 RF	Sistemimizde Veri göndermede kullanılan RF
Winbond W25Q64FV	Sistemimizde Güç kesintisinde verileri tutuyor
u-blox MAX-8Q GPS	Sistemimize GPS verilerini sağlıyor
MS5607	Sistemimize Yükseklik verilerini sağlıyor
ADXL375	Sistemimize İvme verileni sağlıyor
BMX160	Sistemimize Gyro verilerini sağlıyor

Aviyonik – 1.Sistem Detay/1 (Ticari Sistem)

1.Aviyonik Sistemimizde Kullanılmadan Önce Yapılacak Ayarlar
AltOS programında - Main Deploy Altitude(m) değeri girilecek.
AltOS programında - RF için iletişim aralığı girilecek.
AltOS programında - Buzzer için aralıklar girilecek.
AltOS programında - Kart yönü girilecek.
Atış rampasında aktivasyon butonu (switch) aktif hale getirilerek çalıştırılacak.
Switch aktif hale getirildikten sonra Telemega-yer istasyonu ile bağlantısı veri paketi iletimi denetlenecek.

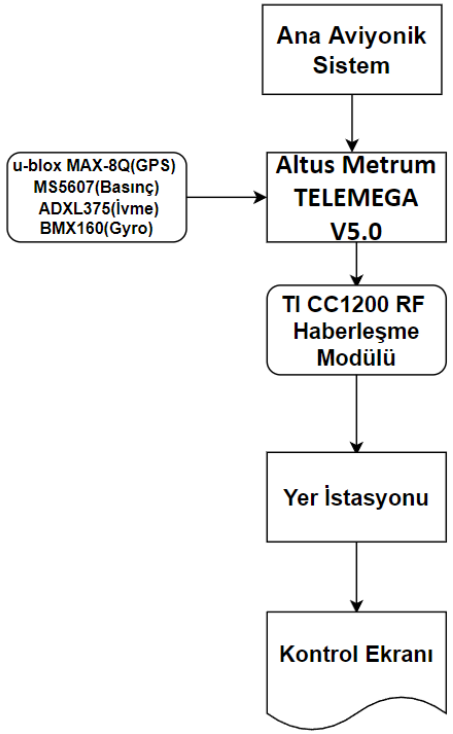




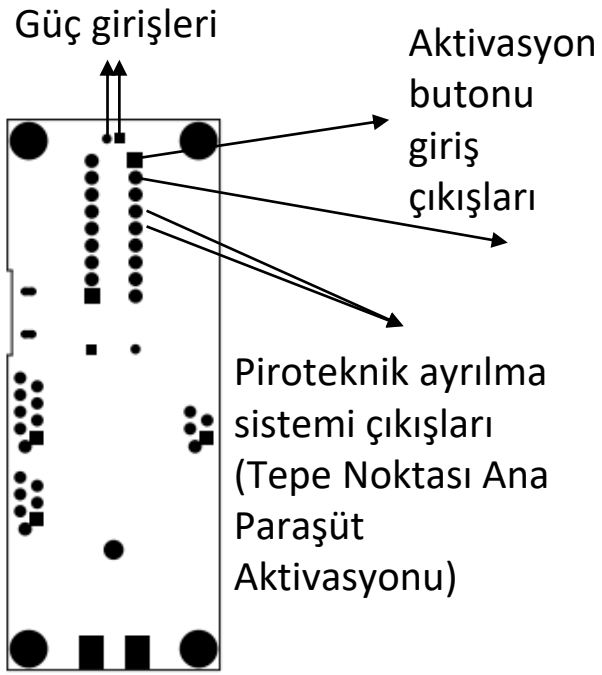


Görsel 119,120, 121: Ayar Sayfaları

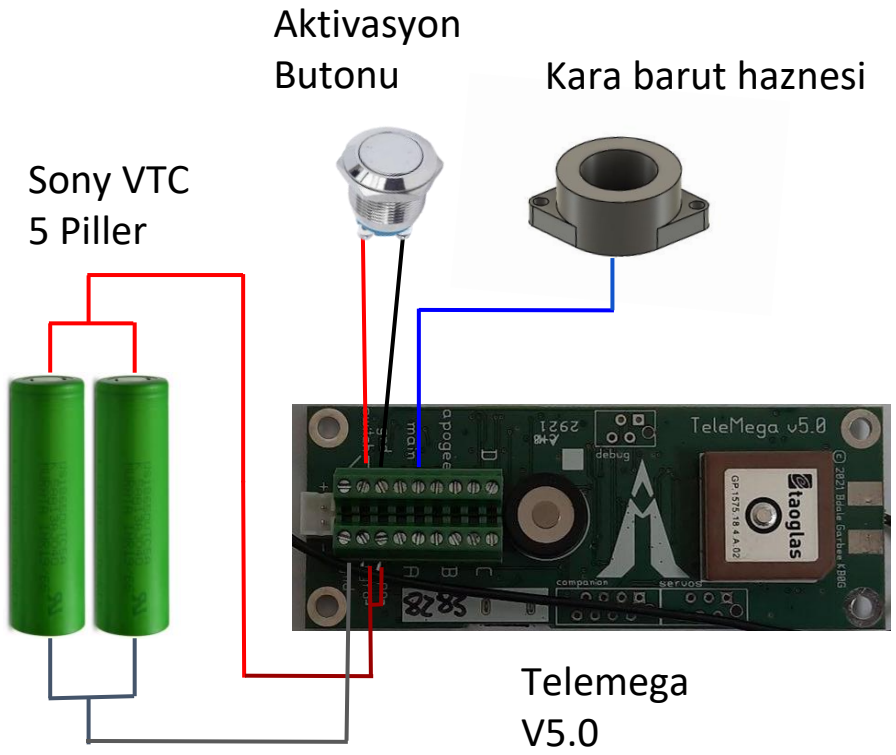
Aviyonik – 1.Sistem Detay/2 (Ticari Sistem)



Görsel 122: Algoritma Akış Şeması

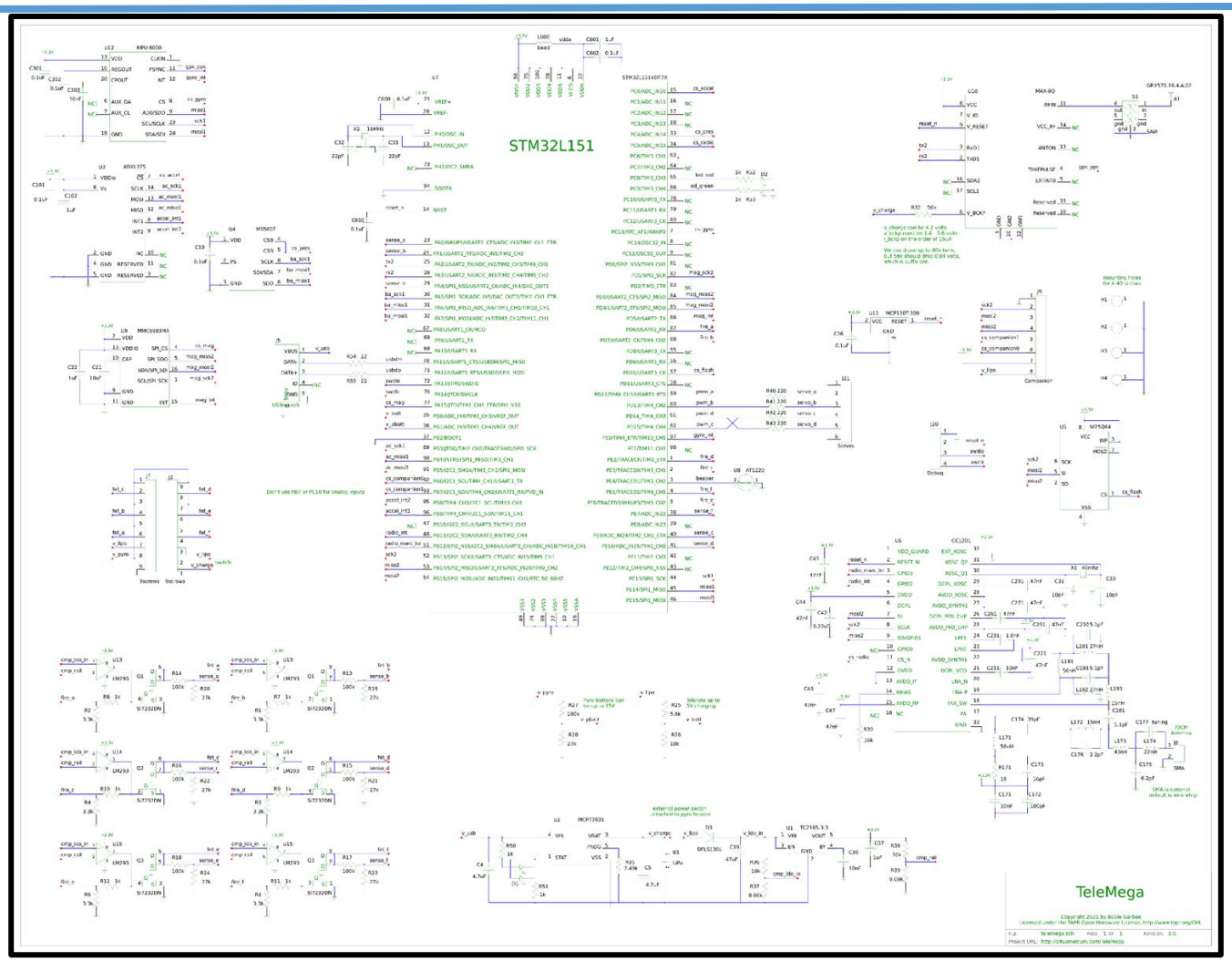


Görsel 123: Telemega Giriş Çıkışları



Görsel 124: Telemega Bağlantı Örneği

Aviyonik – 1.Sistem Detay/2 (Ticari Sistem)



Görsel 125: Telemega V5.0 Tüm sistemlerin bağlantıları Devre Blok Diyagramı

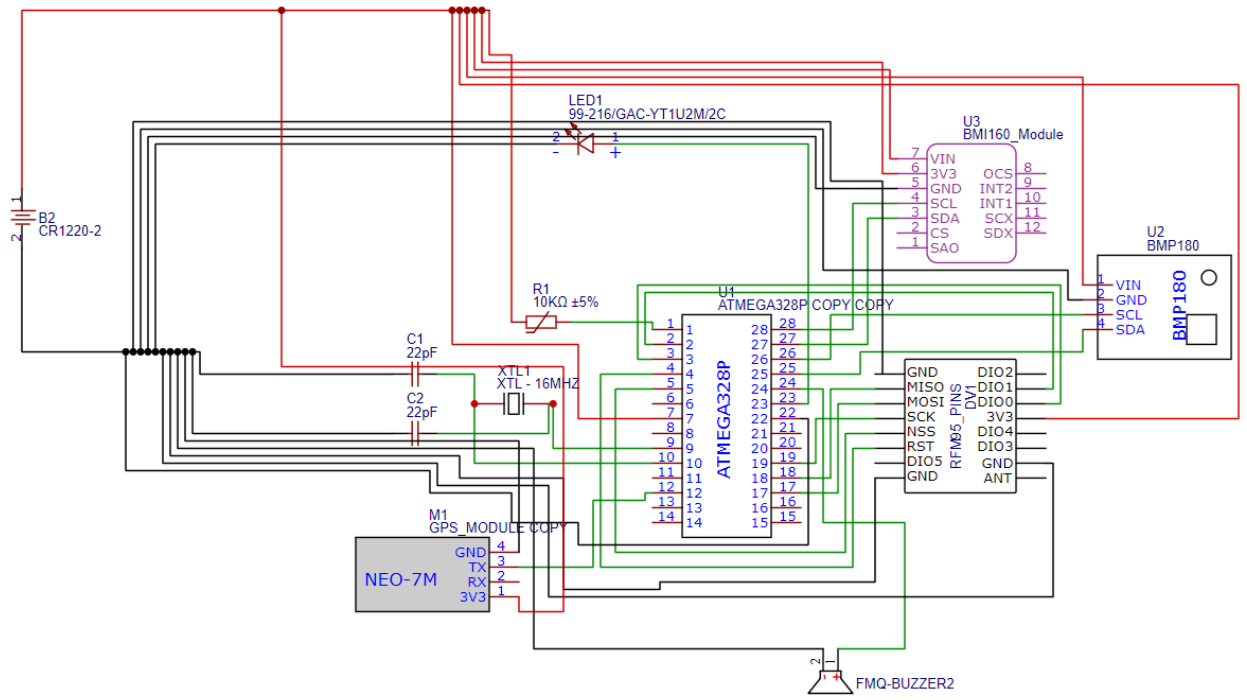
Aviyonik – 2.Sistem Detay/1

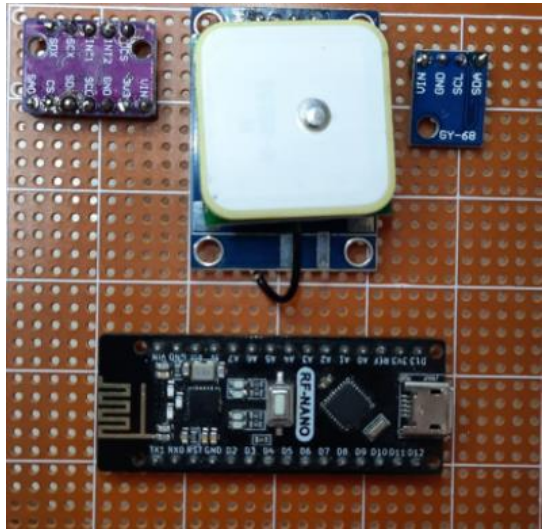
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kurtarma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
Kontrolcü	Arduino Nano	-	-
Basınç Sensörü	BMP 180	Evet	Ayrılma noktasının belirlenmesinde kullanılıyor.
İvme ,Gyro Sensörü	BMU 160	Evet	Ayrılma noktasının belirlenmesinde kullanılıyor.
Haberleşme Modülü	RFM95W 868MHz RF Modü Lora SMD	Hayır	Kurtarma için verileri yer istasyonuna kadar gönderiyor.
GPS Modülü	NEO 7M	Evet	GPS verilerini hazırlıyor.

Aviyonik – 2.Sistem Detay/2

Üretim Yöntemi :	Tüm kompanentler için ilk önce delikli pertinaks üzerine yerleştirilir, sonrasında lehimlenir ve sistem hazır hale gelir

Görsel 126: Pertinaks 2.Aviyonik Sistem Blok Diyagramı

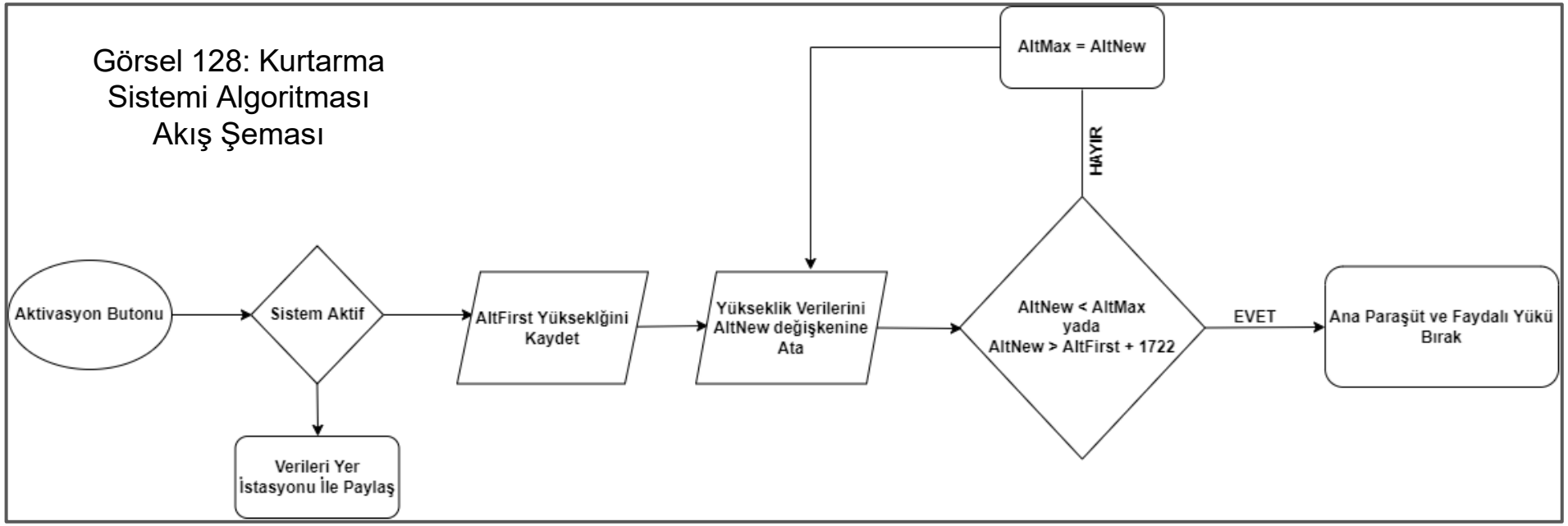




Görsel 127: 2. Aviyonik Kartı

Aviyonik – 2.Sistem Detay/3

Kurtarma Sistemi Algoritması



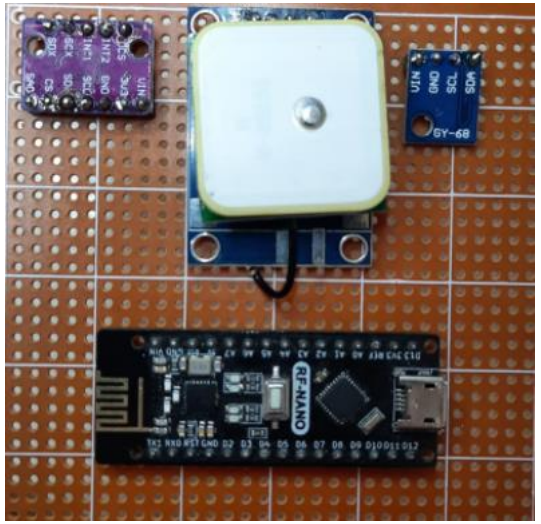
Görsel 128: Kurtarma Sistemi Algoritması Akış Şeması

Uçuş kontrol algoritmasında GPS'den gelen veriler ile ayrılma sistemi tetiklenmemektedir.

2. Sistem Kurtarma Algoritması Açıklama	Yükseklik verileri BMP180 Basınç Sensöründen elde edilmekte. Kurtarma sistemi irtifa kaybını tespit edildiği vakit veya roketin ilk atış konumundan 1722 metre yukarıya çıktığı zaman devreye girmekte. Bir sonraki sayfada, hava basıncı, irtifa, eğim ve ivme verilerinin hangi sensörden alındığı verilmiştir. Bu sensörler iç pazardan satın alınabilmesi dolayısıyla tercih edilmiştir.

Aviyonik – 2.Sistem Detay/3

Görsel 129: Özgün Aviyonik Kartımız



Veri Filtreleme
Kullanılacak Veriler:
Hava Basıncı (Alındığı sensör :BMP180)
İrtifa (Alındığı sensör : BMP180)
Eğim (Alındığı sensör : BMI160)
İvme (Alındığı sensör : BMI160)

Kullanılacak Veri Filtreleme Yöntemleri	Sensör verilerinin filtrelenmesi için Kalman Filtresi kullanılacaktır. Kalman Filtresi bir tahminleme (estimation) yöntemidir. Kalman, modelin önceki bilgileriyle birlikte giriş ve çıkış bilgilerinden sistemin durumlarını tahmin edilebilen bir filtredir. Roket uçuş esnasında ivme, titreşim, hava türbülansları gibi nedenlerle sensörler anlık olarak hatalı ölçümler yapabilir. Uçuş esnasında sensörlerden gelen bu istenmeyen sinyalleri, gürültüleri, tepe ve dip noktalarını önlemek için Kalman Filtresi kullanılması planlanmaktadır. “SimpleKalmanFilter.h” kütüphanesi kullanılacaktır

Algoritmada Kullanılacak Veriler		
Kullanılacak Veriler	Hangi Sensörden Alınıyor?	Görseller
Hava Basıncı	BMP 180	
İrtifa	BMP 180	
Eğim	BMI 160	
İvme	BMI 160	

Görsel 130,131,132,133: BPM 180 ve BMI 160

Aviyonik – İletişim

Kullanacağımız Yer İstasyonu :	Altus Tele Dongle
Kullanacağımız Yer İstasyonu Seçim Kriteri :	Ticari Uçuş Bilgisayarımız için tasarlanmış olması

Yer İstasyonu Bileşenleri	
Seçilmesi Planlanan Modüller	Seçim Kriteri
TI CC1200 RF alıcı - verici	Ticari Uçuş Bilgisayarımızda hali hazırda bulunan RF modülü
TeleDongle	Ticari Yer İstasyonumuzda hali hazırda bulunan alıcı
RFM95W Lora RF 868MHZ	Menzilinin iyi olması

Görsel 134: Yer İstasyonu Malzemeleri

Yer İstasyonuna İletilecek Veriler							
Ne İletilecek ?	Görev Yükü GPS verisi	1. Aviyonik GPS verisi	1.Aviyonik Altimetre Verisi	1. Aviyonik İvme Verisi	2.Aviyonik GPS verisi	2.Aviyonik Basınç Verisi	2. Aviyonik İvme Verisi
Veriler Nereden Alınacak ?	UBlox Neo 7m	TI CC1200	MS5607	ADXL375	UBlox Neo 7m	BMP 180	BMI 160

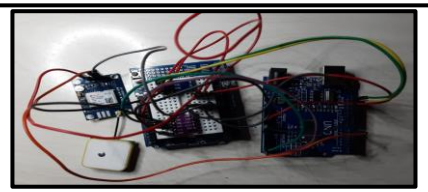
Verici Güç Çıkışı (Ptx)c	20 dBm
Verici Anten Kazancı (Gtx)	5 dbi
Verici Konnektör Kaybı (Ltx)	2 dB
Serbest Uzay Kaybı (Lfs)	114.74 dbm
Anten Kazancı (Grx)	12 dBi
Alıcı Konnektör Kaybı (Lrx)	1 dBm
Alıcı Hassasiyet	-85.74 dBm
İletilceği Bant	868 Mhz
Veri Paketi	APRS
Link Bank Genişliği	820Mhz - 950Mhz

Aviyonik Prototip Testi

Test Adı	Test Tarihi	Testin Yapıldığı Yer	Test Yöntemi	Test Düzeneği Detayları	Testten Elde Edilen Veriler	Testten Elde Edilen Verilerin Yorumlanması
Algoritma Testi	29.04.2022 (Revize için devam edecek)	Ankara Atatürk Lisesi Bahçesi	Hazırlanan düzenek içerisindeki basınç azalır, Roketin uçuşundaki aviyonik tepkimesi ölçülür	Ek basınç almaması için vakumludur, Sızdırmazlık bandı ile desteklenmiştir	Her iki aviyonik sistemimizin algoritmasında kullanılacak veriler.	Uçuş algoritmasının zamanında ve doğru şekilde çalışabilmesinin yorumu.
Kart Fonksiyonellik Testi	30.04.2022 (Revize için devam edecek)	Ankara Atatürk Lisesi Bahçesi	Nihai kartların içinde olduğu düzenek içerisindeki basınç azalır, Roketin uçuşundaki aviyonik fonksiyonlar denenir	Ek basınç almaması için vakumludur, Sızdırmazlık bandı ile desteklenmiştir. Ateşleme gerçekleştirilecek kaplar da sızdırmazlık özelliğine sahiptir.	Her iki aviyonik sistemimizin uçuş esnasında sağlayacağı veriler.	Uçuş algoritmasında kullanılacak verilerin doğru bir şekilde sağlanıp sağlanamamasının yorumu.
İletişim Testi	30.04.2022 (Revize için devam edecek)	İstanbul yolu - Botanik metroları arası	Her iki aviyonik sistemde aynı bant üzerinden verilerini gönderirler , Yer istasyonu ise bu verileri toplar.	İletişimi kesmeyecek alanda, gerçekçi uçuş yolu baz alınarak arada 6 km mesafe bırakılarak yapılmıştır	Yer istasyonu ile her iki aviyonik sistemimizin arasında istenilen bantta iletişim sağlanma sonucu.	Aviyonik sistemin olası uzaklıkta doğru verileri doğru zamanda gönderebilmesi

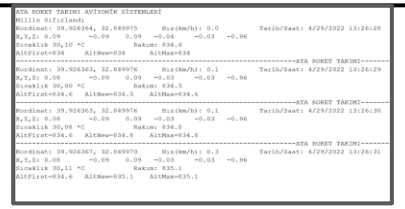
Algoritma Testi

Görsel 135: Aviyonik 1.Sistem

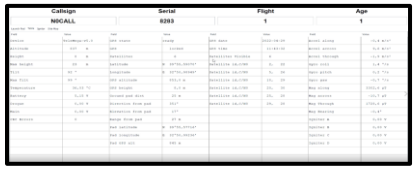


Görsel 136: Aviyonik 2.Sistem (Prototip)

Görsel 137: Test Düzeneği



138: Bilgisayara gelen 2.Aviyonik Verileri



Görsel 139: Bilgisayara gelen 1.Aviyonik Verileri

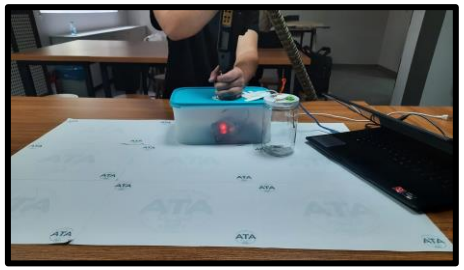
Test videomuz raporların yükleneceği konumda link için ayrılmış yere konulacaktır.

Aviyonik Prototip Testi

Fonksiyonellik Testi

Görsel 140: Aviyonik 1.Sistem

Görsel 141: Aviyonik 2.Sistem



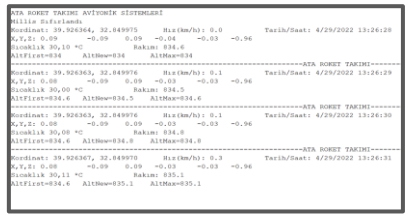
Görsel 142: Test Düzeneği

İletişim Testi

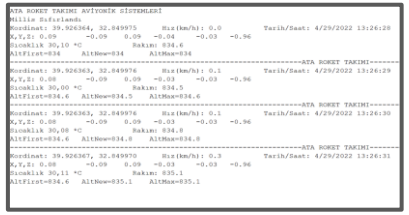
Görsel 143: Aviyonik 1.Sistem

Görsel 144: Aviyonik 2.Sistem

Görsel 145: Yer İstasyonu



Görsel 146: Yer İstasyonuna gelen 2.Aviyonik Verileri



Görsel 147: Yer İstasyonuna 1.Aviyonik Verileri

Bütçe

Alt Sistem Parçası	Üretim Ücret Bilgisi	Açıklama	Toplam Maliyet
Burun Konisi	Bulunmuyor	Sponsorlu(Satın alındı)	800 TL
Kanatçık	Bulunmuyor	Sponsorlu(Satın alındı)	450 TL
Gövde Parçaları	Bulunmuyor	Sponsorlu(Satın alındı)	3200 TL
Gövde İçi Destekler	Bulunmuyor	Sponsorlu(Satın alındı)	600 TL
Kurtarma Sistemleri	Bulunmuyor	Sponsorlu(Satın alındı)	960 TL
Görev Yükü	Bulunmuyor	Sponsorlu(Satın alındı)	500 TL
Aviyonik	Bulunmuyor	Sponsorlu(Satın alındı)	12300 TL

Toplam :	18810 TL.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
1	3.1.1	Yarışmada dört kategori bulunmaktadır; • Lise Kategorisi (5.000 feet)		Slaytlar 3 ve 4	Teknik Resim ve Tablo	Roket 5528,21ft değerine ulaşmaktadır.
2	3.1.3	Yarışmaya Lise Kategorisinde yalnızca lise öğrencileri katılabilir.		Slayt 2	Detaylandırma	Tüm takım üyeleri lise öğrencileridir.
3	3.1.9	Takımlar en az altı (6) en fazla on (10) kişiden oluşmalıdır. Alana en fazla 6 takım üyesi gelebilecektir.		Slayt 2	Detaylandırma	Yarışmaya dokuz(9) kişi bir takım olarak katılınacaktır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
4	3.1.11	Her takımın yarışmaya bir (1) danışmanla katılması zorunludur. Takım danışmanı ile ilgili özellikler ilgili maddede açıklanmıştır.		Slayt 2	Detaylandırma	Bir danışmanımız bulunmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
5	3.2.1.1	Takımlar, fırlatma sonrası rokete ait tüm bileşenleri (alt bileşenler ve sistemler dahil) ve Görev Yükünü tekrar kullanılabilir şekilde kurtarmaktan sorumludurlar. Kurtarmayı sağlamak için paraşütlerin kullanılması zorunludur.		Slaytlar 42,43,44 ve 45	Detaylandırma , Teknik Resim	Kurtarma için paraşütler kullanılıcaktır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
6	3.2.1.6	Roket, tepe noktasına ulaşmadan önce herhangi bir ayrılma gerçekleştiremez (Görev Yükünün bırakılması, paraşütün açılması vb.).		Slayt 5	Teknik Resim, Detaylandırma	Görev Yükü ve paraşüt tepe noktasında ayrılmaktadır.
7	3.2.1.7	Lise kategorisindeki roketler Şekil 2'de örnek olarak belirtilen operasyon konseptini icra etmekle yükümlüdürler.		Slayt 5	Teknik Resim	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
8	3.2.1.8	Lise kategorisindeki roketlerin tek bir paraşüt ile kurtarılması sağlanacaktır (İkincil paraşüt olmayacaktır). Takımlar, paraşütün uçuşun tepe noktasında açılmasını sağlayarak roketi kurtarmaktan ve görev yükünü de tepe noktasında roketten ayırmaktan yükümlüdürler.		Slaytlar 42,43,44 ve 45	Teknik Resim, Detaylandırma	Herhangi bir ikincil (drag) paraşütü bulunmamaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
9	3.2.1.11.1	Lise Kategorisi için L1050 model motor,		Slayt 3	Detaylandırma	Cesaroni 3727L1050-P motoru kullanılmaktadır.
10	3.2.1.20	Görev yükü roketten bağımsız olarak kurtarılacak olup rokete ait tüm parçalar bir arada kurtarılacaktır. Hem Görev Yükü hem de söz konusu parçaların konumunu belirleyen bir sistem (GPS, radyo vericisi vb.) bulunacaktır.		Slayt 46	Teknik Resim, Detaylandırma	Görev yükü roketten bağımsız bir paraşüt ile yere iniş yapacaktır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
11	3.2.2.4.2.	Lise kategorisinde kullanılan tek paraşüt ile roketin ve parçaların hasar görmemesi için paraşütle taşınan yüklerin hızı azami 9 m/s, asgari ise 5 m/s olmalıdır		Slayt 44	Detaylandırma	Görev yükü 5,71m/s, Roket ise 8,02m/s hızında iniş yapacaktır.
12	3.2.2.5	Görev Yükü, roketin parçalarına herhangi bir bağlantısı olmadan (hiçbir noktaya şok kordonu vb. herhangi bir ekipman ile bağlanmadan) tek başına kendi paraşütü ile “bağımsız” olarak indirilmelidir.		Slayt 46	Detaylandırma	Görev yükü roketten bağımsız bir paraşüt ile yere iniş yapacaktır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
13	3.2.2.12	Sistem üzerinde bulunan haberleşme bilgisayarları yer istasyonuyla anlık konum verisini kesintisiz paylaşacaktır.		Slaytlar 49 ve 50	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.
14	3.2.2.13	Her paraşüt birbirinden farklı renkte ve çıplak gözle uzaktan rahat seçilebilir olacaktır (paraşütlerin kesinlikle beyaz ve mavi renklerde veya bu renklerin farklı tonlarında olmaması önemlidir).		Slaytlar 44 ve 45	Detaylandırma ve Teknik Resim	Paraşütlerimizin renkleri bu değere uygundur.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
15	3.2.3.3	Lise kategorisinde asgari 4 kg'lık herhangi bir ağırlık Görev Yükü olarak kabul edilecektir		Slayt 46	Detaylandırma , Teknik Resim	Görev Yükü 4700 gram ağırlığındadır.
16	3.2.4.1	Lise, Orta İrtifa ve Zorlu Görev kategorilerinde yarışacak roketlerin ses altı hızlarda (1 Mach'dan düşük hız) uçmaları gerekmektedir		Slaytlar 3 ve 4	Teknik Resim, Detaylandırma	Roket 0.54 Mach hızındadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
17	3.2.4.3	Roketin tüm parçalarının azamî dış çapları aynı değerde olmalıdır (Kademelerin farklı çaplara sahip olması ve kademeler arasında çap değişimine izin verilmemektedir. Rampa yerleşim kısıtları dahilinde Boat-Tail kullanımına izin verilmektedir.)		Slayt 4	Teknik Resim	Roketin tüm ana gövdelerinin dış çapı 100mm'dir.
18	3.2.4.4	Uçuş kontrol yüzeyleri sabit olmalıdır. Hareketli kontrol yüzeylerine ve aktif kontrol yapılmasına izin verilmemektedir.		Slayt 13	Detaylandırma, Teknik Resim	Kanatçıklar hareketsizdir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
19	3.2.4.5	Tüm kategorilerdeki roketlerin 0.3 Mach'taki stabilite değeri 1.5 ile 2.5 arasında olmalıdır		Slaytlar 3 ve 4	Teknik Resim, Detaylandırma	0.3 Mach'taki stabilite değeri 1,73'dir.
20	3.2.4.7	Rampadan asgari çıkış hızları; Lise Kategorisi için 15 m/s, Orta İrtifa Kategorisi için 25 m/s, Yüksek İrtifa Kategorisi için 30 m/s ve Zorlu Görev Kategorisi için 20 m/s'dir.		Slaytlar 3 ve 5	Detaylandırma, Tablo	Rampadan Çıkış hızı 26m/s'dir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
21	3.2.5.4	Kullanılacak mapaların (İng. eye bolt) tek parça ve dövülmüş çelikten imal edilmiş olması gerekmektedir. Büküm mapalarının kullanımına izin verilmeyecektir. Bu kural mapa yerine kullanılabilecek veya mapa ile benzer kuvvetlere maruz kalabilecek her parça için de geçerlidir.		Slayt 9	Excel Dosyası	M6 çelik mapalar ile çelik M4x10 vidalar kullanılacaktır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
22	3.2.5.5	Burun omuzluğunun diğer gövdeye girecek kısmının gövde dış çapının en az bir buçuk (1.5) katı olması gerekmektedir. Entegrasyon gövdelerinin entegre edilecekleri gövdelerin her ikisine de gövde dış çapının en az (0.75) katı kadar girmesi beklenmektedir. Bu duruma uymamak diskalifiye sebebidir. Örnek burun omuzluğu Şekil 4'te ve örnek entegrasyon gövdesi Şekil 5'te gösterilmiştir		Slaytlar 4, 15 ve 16	Detaylandırma, Teknik Resim	Burun Konisi Omuzluğu ile Entegrasyon uzantıları uzunluğu 150mm'dir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
23	3.2.5.10	Uçuş bilgisayarı ve görev yükündeki tüm anahtarlar roketin nozülünden azami 2500 mm mesafede olmalıdır (Şekil 6).		Slaytlar 3 ve 4	Teknik Resim, Detaylandırma	Roketin Toplam uzunluğu 1740mm'dir, bu değeri aşmamaktadır.
24	3.2.5.11	Roket motoru, bütün gövde bağlantıları tamamlandıktan sonra gerektiğinde demonte edilebilir bir şekilde montajlanmalıdır.		Slayt 32	Teknik Resim, Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
25	3.2.6.4	Lise kategorisinde kullanılacak asgari bir (1) adet uçuş kontrol bilgisayarının ticari ürün olması zorunludur.		Slayt 51	Detaylandırma, Teknik Resim	Kullanılan bilgisayar ticari üründür.
26	3.2.6.13	Uçuş kontrol bilgisayarlarında en az iki (2) adet sensör bulunmalıdır ve uçuş kontrol algoritmasında bu sensörlerden gelen veriler kullanılmalıdır		Slayt 51	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.
27	3.2.6.14	Bütün uçuş kontrol bilgisayarında en az bir (1) adet basınç sensörü olmak zorundadır.		Slayt 51	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
28	3.2.6.16	Uçuş kontrol algoritmasında GPS'den gelen veriler ile ayrılma sistemi tetiklenmemelidir.		Slayt 58	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.
29	3.2.6.23	RF modülünün gücü değerlendirilerek link bant genişliği bütçesinin yapılması ve ilgili tasarım raporlarında sunulması gerekmektedir.		Slayt 60	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
30	3.2.6.26	Uçuş kontrol bilgisayarlarına dışarıdan erişilebilir (Örneğin gövde üzerinden erişilebilir anahtar bulunmalıdır) bir şekilde güç verilebilecek şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır. İpli, şöntlü veya rokete dışarıdan tornavida vb. aletler kullanılarak sistemlerin başlatılmasına izin verilmeyecektir.		Slaytlar 17 ve 35	Detaylandırma	Dışarıdan kontrol için buton eklenmiştir

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
31	4.1.2	Takımların rapor içeriklerinde kendi üretmedikleri tablolar, görseller, denklemler ve benzeri içeriklerin kullanımında ilgili içeriğin alındığı belgeye referans vererek kullanması beklenmektedir. Bu duruma aykırı bir içerik tespit edildiğinde takım kopya çekmiş sayılacak ve yarışmadan diskalifiye edilecektir.		Slayt 97	Detaylandırma	Referanslar sayfası oluşturulmuştur.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
32	4.1.4	İlgili raporların (ÖTR ve KTR) teslimatında takımlar tarafında kontrol listesi doldurulacak ve Yarışma Komitesine raporla birlikte teslim edilecektir. Örnek kontrol listesi EK-1'de sunulmuştur.		Slayt 64	Detaylandırma	-

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
33	4.3.1	Takımlar, Kritik Tasarım Raporunda (KTR) tasarımlarının nihaî üretim, entegrasyon ve test aşamalarına geçmeye hazır olduğuna dair gerekli gerekli analiz ile testleri yapmaktan ve sunmaktan sorumludurlar		Slaytlar 48, 61 ve 62	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
34	4.3.3	ÖTR'de ilk versiyonu sunulacak Hata Modları ve Etkileri Analizine yönelik olarak takımlar tasarım süreci sonunda bu analizi son haline getirmiş olmaları gerekmektedir (Tasarlanmış olan roketle ilgili tüm yapısal, akışkanlar dinamiği, uçuş algoritması yeterlilik vb. analizleri tamamlanmış olmalıdır. Böylece, seçimi yapılmış olan malzemeler, üretim yöntemleri, roket ve bileşenlerinin uçuş koşullarına dayanıklılığı ve uçuş algoritmasının uygunluğu kanıtlanmış olmalıdır).		Slayt 90	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
35	4.3.4	Benzetim süreçleri iteratif olup, roket tasarımının geçirdiği aşamalar neden-sonuç ilişkileriyle birlikte KTR'de sunulmalıdır.		Tüm Sunu	Detaylandırma	Karşılaştırmalar ve malzeme özellikleri bazı slaytlarda verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
36	4.3.6	Sistem entegrasyon şeması kullanılarak açıklanmalıdır (Yani, “Zorlu Görev kategorisi için kademeler birbirlerine nasıl bağlanır” “Burun gövdeye nasıl bağlanır”, “Paraşüt gövdeye nasıl bağlanır”, “Motor yeniden çıkartılabilecek şekilde gövde içerisine nasıl sabitlenir” vb. gibi sorulara yanıt niteliğinde, tüm sistemlerin montajının detayları CAD programından alınmış görseller ile desteklenerek sunumda anlatılmalıdır).		Tüm Sunu	Detaylandırma , Teknik resim	İstenilen değerler istenildiği slaytlarda verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
37	4.3.7	Gövde, burun, elektronik kart vb. gibi tüm sistemlerin nerede, nasıl ve hangi malzemeler ile üretileceğinin bilgisi detaylı olarak verilmelidir.		Tum Sunum	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.
38	4.3.8	Zaman, üretim ve test planlarının hazırlanmış olması gerekmektedir (Planların içeriğinde hangi hafta hangi üretimlerin yapılacağı, hangi tarihlerde bileşenlerin test edileceği gibi detaylı bilgilere yer verilmelidir).		Slayt 38	Teknik Resim	CAD tasarımları verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
38	4.3.9	Tasarımın üretilebilir olduğunun kanıtlanması ve analiz/test sonuçlarının TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine sunulması gerekmektedir.		Tüm Sunu	Detaylandırma	-
39	4.3.11	TEKNOFEST Yarışma Komitesi tarafından takımlara sağlanacak sıcak gaz üretecine esas olacak nihaî analizler (basınç, sıcaklık vb. beklentileri) KTR'de sunulmalıdır.		Slaytlar 40 ve 41	Detaylandırma , Teknik resim	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No.	Karşılama Metodu	Açıklama
40	4.3.12	Raporu destekleyici “.ork” uzantılı Open Rocket dosyaları da rapor ile birlikte teslim edilmelidir.		-	Detaylandırma	Sunulan .ork eklentisinde verilmiştir.
41	4.3.17	Sistem üzerinde bulunan ve bataryalar tarafından beslenen tüm elektronik bileşenler anahtarlama devre şematiklerini içerecek şekilde KTR’de belirtilecektir		Slaytlar 53 ve58	Detaylandırma	İstenilen değerler istenilen slaytta verilmiştir.

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-1	Batarya	Uçuş bilgisayarına güç sağlanması	Pil yuvasının yeterince mukavemete dayanıklı olmaması	Gelen yüksek basınç ve değerler	Uçuş	Uçuş bilgisayarının çalışmaması	Güç kontrolü ve Telimetri veri kontrolü	Mukavemete dayanıklı pil yuvası seçilmesi	Mukavemete dayanıklı pil yuvası seçildi	8

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-2	Uçuş Bilgisayarı	Yer istasyonuna veri gönderilmesi	Yer istasyonu anteninin yeterli menzile sahip olmaması	Uçuş alanının büyük olması	Uçuş	Yer istasyonu na veri alınamam ası	Telimetr i veri kontrol ü	Uzun menzilli yer istasyonu seçilmesi	Uzun menzilli yer istasyonu seçildi	9

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-3	Faydalı Yük	Yer istasyonuna veri gönderilmesi	Yer istasyonu anteninin yeterli menzile sahip olmaması	Uçuş alanının büyük olması	Uçuş	Yer istasyonu na veri alınamam ası	Telimetr i veri kontrol ü	Uzun menzilli yer istasyonu seçilmesi	Uzun menzilli yer istasyonu seçilmesi	9

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-4	Faydalı Yük	Hatalı Veri Gelmesi	Sensörlerin hatalı veri sağlayabilmesi	Kesintisiz veri sağlanması	Uçuş	Yer istasyonuna hatalı veri alınması	Telimetri veri kontrolü	Uygun sensörler seçilmesi	Uygun sensörler seçildi	9

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-5	Uçuş Bilgisayarı	Hatalı Veri Gelmesi	Sensörlerin hatalı veri sağlayabilmesi	Kesintisiz veri sağlanması	Uçuş	Yer istasyonuna hatalı veri alınması	Telimetri veri kontrolü	Uygun sensörler seçilmesi	Uygun sensörler seçildi	9

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-6	Paraşüt	Roketin yere inişinin güvenle sağlaması	Paraşütün yanması	Barutlu sistemin kıvılcım çıkartması	Tepe noktası	Roketin yere hızlı bir şekilde düşmesi	Görsel muayene	Yanmaz kumaş tercih edilmesi	Yanmaz kumaş tercih edildi	10

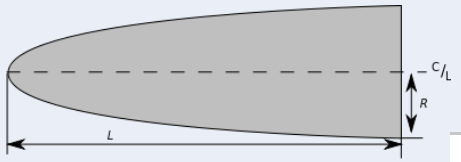
HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-7	Paraşüt ipi	Roketin yere güvenle inişinin sağlaması	İpin fazla ağırlıktan kopması	İplere eşit yük dağılmaması	Tepe noktası	Roketin yere hızlı bir şekilde düşmesi	Görsel muayene	İplerin doğru konumlara bağlanması	İpler doğru konumlara bağlandı	10

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No.	Öge/ Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür / Görev Süresi	Hata Etkisi	Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri	Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
HT-8	Kanatçık Sistemi	Roketin aerodinamik bütünlüğünün sağlanması	Kanatçık sisteminin yüksek hıza dayanamaması	Kanatçık sistemin yanlış üretilmemesi	Uçuş süresi	Roketin yere çakılması	Görsel muayene	Kaynaklama işleminin özenle gerçekleşmesi	Kaynaklama işlemi özenle gerçekleşti	10

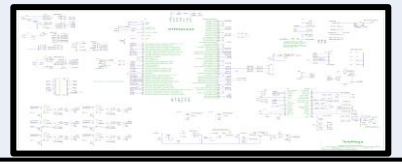
REFERANSLAR

İçerik Adı	İçerik Görseli	İçerik Linki
Görsel 7:Burun Konisi Şekli Förmülü	 $y = R\sqrt{1 - \frac{x^2}{L^2}}$	https://tr.wikipedia.org/wiki/Burun_konisi_tasar%C4%B1m%C4%B1
Görsel 90: Kibrit Başı		https://www.onkagrup.com.tr/Resimler/02800.jpg
Görsel 92: Yanmaz Kumaş		https://st3.myideasoft.com/idea/bc/15/myassets/products/271/glryz-g-yk-1_min.jpg?revision=1601112047

REFERANSLAR

İçerik Adı	İçerik Görseli	İçerik Linki
Görsel 93: Karabarut		https://tr.wikipedia.org/wiki/Karabarut
Görsel 96: RF Alıcısı		https://www.onkagrup.com.tr/Resimler/02800.jpg
Görsel 97: U-blox		https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQYdcJ2SRnknZzTViskDou-DbACtAAu6QcMCQ&usqp=CAU
Görsel 98: Ublox Neo		https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSnyHaEWLk3ikNV6WL8oQMpDliNAdSwk0VrPg&usqp=CAU

REFERANSLAR

İçerik Adı	İçerik Görseli	İçerik Linki
Görsel 99: Lora Modülü		https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSi2F5mqK0RXBX4KP4F4wZ4D3g-ATEZT-6RQw&usqp=CAU
Görsel 02: Teknotakip	teknotakip	https://www.teknotakip.com.tr/wp-content/uploads/2017/11/teknotakip_logo_retina.png
Görsel 125: Telemega V5.0 Tüm sistemlerin bağlantıları Devre Blok Diyagramı		https://altusmetrum.org/TeleMega/v5.0/telemega-sch.pdf