



TEKNOFEST 2022 ROKET YARIŞMASI Orta İrtifa Kategorisi Kritik Tasarım Raporu (KTR) Sunusu KONURALP



Takım Yapısı



Danışman

Mert KILINÇEL

Düzce Üniversitesi Dr. Öğr. Üyesi
Makine Mühendisliği Bölümü



Kaptan Emin ÖZTÜRK

Düzce Üniversitesi
Makine Mühendisliği
Yüksek Lisans
Solidworks, Ansys, Kompozit
Malzemeler

Kaptan



Osman Tayyip KAPLAN

Düzce Üniversitesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği
4.Sınıf
Kart Tasarımı, Aviyonik



Yusuf GÜLTEKİN

Düzce Üniversitesi
Mekatronik Mühendisliği
4.Sınıf
Avinyok, Yazılım, Kurtarma
Sistemi



Ali KÜÇÜKARZUMAN

Düzce Üniversitesi
Mekatronik Mühendisliği
4.Sınıf
Solidworks, Talaşlı İmalat



Eda EKREM

Düzce Üniversitesi
Mekatronik Mühendisliği
4.Sınıf
Solidworks, Arduino, Tasarım
Yabancı Uyruklu Öğrenci



Mürsel Buğra ÖZDEMİR

Düzce Üniversitesi
Makine Mühendisliği
4. Sınıf
Analiz



Ali Cevahir ERKANİ

Düzce Üniversitesi
Mekatronik Mühendisliği
3.Sınıf
Mekanik Montaj



Ahmet KÖMÜRCÜ

Düzce Üniversitesi
Makine Mühendisliği
Yüksek Lisans
Kompozit İmalat



Alihan CAKIR

Düzce Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği
2. Sınıf
Haberleşme



Ahmet ÇİÇEK

Düzce Fen ve Teknoloji
Hafız A.İ.H.L
10. Sınıf
Elektronik



KONURALP

ROKET TAKIMI



Yarışma Roketi Genel Bilgiler



Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler

	Ölçü
Boy (mm):	2560 mm
Çap (mm):	125 mm
Roketin Kuru Ağırlığı (g):	22016 g
Yakıt Kütlesi (g):	4349 g
Motorun Kuru Ağırlığı (g):	2683 g
Faydalı Yük Ağırlığı (g):	4030 g
Toplam Kalkış Ağırlığı (g):	26365 g

Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri

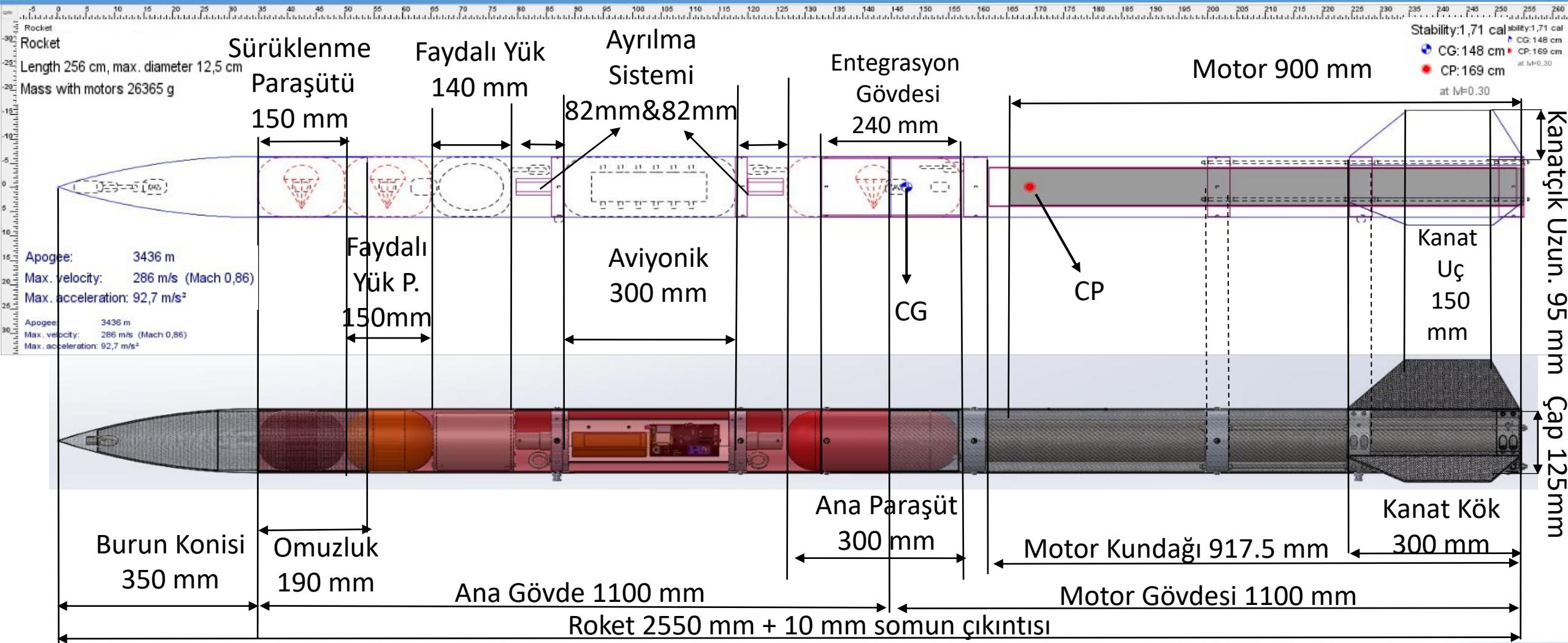
	Ölçü
Kalkış İtki/Ağırlık Oranı:	99,26
Rampa Çıkış Hızı (m/s):	33,7 m/s
Stabilite (0.3 Mach için):	1,71
En büyük ivme (g):	92,7 m/s ²
En Yüksek Hız (m/s):	286 m/s
En Yüksek Mach Sayısı:	0,86
Tepe Noktası İrtifası (m):	3437 m

Motor

CESARONİ TECHNOLOGY INC.
8429-M2020

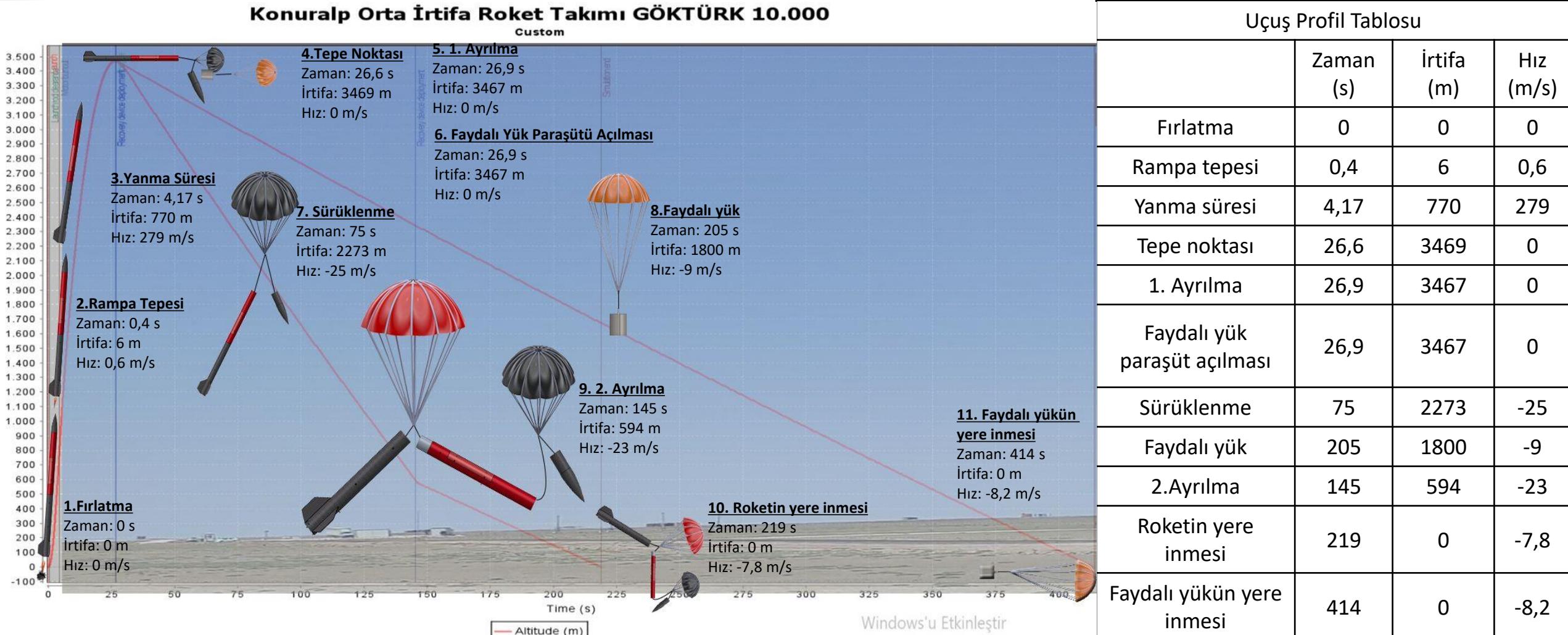


Genel Tasarım





Operasyon Konsepti (CONOPS)





ÖTR - KTR Değişimler - 1



Değişim Konusu	ÖTR'de Hangi Sayfada	ÖTR'de ki İçerik Neydi	KTR'de ki İçerik Neydi	KTR'de Hangi Sayfada
Üye Değişikliği	2	-	-	2
Motor Değişikliği - Boyutsal Parametreler	10 - 15	H11 motora göre tasarım yapılmıştır.	M2020 motora göre tasarım yapılmıştır.	11 - 35
Roket kütlesi	22 ve 24	Yakıt tüketimi sonrası roket kütlesi 20,356 kg olarak alındı.	Yakıt tüketimi sonrası roket kütlesi 17,189 kg olarak güncellendi.	51
Görev yükü kütlesi	22 ve 24	Kütle 4,239 kg olarak alındı.	Kütle 4.030 kg olarak güncellendi.	51
Ana paraşüt taşıyacağı kütle	24	Kütle 20,356 kg olarak alındı.	Kütle 16,366 kg olarak güncellendi.	51
Ana paraşüt hızı	24	Hesaplamalar sonucunda tahmini ana paraşüt hızı 8,378 m/s olarak belirlendi.	Hesaplamalar sonucunda tahmini ana paraşüt hızı 8,53 m/s olarak güncellendi.	51



ÖTR - KTR Değişimler - 2



Değişim Konusu	Yeni İçerik Konusu	KTR'deki İçerik Detayı	KTR'de Hangi Sayfada
M2020 Motor Kullanılması	Motor gövdesi ve alt sistemleri eklenmiştir.	Motor Gövdesi Motor Kapağı Motor Yuvası Motor Durdurucu Halkası Motor Merkezleme Halkası Kanat Merkezleme Halkası	19-20-21-22-24-25-26-27-28- 29-32-33-36-37-38



Uçuş Benzetim Raporu (UBR)



BİLGİLENDİRME

- Uçuş benzetimi simülasyonunu içeren "Konuralp Roket Takımı Uçuş Benzetim Raporu (UBR).pdf" isimli dosya, Kritik Tasarım Raporuyla (KTR ile) birlikte; belirtilen talimatlar doğrultusunda sisteme yüklenmiştir.



Kütle Bütçesi



BİLGİLENDİRME

- Kütle Bütçesi konu başlığı bilgilerini içeren, belirtilen excel formatına göre hazırlanan "Konuralp Roket Takımı Kütle Bütçesi.xlsx" isimli dosya; Kritik Tasarım Raporuyla (KTR ile) beraber sisteme yüklenmiştir.

Örnek Kütle Bütçesi



Roket Alt Sistem Detayları



Burun Konisi Mekanik Görünüm



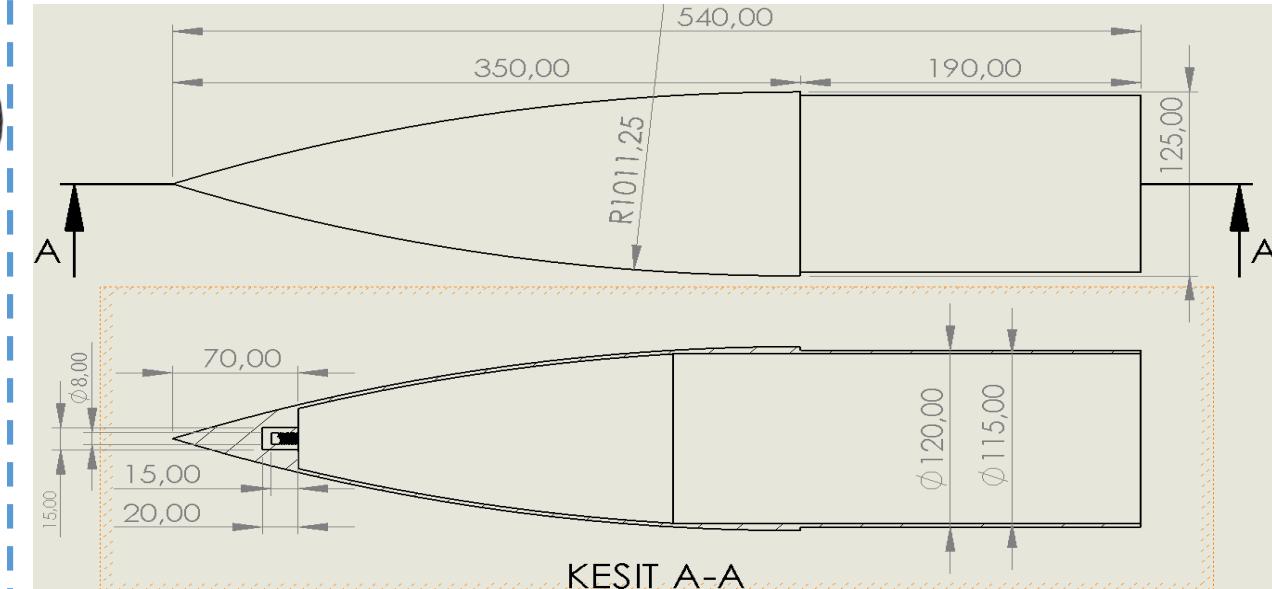
Resim 1.1: Burun Konisi CAD



Resim 1.2: Burun ve Ana Gövde Sıkı Geçme



Resim 1.3: Mapa Tutucu



KESİT A-A

Burun

Dış Çap	125 mm	Omuzluk Uzunluğu	190 mm
Uzunluğu	540 mm	Geometri	Ogive
Et Kalınlığı	2,5 mm	Kütle	815 g

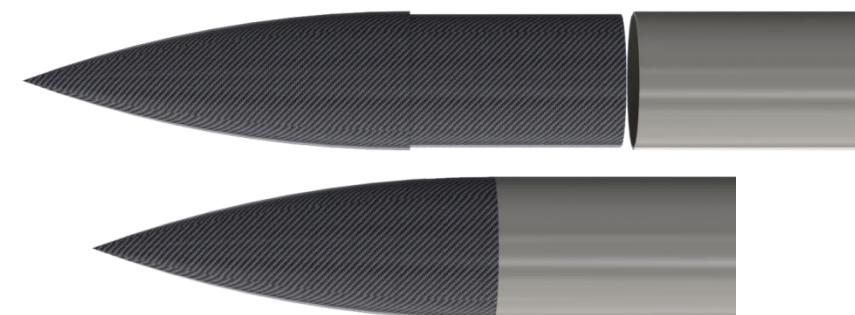
Şartnamede belirtildiği üzere burun omuzluğu gövde çapının en az 1.5 katı olarak tasarlanmıştır.



Burun Konisi – Detay



Karbonfiber Mekanik Özellikler				MALZEME KARŞILAŞTIRMA TABLOSU				
Yoğunluk	1.8 g/cm ³	Kopma Uzaması	%1,6-2,2	Malzeme Karbonfiber	Maliyet	Üretilebilirlik	Mekanik Dayanım	Kütle
Çekme Dayanımı	2900 Mpa	Akma Dayanımı	1100 Mpa		Pahalı	Zor	Çok Dayanıklı	Çok Hafif
Isıl Genleşme	2 µm/mk	Poisson Oranı	0.29		Alüminyum	Ucuz	Kolay	Az Dayanıklı
Elastisite Modülü	22 Gpa	Elektriksel Öz Direnç	1650 µΩ		Fiberglass	Orta	Zor	Dayanıklı



Resim 1.4: Burun ve Ana Gövde Sıkı Geçme

Üretim Yöntemi	Maliyet	Üretim	Kütle	Dayanıklılık
Vakum İnfüzyon	Pahalı	Zor	Çok Hafif	Çok Yüksek
Elle Yatırma	Ucuz	Kolay	Ağır	Düşük
Prepreg Kürleme	Pahalı	Orta	Hafif	Yüksek

Üretim yönteminde maliyet, kütle ve dayanıklılık dikkate alınmıştır. Bu yüzden otoklav dışında prepreg kürleme yöntemi seçilmiştir.



Burun Konisi – Detay



Burun Konisi Eğrisinin Denklemi (Ogive) [1]

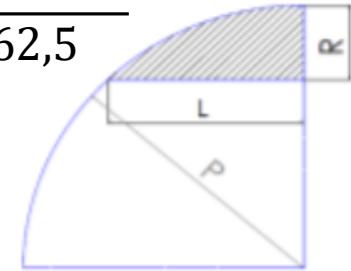
$$P = \frac{R^2 + L^2}{2R} \quad P = \frac{62,5^2 + 350^2}{2 \times 62,5}$$

$$P = 1101.25 \text{ mm}$$

P = Ogive Yarıçapı

R = Taban Yarıçapı

L = Burun Konisi Uzunluğu



Burun Konisi Geometri Seçimi Tablosu

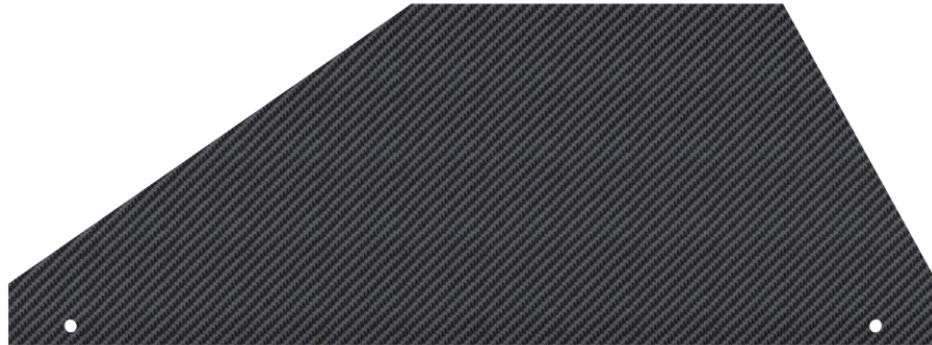
Geometri	Avantaj	Dezavantaj
Konik	Üretimi kolaydır.	Hasar alma olasılığı yüksektir.
Ogive	Aerodinamik olarak üstündür.	Üretimi zordur.

Montaj: Burnun ucunda bulunan mapa tutucuya, M8 mapa montajlanır. Dış çapı 120 mm, iç çapı 115 mm olan burun omuzluğu iç çapı 120 mm olan ana gövdeye sıkı geçme ile montajlanır.

Üretim: Tasarımı yapılan burun konisi ahşap (mdf) malzemeye cnc routerda 2 parça halinde işlenecektir. İşlenen parçalar erkek modeli temsil edecektir . Erkek modeller üzerine vernik ve epoksi uygulaması ile yüzey daha sert, rijit ve parlak hale getirilir. Ardından yüzey üzerine sırası ile parlatmak amaçlı zımpara, pasta, kalıp ayırıcı, jelkot, cam elyaf ve polyester reçine uygulaması yapılır. Bu uygulama sonunda ise fiber dışı kalıp elde edilmiş olacaktır. Bu uygulama iki defa tekrarlanarak 2 adet kalıp elde edilecektir. Bu kalıplardan ürün alırken ise her ikisinin için prepreg karbon elyaflar kalıba yerleştirilir ardından soyma kumaşı ve diğer vakum ekipmanları kullanılarak ayrı ayrı vakumlanıp, kürlemek için fırına konulacaktır. Ürünler kürlendikten sonra ise iç kısımlardan birbirine birleştirilebilmeleri için karbon fitiller hazırlanacak ve bu fitiller epoksi ile ıslatılacak ardından kalıplar birbiri üstüne kapatılacaktır. Kürlenme işleminin ardından kalıplar açılarak burun konisi elde edilmiş olacaktır. Ardından uç kısmına mapa tutucu epoksi ile yapıştırılacaktır.



Kanatçık Mekanik Görünüm

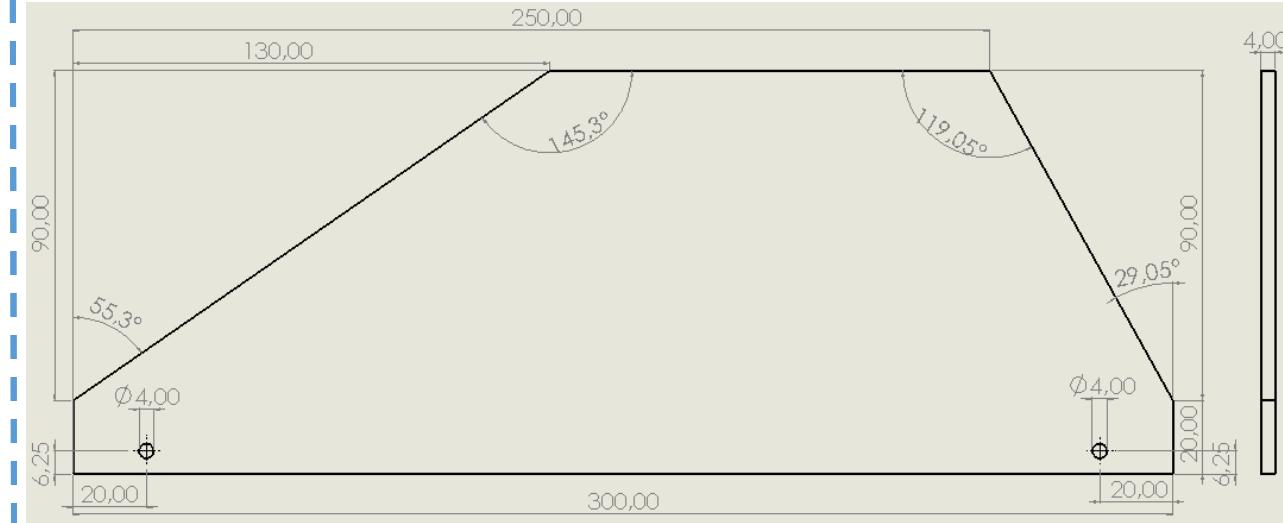


Resim 1.5: Kanat CAD



Resim 1.6: Kanat Montaj CAD

2 adet kanat merkezleme halkası ve motor merkezleme halkası M6 gijon ve M6 somun yardımı ile birbirlerine sabitlenecektir. Daha sonra kanatlar, kanat merkezleme halkalarına M4*20 civata ve M4 somun yardımı ile montajlanacaktır.



Aerodinamik avantaj ve düşük sürtünme kuvvetinden dolayı 3 adet kanat tercih edilmiştir. Kanatların üzerine kanat sabitleme halkalarına montajlanmak için 2' şer adet 4 mm' lik delik açılacaktır. Kanat malzemesi olarak karbon fiber kullanılacaktır.

Kanat Kütlesi	Kanat Kök Uzunluğu	Kanat Uç	Kanat Yüksekliği	Cidar
157 g	300 mm	120 mm	90 mm	4 mm



Kanatçık – Detay



Karbon Fiber Mekanik Özellikler				MALZEME KARŞILAŞTIRMA TABLOSU				
Yoğunluk	1.8 g/cm ³	Kopma Uzaması	%1,6 - 2,2	Malzeme	Maliyet	Üretilebilirlik	Mekanik Dayanım	Kütle
Çekme Dayanımı	2900 MPa	Akma Dayanımı	1100 MPa	Karbon fiber	Pahalı	Zor	Çok Dayanıklı	Çok Hafif
Isıl Genleşme	2 µm/mk	Poisson Oranı	0.29	Alüminyum	Ucuz	Kolay	Az Dayanıklı	Ağır
Elastisite Modülü	22 GPa	Elektriksel Öz Direnç	1650 µΩ	Cam fiber	Orta	Zor	Dayanıklı	Hafif

Malzeme seçiminde mekanik dayanım ve kütle göz önüne alınmıştır. Bu kriterler göz önüne alınarak karbon fiber malzeme tercih edilmiştir.

ÜRETİM YÖNTEMİ KARŞILAŞTIRMA TABLOSU



Resim 1.7: Kanat Montaj CAD

Üretim Yöntemi	Maliyet	Üretim	Kütle	Dayanıklılık
Vakum İnfüzyon	Orta	Zor	Hafif	Yüksek
Prepreg kürleme	Pahalı	Orta	Hafif	Yüksek
Elle Yatırma	Ucuz	Kolay	Ağır	Düşük

Üretim yönteminde kütle, üretim ve dayanıklılık parametreleri göz önüne alındığı için otoklav dışında prepreg kürleme yöntemi seçilmiştir.



Kanatçık – Detay

Özellik		Kapsam
Malzeme Bilgileri	:	Malzeme seçimi üç farklı tip malzeme arasından yapılmıştır. Bunlar alüminyum, karbon fiber ve cam fiber malzemelerdir. Karbon fiberin mekanik özellikleri cam fiber ve alüminiyuma göre daha iyidir. Bunun yanında kütlesi düşük olması sebebiyle karbon fiber seçilmiştir.
Üretim Yöntemleri	:	Kanat üretiminde, temiz bir cam yüzeyine kalıp ayırıcı sürülecektir. Karbon fiber prepreg malzeme 600mm * 600 mm boyutlarında kesilecektir. Kesilen prepregler cam yüzeyine yerleştirilecek ve vakum poşeti ile üstü kapatılacaktır. Vakum pompası ile poşetin içine yerleştirilen prepreg vakumlanacaktır. Cam üzerine serili prepreg seramik yapılı bir infrared kürleme ünitesinin üzerine yerleştirilecektir. Prepregler üreticinin önerdiği şekilde $5^{\circ}\text{C}/\text{dk}$ ısıtma hızında 120°C sıcaklıkta 2 saat kürlenme işlemine tabi tutulacaktır. Ardından ürün cam yüzeyinden kama kullanımı ile ayrılacaktır. Elde edilen ürün CNC Router da CAM programı yapılip istenilen ölçülerde kesilecektir.



Resim 1.8: Kanat Kesiti

Kanatçık Tipi	Kanatçık Kesiti
Trapezoidal	Aerodinamik Kesit

Kanat Montaj

2 adet kanat merkezleme halkası ve 1 adet motor merkezleme halkası M6 gijon ve M6 somun ile birbirlerine montajlanır. Kanat merkezleme halkarında bulunan 4 mm genişliğindeki kanat kanallarına kanatçıklar yerleştirilir. Her kanatçık üzerinde 4 mm lik 2 adet montaj deliği bulunmaktadır. Kanat merkezleme halkarına bu montaj deliklerinden M4 somun ve M4 civata yardımı ile kanatçıklar sabitlenir. Hazırlanan sistem motor gövdesinde bulunan kanatçık yuvalarına yerleştirilerek itilir.



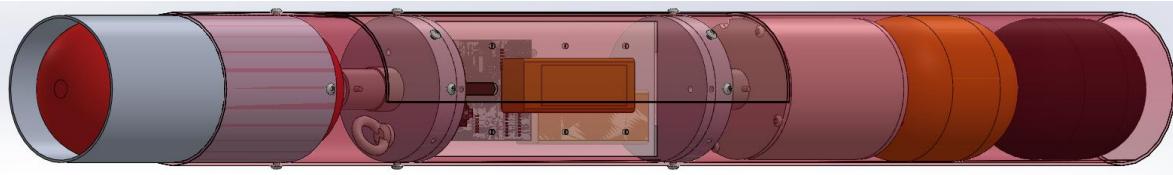
Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm



Resim 1.9: Ana Gövde CAD

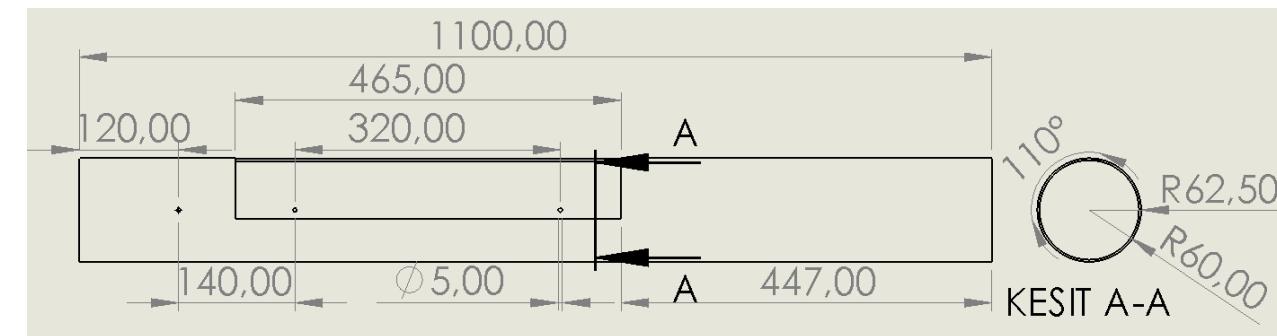


Resim 1.10: Ana Gövde Montaj CAD



Resim 1.11: Ana Gövde Montaj Şeffaf CAD

Parça	Adet	Kütle (g)
Ana Gövde	1	2120 g



Ana gövdenin dış çapı 125 mm iç çapı 120 mm ve et kalınlığı 2,5 mm olacak şekilde tasarlanmıştır. Ana gövdenin boyu 1200 mm dir. Ana gövdenin üzerinde aviyonik kapak boşluğu, 2 adet 3,5 mm çapında aviyonik basınç deliği , 3 adet 5 mm çapında montaj deliği ve 4 mm çapında ray butonu için montaj deliği bulunmaktadır. Aviyonik kapak boşluğu 110 derece olacak şekilde 240 mm uzunlığında kesilmiştir.



Yapısal – Gövde Parçaları

Ana Gövde Malzeme Karşılaştırma Tablosu

Malzeme	Maliyet	Mekanik Dayanım	Kütle	Üretilebilirlik	Sinyal Geçirme
Karbon fiber	Pahalı	Çok Dayanıklı	Hafif	Zor	Geçirmez
Cam elyaf	Orta	Orta	Orta	Zor	Geçirir
Alüminyum	Ucuz	Dayanıklı	Ağır	Kolay	Faraday Kafesi Oluşturabilir

Malzeme seçiminde; maliyet, kütle ve sinyal geçirme kriterlerine bakıldığı için cam elyaf malzeme seçilmiştir.

Üretim Yöntemi Seçimi

Roll wrapping yöntemi seçilmiştir. El yatırma yöntemine göre daha kolay üretim, daha hafif kütle, daha homojen yapı aynı zamanda daha az hata oranı olacağı için roll wrapping yöntemi seçilmiştir.

Üretim: Dış çapı 120 mm olan kalıba, kalıp ayırıcı sürülecektir. Cam prepreg dondurucudan çıkarılıp istenilen ölçülerde hazırlanacaktır. Cam prepreg kalıba 2,5 mm kalınlık elde edilene kadar sarılacaktır. Kürlenmesi için 120 derece sıcaklıkta ki fırında 2 saat bekletilmesi planlanmaktadır. Fırından alınan ürün, kalıptan çıkartılacaktır. Divizör yardımı ile üzerindeki delikler ve aviyonik kapak boşluğu açılacaktır.

Fiberglas Mekanik Özellikleri

Yoğunluk	2,58 g/cm ³
Akma Dayanımı	1349 MPa
Çekme Dayanımı	1921 MPa
% Kopma Uzaması	3,3-4,8
Elastisite Modülü	72,4 GPa
Isıl Genleşme	5 µm / mK



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

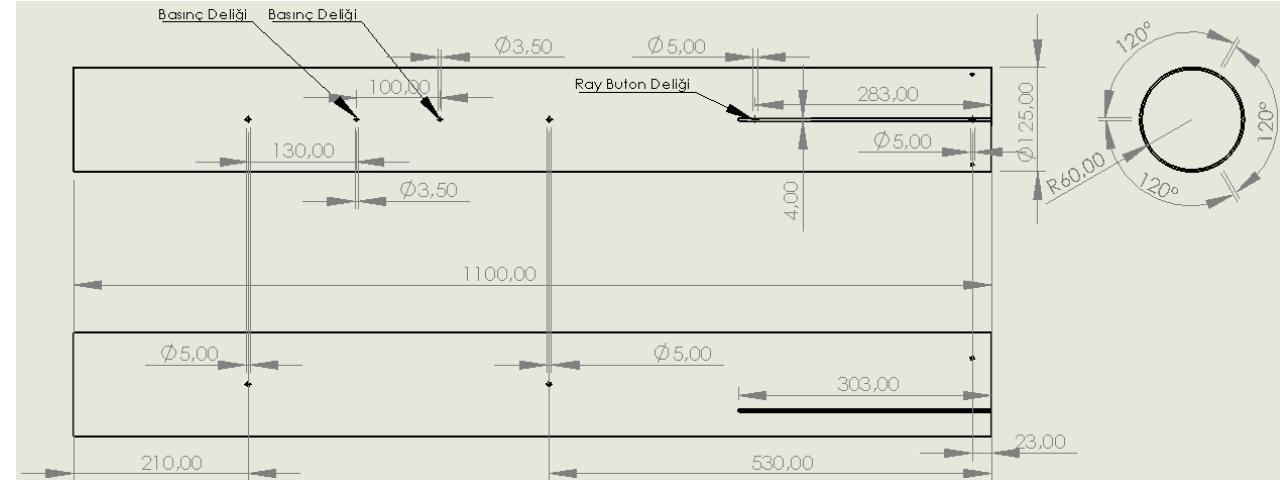


Resim 1.12: Motor Gövdesi CAD



Resim 1.13: Motor Gövdesi Montaj CAD

Parça	Adet	Kütle (g)
Motor Gövdesi	1	1860 g



Motor gövdesinin dış çapı 125 mm , iç çapı ise 120 mm ve et kalınlığı 2,5 mm olacak şekilde tasarlanmıştır. Motor gövdesinin uzunluğu 1100 mm'dir. Motor gövdesinin üzerinde kanatların girebilmesi için 303 mm uzunluğunda 4 mm genişliğinde kanat kanalı açılacaktır. Motor gövdesi üzerinde 2 adet 3,5 mm çapında basınç deliği bulunacaktır. 11 adet 5 mm çapında cıvata montaj deliği bulunacaktır.



Yapısal – Gövde Parçaları

Ana Gövde Malzeme Karşılaştırma Tablosu

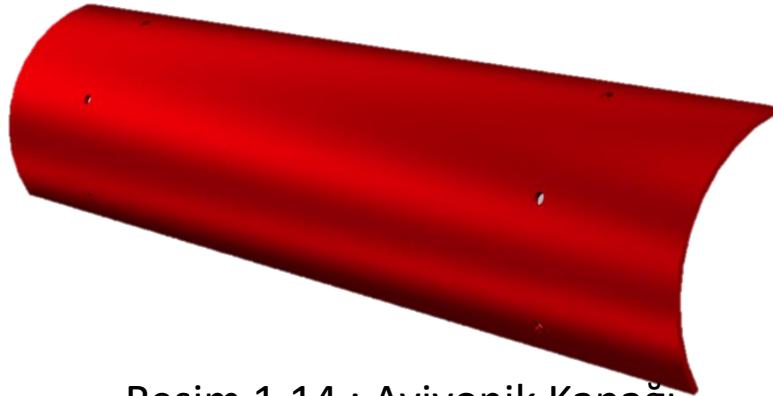
Malzeme	Maliyet	Mekanik Dayanım	Kütle	Üretilebilirlik	Sinyal Geçirme
Karbonfiber	Çok Pahalı	Çok Dayanıklı	Hafif	Zor	Geçirmez
Cam Elyaf	Pahalı	Dayanıklı	Hafif	Zor	Geçirir
Alüminyum	Ucuz	Dayanıklı	Ağır	Kolay	Faraday Kafesi Oluşturabilir

Malzeme seçiminde; mekanik dayanıklılık , kütle ve ısıl dayanıklılık göz önünde bulundurulduğu için karbon fiber seçilmiştir.

Karbonfiber Mekanik Özellikler		Üretim Yöntemi Seçimi
Yoğunluk	1.8 g/cm ³	Roll wrapping yöntemi seçilmiştir. El yatırma yöntemine göre daha kolay üretim, daha hafif kütle, daha homojen yapı aynı zamanda daha az hata oranı olacağı için roll wrapping yöntemi seçilmiştir.
Çekme Dayanımı	2900 Mpa	
Isıl Genleşme	2 µm/mk	Üretim: Dış çapı 120 mm olan çelik kalıba, kalıp ayırıcı sürülecektir. Karbon prepreg dondurucudan çıkarılıp istenilen ölçülerde hazırlanacaktır. Karbon prepreg kalıba 2,5 mm kalınlık elde edilene kadar sarılacaktır. Kürlenmesi için 120 derece sıcaklıkta ki fırında 2 saat bekletilmesi planlanmaktadır. Fırından alınan ürün, kalıptan çıkartılacaktır. Divizör yardımı ile üzerindeki delikler ve kanatçık yuvası açılacaktır.
Elastisite Modülü	22 Gpa	
Kopma Uzaması	%1,6-2,2	
Akma Dayanımı	1100 Mpa	



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



Parça
Aviyonik Kapağı

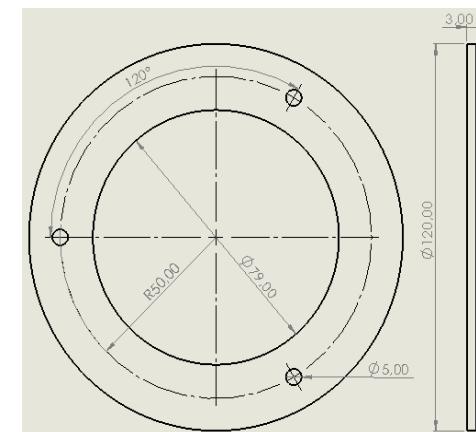


Resim 1.14 : Aviyonik Kapağı

Aviyonik kapağı 240 mm uzunlığında, 2,5 mm et kalınlığında ve 110 derece boyunda olacaktır. Üzerinde montajlanabilmesi için 4 adet 5 mm çapında montaj deliği bulunacaktır.



Resim 1.15 Motor Kapağı



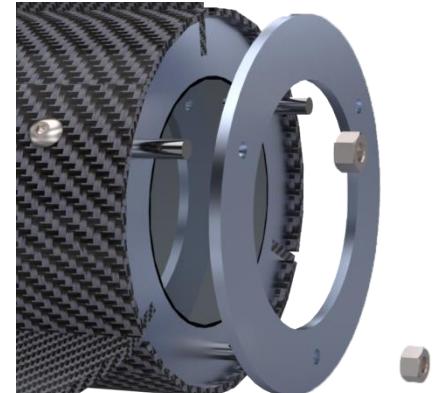
Parça	Adet	Kütle (g)
Motor Kapağı	1	72,9

Motor kapağının dış çapı 120 mm, iç çapı 79 mm ve et kalınlığı 3 mm olacaktır. Motor kapağında 3 adet 6 mm çapında, aralarında 120 derece olacak şekilde montaj deliği açılacaktır.



Yapısal – Gövde Parçaları

Motor Kapağı Malzeme Karşılaştırma Tablosu					Alüminyum 6061 T6	
Malzeme	Maliyet	Mekanik Dayanım	Kütle	İşlenebilirlik	Yoğunluk	2,7 g/cm ³
Çelik	Pahalı	Çok Dayanıklı	Ağır	Zor	Çekme Dayanımı	310 MPa
Alüminyum	Ucuz	Dayanıklı	Hafif	Kolay	Isıl Genleşme	23 µm / mK
Malzeme seçiminde; Üretim kolaylığı, düşük maliyeti ve kütlesi göz önünde bulundurulduğu için alüminyum 6061 T6 seçilmiştir.					Kopma Uzaması	%8
					Akma Dayanımı	270 MPa



Motor Kapağı Montaj

Özellik	Kapsam
Malzeme Bilgileri	: Motor kapağında malzeme olarak alüminyum seçilmiştir. Çelik ile karşılaştırıldığında maliyeti, kütlesi ve işlenebilirliği daha avantajlı olduğu görülmüştür.
Üretim Yöntemleri	: Talaşlı imalat ile üretilecektir. İlk önce aleminyum parça tornaya bağlanıp dış çap kateri ile 120 mm dış çapına getirilecek. Çıkan parça motor için iç çap kateri ile 79mm çapında iç çap deliği açılacaktır. Daha sonra aleminyum parça CNC frezeye bağlanıp 6mm çapında gijon için montaj deliği açılacaktır.

Montaj: Yarışma alanında hakemler tarafından etiketler verilip motor teslim edildiğinde M2020 motor, motor gövdesinin içinde bulunan motor yuvasına sıkı geçme olarak yerleştirilir. Ardından motor kapağı kanat merkezleme halkasında bulunan 3 adet M6 gijona takılır. Takılan motor kapağı 3 adet M6 somun ile montajlanır.

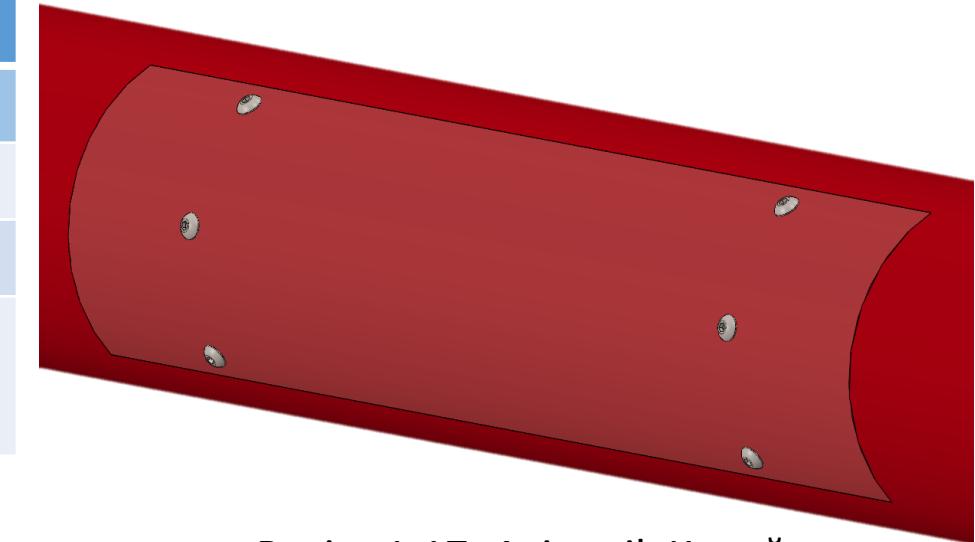


Yapısal – Gövde Parçaları

Aviyonik Kapak Malzeme Karşılaştırma Tablosu

Malzeme	Maliyet	Mekanik Dayanım	Kütle	Sinyal Geçirme
Fiberglass	Ucuz	Dayanıklı	Hafif	Geçirir
Karbonfiber	Pahalı	Çok Dayanıklı	Hafif	Geçirmez

Malzeme seçiminde; aviyonik bölümünde en önemli kriter olan sinyal geçirme parametresi dikkate alındığından fiberglass tercih edilmiştir.



Resim 1.17: Aviyonik Kapağı

Fiberglass Mekanik Özellikleri

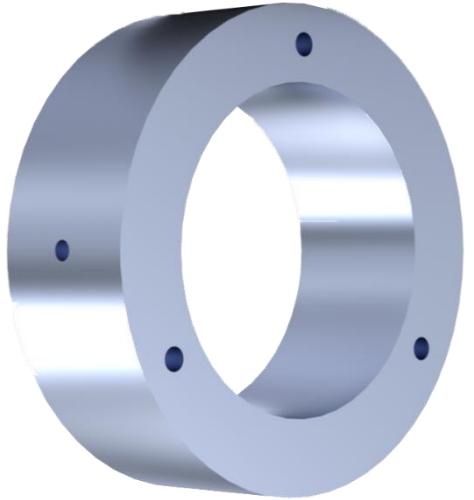
Yoğunluk	2,58 g/cm ³
Akma Dayanımı	1349 Mpa
Çekme Dayanımı	1921 Mpa
% Kopma Uzaması	3,3-4,8
Elastisite Modülü	72,4 GPa
Isıl Genleşme	5 µm / mK

Üretim: 300 mm uzunluğunda 125 mm dış çapı 120 mm iç çapı olacak şekilde prepreg cam elyaf gövde üretilecektir. 3D yazıcıda hazırlanan şablon ile kesim ve delik açma işlemi yapılip parçanın son haline ulaşılacaktır.

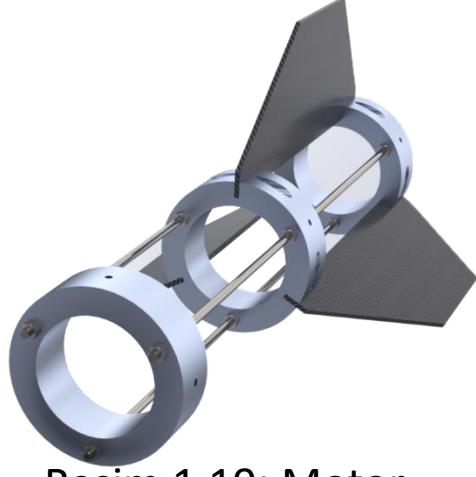
Montaj: Aviyonik kapağına 6 adet 5 mm çapında montaj deliği açılacaktır. Bu delikler kapağı yerine yerlestirdiğimiz zaman kurtarma halkasında bulunan M5 civata deliklerine denk gelecektir. Yerleştirilen kapak buralardan 4 adet M5*12 civata ile montajlanacaktır.



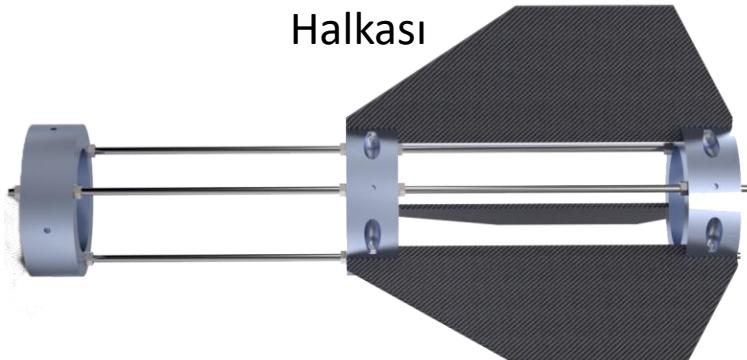
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)



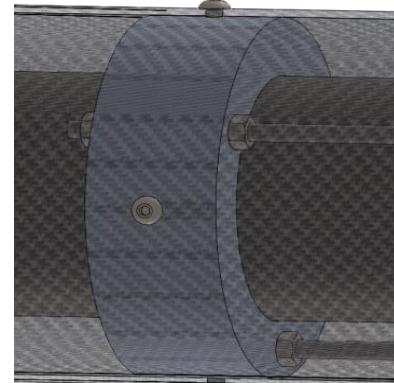
Resim 1.18: Motor Merkezleme Halkası



Resim 1.19: Motor Merkezleme Halkası



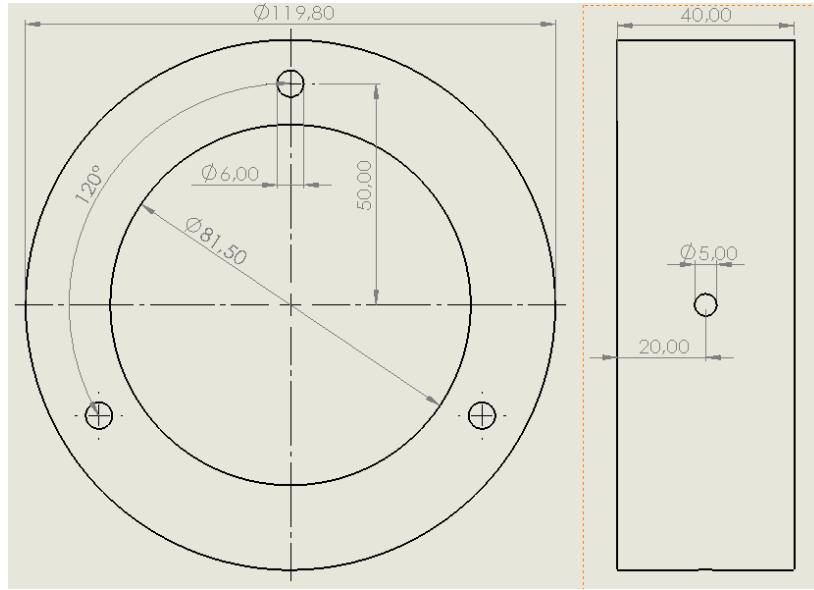
Resim 1.20: Motor Merkezleme Halkası Montaj



Resim 1.21: Montaj

Motor Merkezleme Halkası

Adet	1
Kütle	620 g
Malzeme	Al
Et Kalınlığı	40 mm
Dış Çap	119,8mm
İç Çap	81,5mm



Motor Merkezlemenin dış çapı 119,8 mm, iç çapı ise 81,5 mm'dir. Et kalınlığı dayanımının yüksek olması ve irtifa için gereken değerlerin sağlanması gibi sebeplerden ötürü 40 mm'dir. Motor gövdesine montajlanabilmesi için 4 adet 5 mm çapında montaj delikleri bulunmaktadır. Kanat merkezleme halkaları ile birbirine montajlanması için 3 adet 6 mm çapında delik açılacaktır.



Yapısal – Gövde Parçaları

Motor Merkezleme Halkası Malzeme Karşılaştırma Tablosu

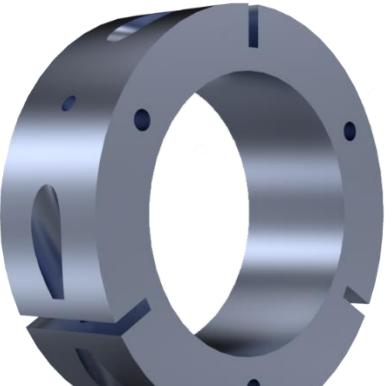
Malzeme	Maliyet	Isıl Dayanıklılık	Mukavemet	Kütle	Üretim
Alüminyum	Orta	Orta	Orta	Hafif	Kolay
Çelik	Fazla	Yüksek	Yüksek	Ağır	Zor
Kestamit	Ucuz	Düşük	Düşük	Hafif	Kolay
Alüminyum 6061 T6	Yoğunluk	Çekme Dayanımı	Akma Dayanımı	Elastisite Modülü	
	2,7 g/cm ³	310 MPa	270 MPa	70 GPa	

Montaj: Motor merkezleme halkası, kanat merkezleme halkaları M6 gijon ve M6 somunlar ile montajlanacaktır. Montajlanan sistem motor gövdesinin içine koyularak itilecektir. İtildikten sonra motor merkezleme halkası motor gövdesine 4 adet M5*12 civata ile montajlanacaktır.

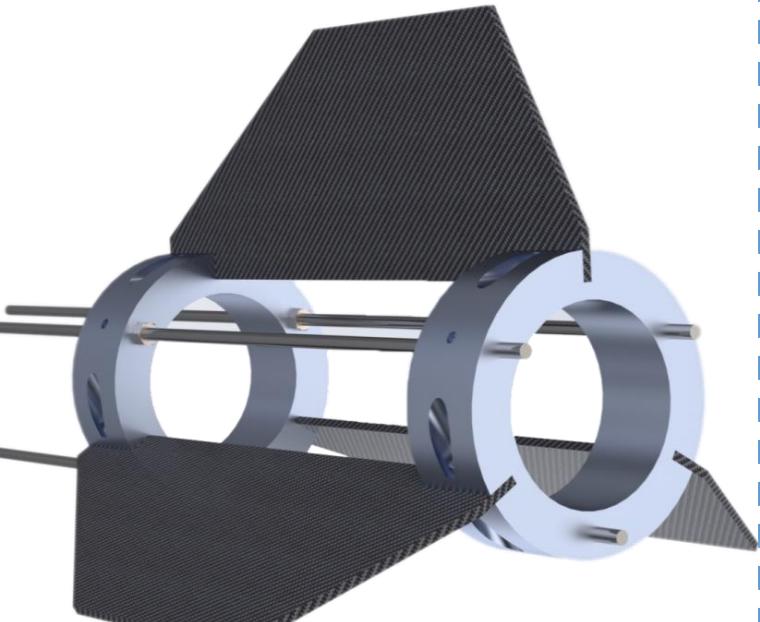
Özellik	Kapsam
Malzeme Bilgileri :	Malzeme olarak alüminyum tercih edilmiştir. Malzeme alternatiflerine göre işleme kolaylığı, maliyeti, kütlesi ve dayanıklılığı göz önünde bulundurularak seçilmiştir.
Üretim Yöntemleri :	Talaşlı imalat tercih edilecektir. Alüminyum parça ilk önce tornaya bağlanacaktır. Dış çap kateri ile dış çapı 119,8 mm ye getirilecektir. İç çap kateri ile iç çapı 81,5 mm ye getirilecektir. CNC Frezeye bağlanıp üzerinde 3 adet 6 mm çapında gijon için montaj deliği açılacaktır. Daha sonra CNC Frezeye bağlanıp motor gövdesine bağlanabilmesi için 4 adet M5 civata deliği açılacaktır.



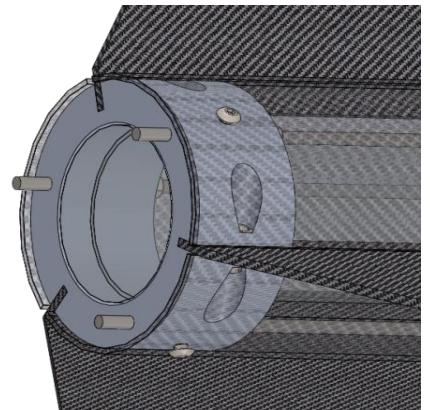
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)



Resim 1.22: Kanat Merkezleme Halkası

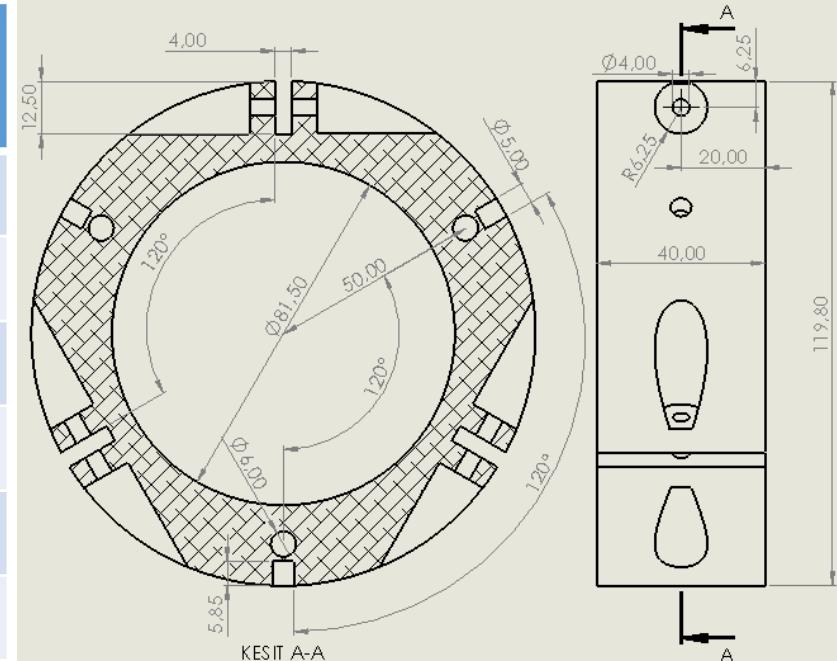


Resim 1.23: Kanat Merkezleme Montaj 2



Resim 1.24: Kanat Merkezleme Montaj Şeffaf

Kanat Merkezleme Halkası	
Adet	2
Kütle	550 g
Malzeme	Al
Et Kalınlığı	40 mm
Dış Çap	119,8mm
İç Çap	81,5mm



Kanat Merkezleme Halkası dış çapı 119,8 mm iç çapı ise 81,5 mm ve et kalınlığı 40 mm'dir. Üzerine 4 mm genişliğinde, 12,5 mm derinliğinde 3 adet kanat yuvası açılacaktır. Motor gövdesine montajlanabilmesi için 3 adet 5 mm çapında delik açılacaktır. Üzerine gijonların geçebilmesi için 3 adet 6 mm çapında delik açılacaktır.



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

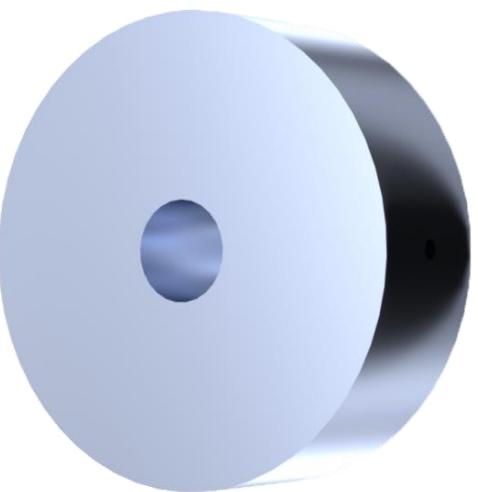


Kanat Merkezleme Halkası Malzeme Karşılaştırma Tablosu							
Malzeme	Maliyet	Isıl Dayanıklılık	Mukavemet	Kütle	Üretim		
Alüminyum	Orta	Orta	Orta	Hafif	Kolay		
Çelik	Fazla	Yüksek	Yüksek	Ağır	Zor		
Alüminyum 6061 T6	Yoğunluk	Çekme Dayanımı	Isıl Genleşme	Elastisite Modülü			
	2,7 g/cm ³	392 MPa	23 µm / mK	70 GPa			
Özellik		Kapsam					
Malzeme Bilgileri		Malzeme olarak alüminyum tercih edilmiştir. Malzeme alternatiflerine göre işleme kolaylığı, maliyeti, kütlesi ve dayanıklılığı göz önünde bulundurularak seçilmiştir.					
Üretim Yöntemleri		Talaşlı imalat tercih edilecektir. Alüminyum parça ilk önce tornaya bağlanacaktır. Dış çap kateri ile dış çapı 119,8 mm ye getirilecektir. İç çap kateri ile iç çapı 81,5 mm ye getirilecektir. CNC Frezeye bağlanıp üzerinde 3 adet 6 mm çapında gijon için montaj deliği açılacaktır. Kanat yuvası için 3 adet 12,5 mm derinliğinde 4 mm genişliğinde talaş kaldırma işlemi yapılacaktır. Daha sonra divizörlü tezgaha bağlanıp motor gövdesine bağlanabilmesi için 3 adet M5 civata deliği ve kanatların montajlanabilmesi için 3 adet 4 mm çapında delik açılacaktır.					

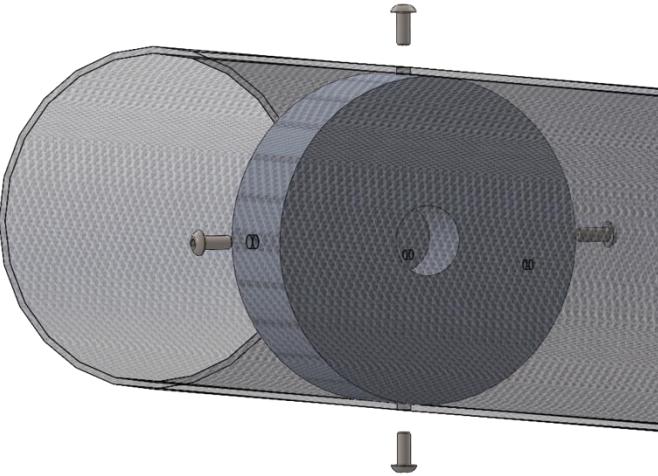
Montaj: Kanat merkezleme halkası, kanatçıklara 2 şer adet M4 civata ve M4 somun ile montajlanır. Motor merkezleme ve kanat merkezleme halkaları birbirlerine M6 gijon ve M6 somun ile montajlanır. Kanat merkezleme halkası motor gövdesine 3 adet M5*12 civata ile montajlanır.



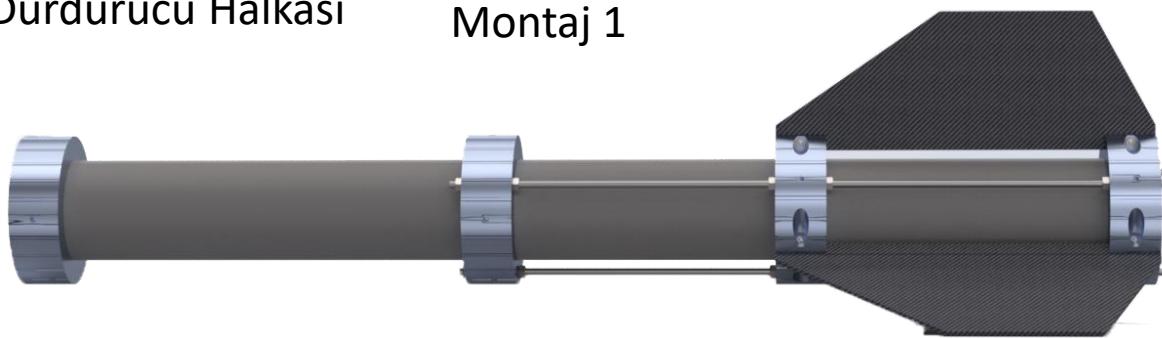
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)



Resim 1.25: Motor Durdurucu Halkası



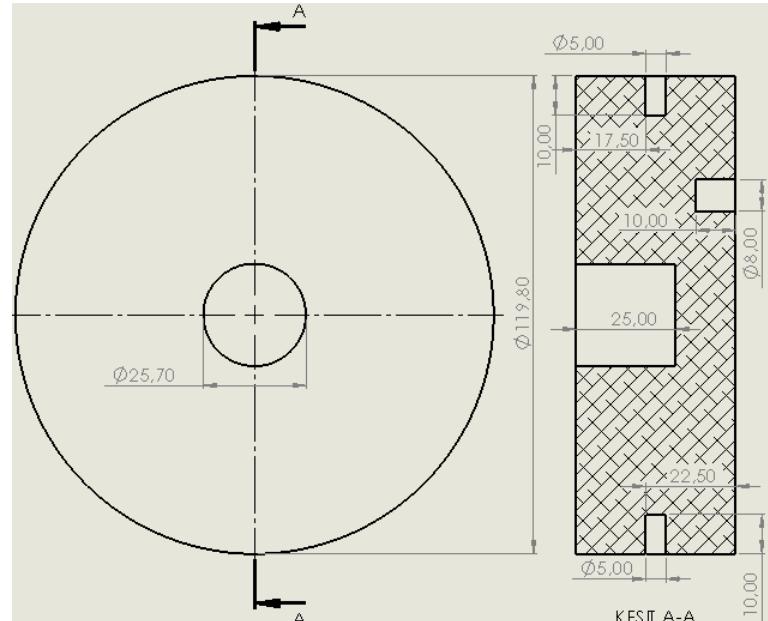
Resim 1.26: Motor Durdurucu Halkası Montaj 1



Resim 1.27: Motor Durdurucu Halkası Montaj 2

Motor Durdurucu Halkası

Adet	1
Kütle	1150 g
Malzeme	Al
Et Kalınlığı	40 mm
Çap	119,8mm



Motor durdurucu halkasının dış çapı 119,8 mm, et kalınlığı ise 40 mm olarak tasarlanmıştır. Motor gövdesine montajlanabilmesi için 4 adet 5 mm çapında delikler açılacaktır. M2020 motorun girişi için 25,7 mm çapında 25 mm derinliğinde motor yuvası boşluğu açılacaktır. Motor durdurucu halkanın diğer yüzüne mapa girişi için 8 mm çapında 10 mm derinliğinde bir yuva açılacaktır.



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



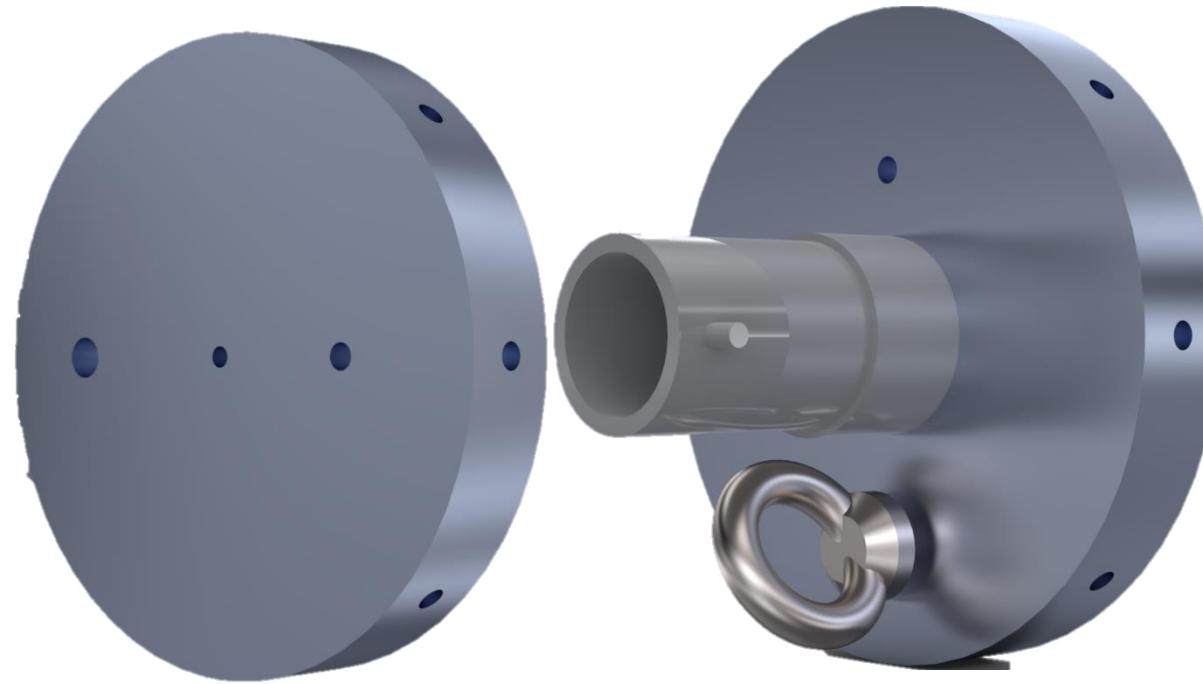
Motor Durdurucu Halkası Malzeme Karşılaştırma Tablosu					
Malzeme	Maliyet	Isıl Dayanıklılık	Mukavemet	Kütle	Üretim
Alüminyum	Orta	Orta	Orta	Hafif	Kolay
Çelik	Fazla	Yüksek	Yüksek	Ağır	Zor
Alüminyum 6061 T6	Yoğunluk 2,7 g/cm ³	Çekme Dayanımı 310 MPa	Akma Dayanımı 270 MPa	Elastisite Modülü 70 Gpa	

Montaj: Motor durdurucu halkasına 90 derece açıyla 4 adet M5 civata deliği açılmıştır. Motor gövdesine M5*12 4 adet civata ile montajlanacaktır. Diğer yüzüne ise M8 mapa montajlanacaktır. Bu mapa ana paraşütte bulunan şok kordonuna bağlanır.

Özellik	Kapsam
Malzeme Bilgileri :	Malzeme olarak alüminyum tercih edilmiştir. Malzeme alternatiflerine göre işleme kolaylığı, maliyeti, kütlesi ve dayanıklılığı göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Motor durdurucu halka hem sökümleme hem çekme görevi göreceği için alüminyum malzeme seçilmiştir.
Üretim Yöntemleri :	Talaşlı imalat tercih edilecektir. Alüminyum parça ilk önce tornaya bağlanacaktır. Dış çap kateri ile dış çapı 119,8 mm ye getirilecektir. Motor durdurucu halkasının merkezine motor için iç çap kateri ile iç çap 25,7 mm çapında 25 mm derinliğinde yuva açılacaktır. Daha sonra divizörlü tezgaha bağlanıp 4 adet M5 civata deliği açılacaktır, bu işlem motor gövdesine parçanın bağlanabilmesi içindir. Motor durducu halka CNC freze bağlanıp arka yüzeyine 8 mm çapında delik açılacaktır bu giriş mapa girişi içindir.

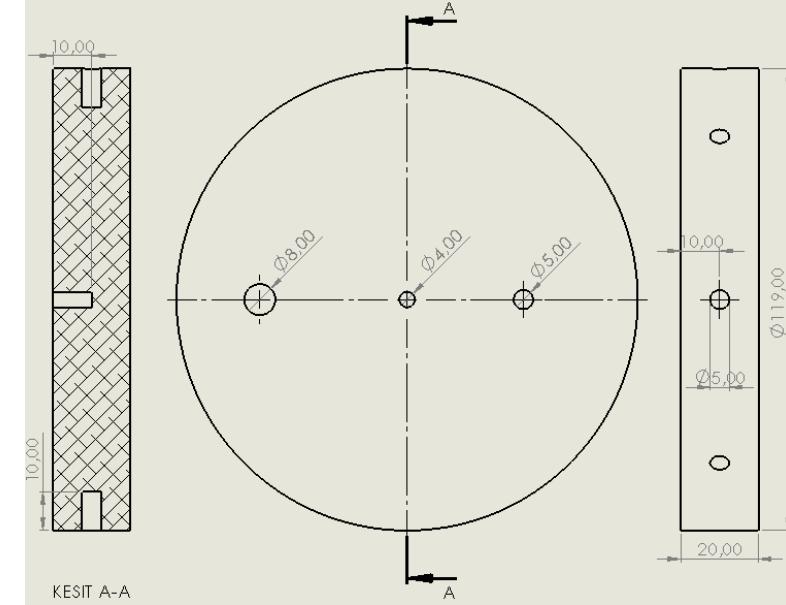


Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)



Resim 1.27 : Kurtarma Halkası Resim 1.28 : Kurtarma Sistemi

Kurtarma Halkası	
Adet	2
Kütle	611 g
Malzeme	Al
Et Kalınlığı	20 mm
Çap	119 mm



Kurtarma halkası dış çapı 119 mm et kalınlığı ise 20 mm olarak tasarlanmıştır. Ana gövdeye montajlanabilmesi için 8 adet M5 civata deliği açılmıştır. Bu deliklerden 3 tanesi ana gövdeye 3 tanesi ise ana gövde üzerinde bulunan kapağının montajlanabilmesi için kullanılacaktır. Halkanın ön yüzeyine barut haznesinin ve mapanın montajlanabilmesi için M4 ve M8 montaj delikleri açılacaktır.



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



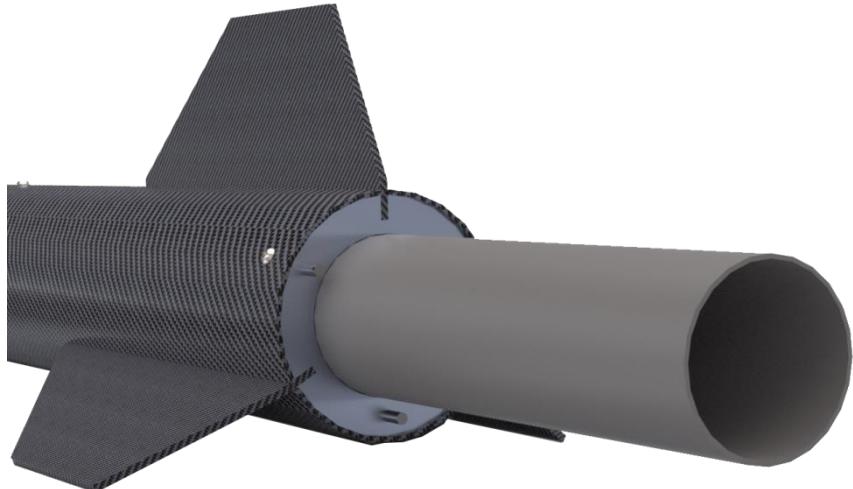
Kurtarma Halkası Malzeme Karşılaştırma Tablosu					
Malzeme	Maliyet	Isıl Dayanıklılık	Mukavemet	Kütle	Üretim
Alüminyum	Orta	Orta	Orta	Hafif	Kolay
Çelik	Fazla	Yüksek	Yüksek	Ağır	Zor
Alüminyum		Yoğunluk	Çekme Dayanımı	Akma Dayanımı	Elastisite Modülü
6061 T6		2,7 g/cm ³	310 MPa	270 MPa	70 Gpa

Montaj: Ana gövdeye 3 adet M5*12 civata ile montajlanacaktır. Ardından M4 civata kullanılarak barut haznesi montajlanacaktır. Barut haznesinin montajından sonra kapak 3 adet M5*12 civata ile montajlanıp kapatılacaktır.

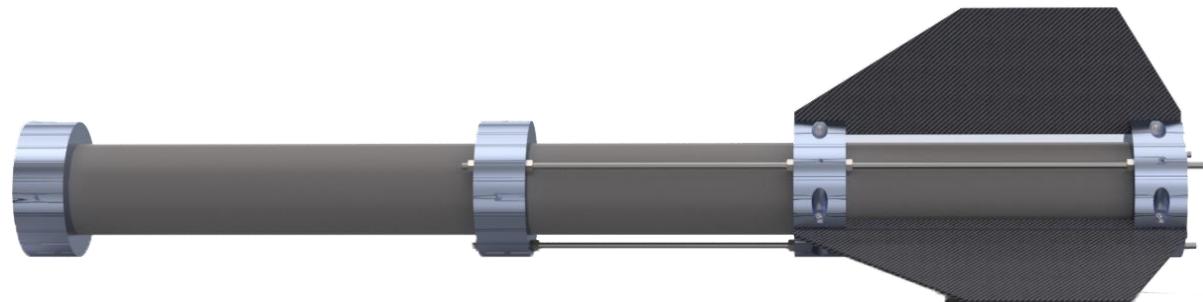
Özellik	Kapsam
Malzeme Bilgileri :	Malzeme olarak alüminyum tercih edilmiştir. Malzeme alternatiflerine göre işleme kolaylığı, maliyeti, kütlesi ve dayanıklılığı göz önünde bulundurularak seçilmiştir.
Üretim Yöntemleri :	Talaşlı imalat tercih edilecektir. Alüminyum parça ilk önce tornaya bağlanacaktır. Dış çap kateri ile dış çapı 119 mm'ye getirelecektir. Tornadan çıkan alüminyum parça frezeye bağlanıp, üzerine 2,5mm, 6,5mm ve 5 mm civata montaj delikleri açılıp, M4 ve M8 kılavuz çekilecektir. Daha sonra ana gövdeye montajlanabilmesi için 8 adet 45 derecelik açılarla 3,5mm civata delikleri açılıp M5 kılavuz çekilecektir.



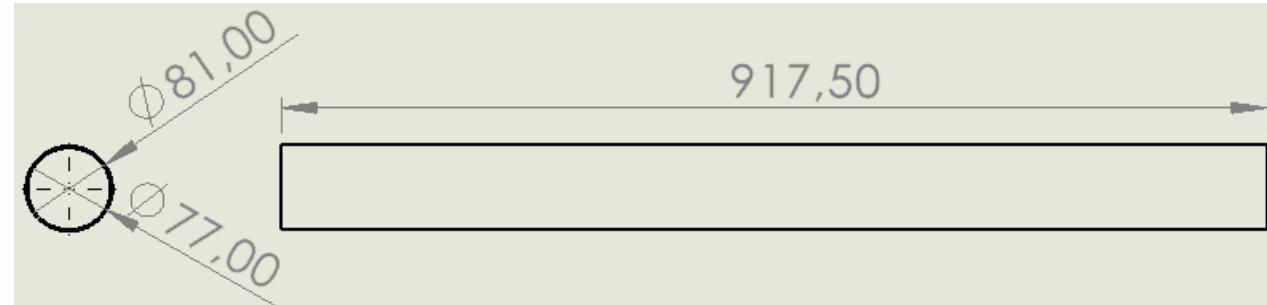
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)



Resim 1.29: Motor Kundağı Montajı 1



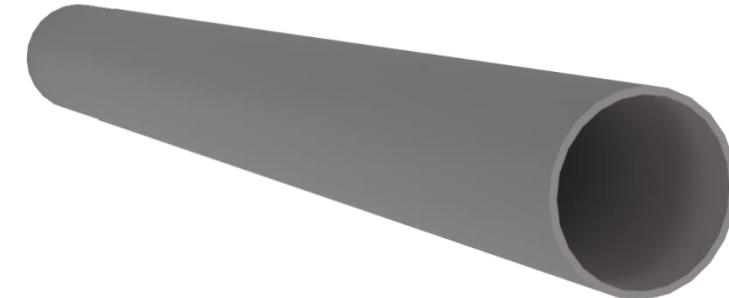
Resim 1.30: Motor Kundağı Montajı 2



Motor Kundağı

Adet	1
Kütle	870 g
Malzeme	Cam Elyaf
Et Kalınlığı	2 mm
Dış Çap	81 mm
İç Çap	77 mm

Motor kundağının dış çapı 81 mm, iç çapı 77 mm ve et kalınlığı 2 mm olacak şekilde tasarlanmıştır. Uzunluğu 917.50 mm'dir. Sıkı geçme olacağı için montaj deliği bulunmamaktadır.



Resim 1.31: Motor Kundağı



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



Motor Kundağı Malzeme Karşılaştırma Tablosu				
Malzeme	Maliyet	Üretilebilirlik	Mekanik Dayanım	Kütle
Karbonfiber	Pahalı	Zor	Çok Dayanıklı	Çok Hafif
Alüminyum	Ucuz	Kolay	Az Dayanıklı	Ağır
Cam Elyaf	Orta	Zor	Dayanıklı	Hafif

Malzeme seçiminde mekanik dayanım, maliyet ve kütle göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterlere bakınca cam elyaf malzeme seçilmiştir.

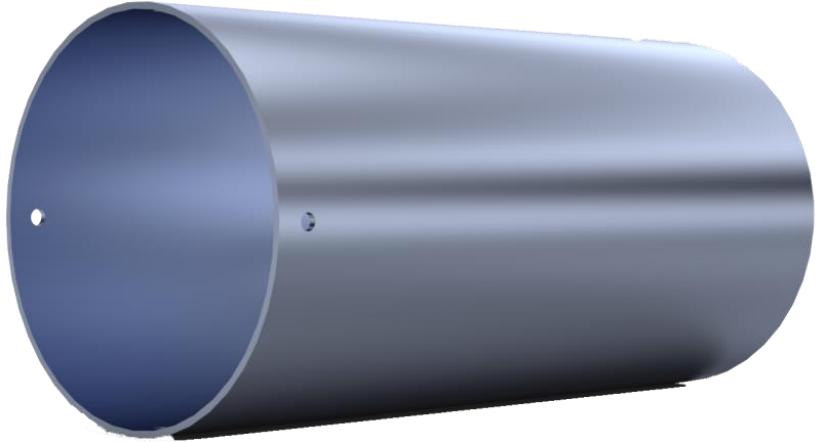
Cam Elyaf Mekanik Özellikleri	
Yoğunluk	2,58 g/cm ³
Akma Dayanımı	1349 Mpa
Çekme Dayanımı	1921 Mpa
% Kopma Uzaması	3,3-4,8
Elastisite Modülü	72,4 GPa
Isıl Genleşme	5 µm / mK

Montaj: Motor kundağı, motor gövdesinin içinde bulunan alüminyum halkaların içine sıkı geçme olarak montajlanır.

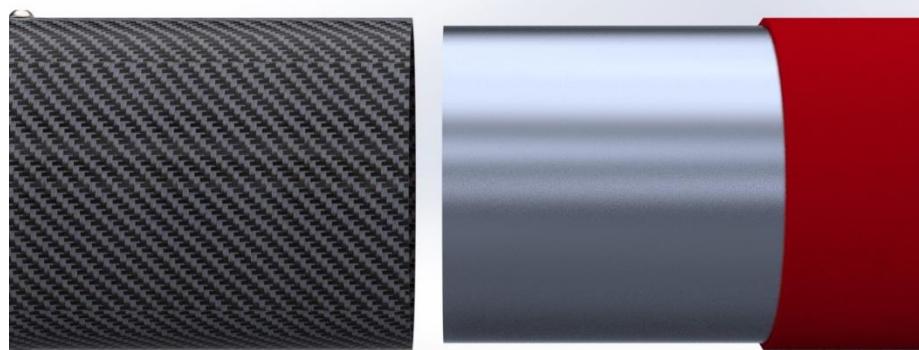
Özellik	Kapsam
Malzeme Bilgileri	: Malzeme olarak cam elyaf seçilmiştir. Isıl dayanıklılığı ve mekanik dayanımı istediğimiz aralıkta olup karbonfibere oranla daha düşük maliyetli olduğu için cam elyaf malzeme seçilmiştir.
Üretim Yöntemleri	: Motor yuvasının üretim yöntemi roll wrapping olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi daha kolay üretim ve daha mukavemetli bir yapı oluşturmasıdır. İlk önce kalıp taşlanacak ve yüksek yüzey kalitesi elde edilecektir. Hazırlanan kalıba, kalıp ayırıcı sürülecektir. Sonra üzerine prepreg sarılacaktır. Prepreg üzerine shrink tape (ısı ile büzüsen film) sarılacak ve 120 derece sıcaklıkta 2 saat bekletilecektir.



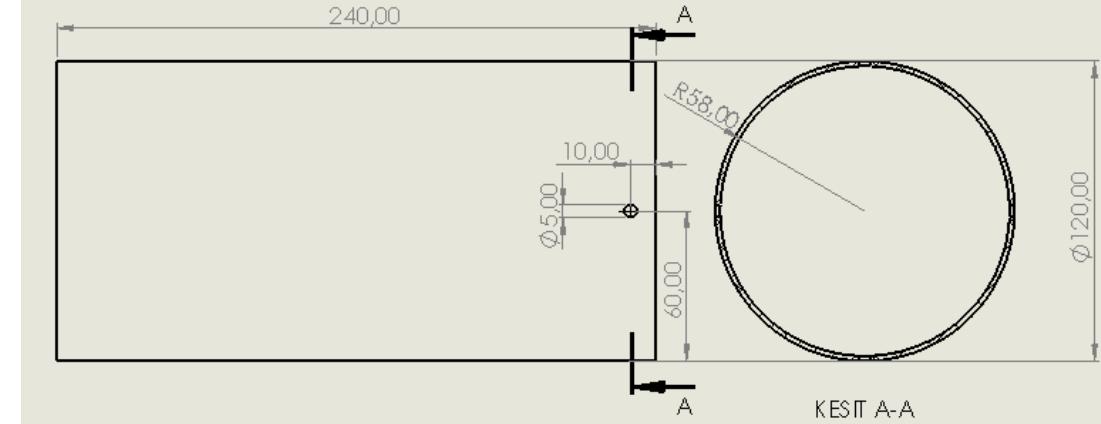
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)



Resim 1.32: Entegrasyon Gövdesi



Resim 1.33: Entegrasyon Gövdesi Sıkı Geçme



Entegrasyon Gövdesi

Adet	1
Kütle	530 g
Malzeme	Al
Et Kalınlığı	2 mm
Dış Çap	120 mm
İç Çap	114 mm

Bu bölümde ayrılma gerçekleşecektir. Sıkı geçme olacak şekilde motor gövdesi ile montajlanan entegrasyon gövdesi 2. kurtarma sisteminin aktifleşmesi ile motor gövdesinden ayrılacak ve ana paraşüt açılacaktır.

Ana gövdeye civata ve somun ile montajlanabilmesi için üzerinde 4 adet 5 mm çapında delik açılacaktır.



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



Entegrasyon Gövdesi Malzeme Karşılaştırma Tablosu

Malzeme	Maliyet	Isıl Dayanıklılık	Mukavemet	Kütle	Üretim
Alüminyum	Orta	Orta	Orta	Orta	Kolay
Çelik	Fazla	Yüksek	Yüksek	Ağır	Zor
Cam Elyaf	Fazla	Düşük	Orta	Hafif	Zor
Alüminyum T6 6061	Yoğunluk 2,7 g/cm³	Çekme Dayanımı 310 MPa	Isıl Genleşme 23 µm / mK	Elastisite Modülü 70 GPa	

Montaj: Entegrasyon gövdesinin 120 mm'si ana gövdenin içinde kalacak şekilde 4 adet M5 somun ve M5 civata ile montajlanır. Geri kalan 120 mm'si ise motor gövdesine sıkı geçme olarak geçirilir. Entegrasyon gövdesinin içinde ana paraşüt bulunmaktadır. 2. ayrılma gerçekleştiğinde entegrasyon gövdesi ana gövdeden ayrılacak ve ana paraşüt açılacaktır.

Özellik		Kapsam
Malzeme Bilgileri	:	Malzeme olarak alüminyum tercih edilmiştir. Malzeme alternatiflerine göre işleme kolaylığı, maliyeti, kütlesi ve dayanıklılığı göz önünde bulundurularak seçilmiştir.
Üretim Yöntemleri	:	Talaşlı imalat tercih edilecektir. Alüminyum parça ilk önce tornaya bağlanacaktır. Dış çap kateri ile dış çapı 120 mm'ye getirilecektir. İç çap kateri ile iç çapı 116 mm'ye getirilecektir. Daha sonra divizörlü tezgaha bağlanıp 4 adet M5 civata deliği açılacaktır bu sayede parça ana gövdeye bağlanacaktır.

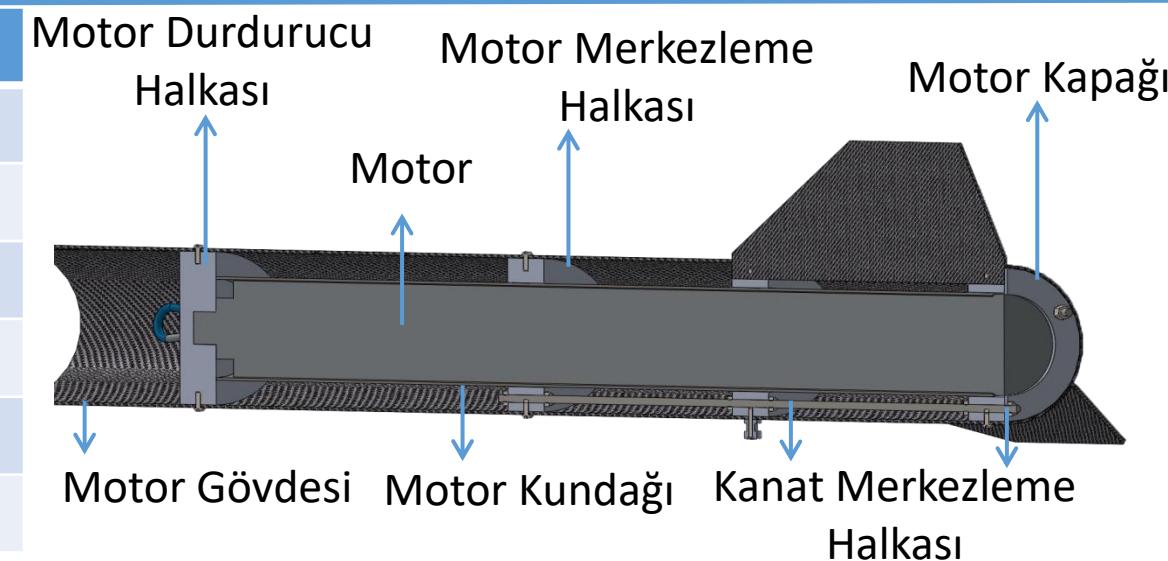
Şartnameye göre entegrasyon gövdesinin her gövdeye giren kısmı çapın 0,75 kat fazlası olacak şekilde tasarlanmıştır.



Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



Komponent	Malzeme	Üretim	Kütle (g)
Motor Gövdesi	Karbonfiber	Roll Wrapping	1860 g
Motor Kundağı	Cam Elyaf	Roll Wrapping	870 g
Motor Kapağı	Alüminyum	Talaşlı İmalat	72,9 g
Kanat Merkezleme Halkası	Alüminyum	Talaşlı İmalat	550 g
Motor Merkezleme Halkası	Alüminyum	Talaşlı İmalat	620 g
Motor Durdurucu Halkası	Alüminyum	Talaşlı İmalat	1150 g



Karbonfiber Malzeme Bilgisi

Yoğunluk	Çekme Dayanımı	Akma Dayanımı	Isıl Genleşme	Kopma Uzaması
1.8 g/cm ³	2900 Mpa	1100 Mpa	2 µm/mk	% 1,6-2,2

Alüminyum Malzeme Bilgisi

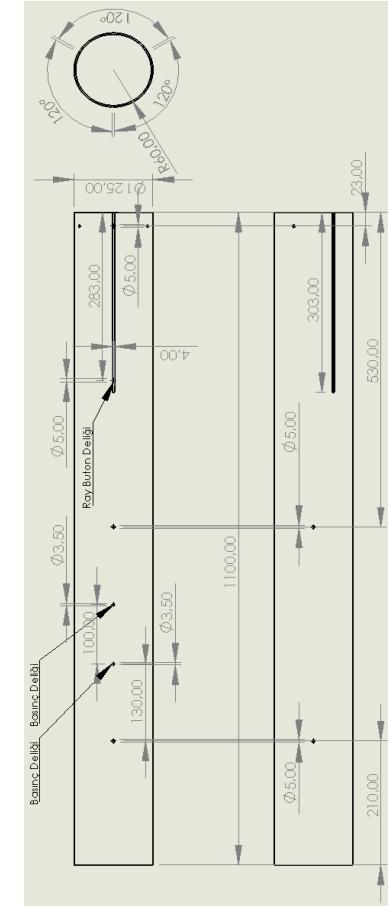
Yoğunluk	2,7 g/cm ³
Çekme Dayanımı	310 MPa
Akma Dayanımı	270 MPa
Isıl Genleşme	23 µm / mK
Kopma Uzaması	%7

Cam Elyaf Malzeme Bilgisi

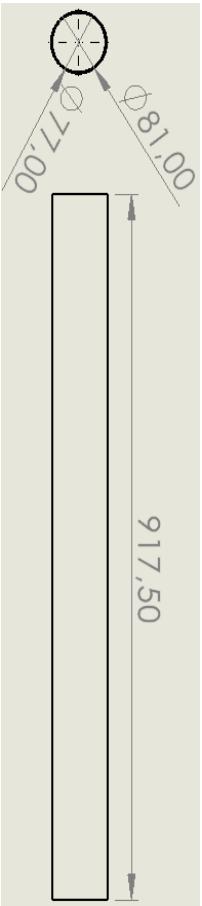
Yoğunluk	Çekme Dayanımı	Akma Dayanımı	Isıl Genleşme	Kopma Uzaması
2,58 g/cm ³	1921 Mpa	1349 Mpa	5 µm/mk	% 3,3-4,8



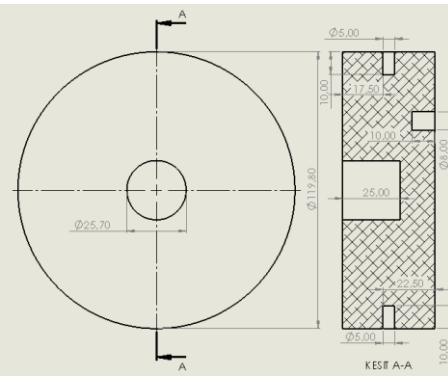
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



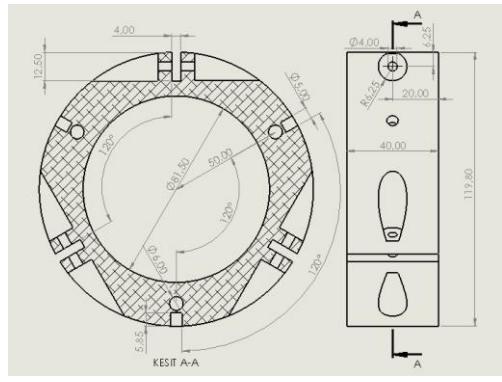
Resim 1.38:Motor
Gövdesi Teknik Resim



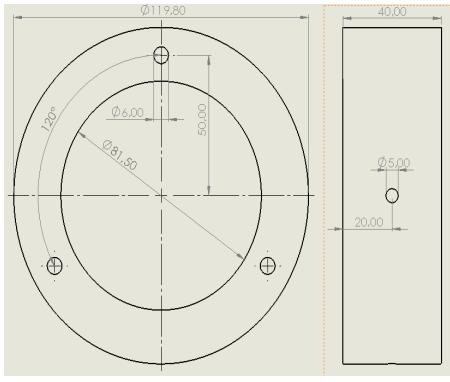
Resim 1.39:Motor
Kundağı Teknik Resim



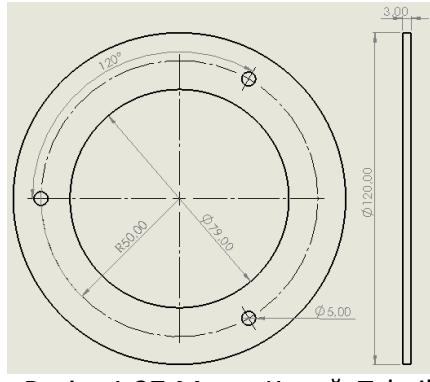
Resim 1.34:Motor Durdurucu
Halkası Teknik Resim



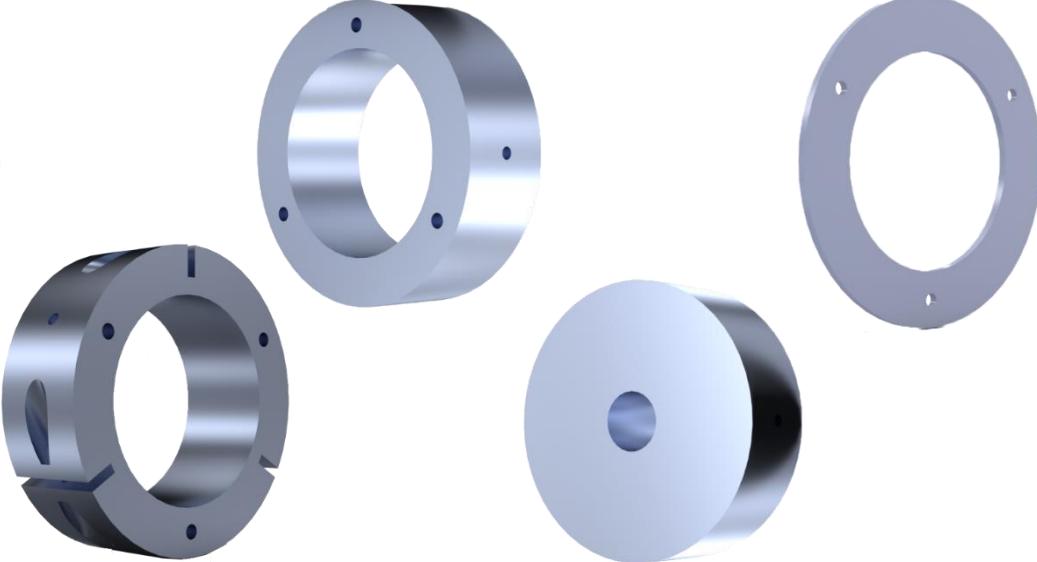
Resim 1.35:Kanat Merkezleme
Halkası Teknik Resim



Resim 1.36:Motor Merkezleme
Halkası Teknik Resim

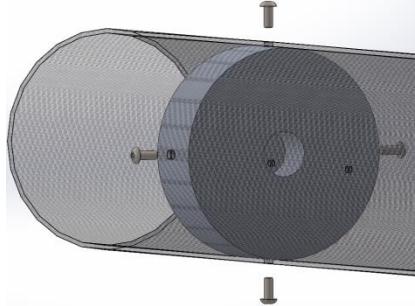


Resim 1.37:Motor Kapağı Teknik
Resim

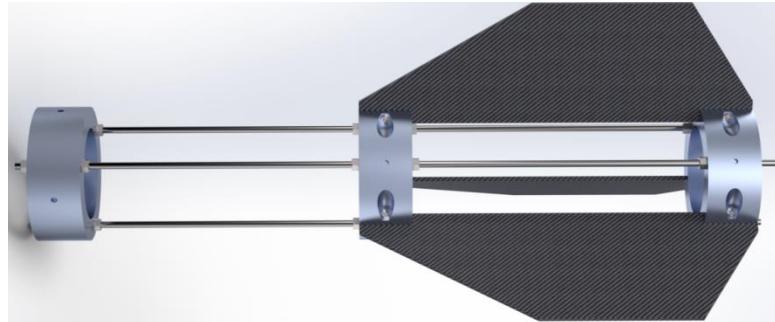




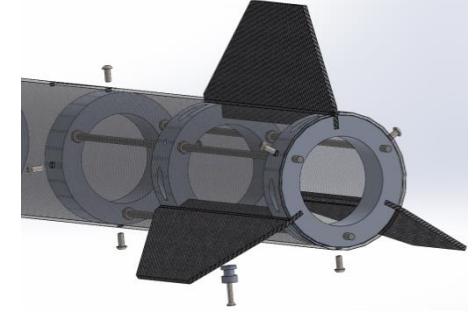
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



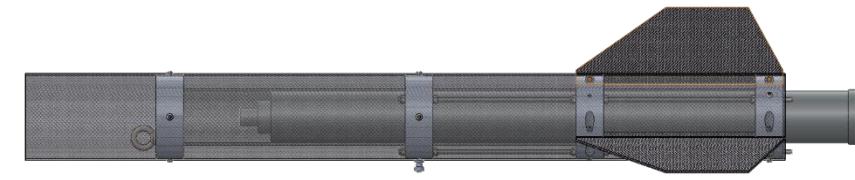
Adım 1: Motor durdurucu halkası, motor gövdesine 4 adet M5*12 civata ile montajlanacaktır.



Adım 2: Motor merkezleme ve kanat merkezleme halkaları birbirlerine M6 gijon ve M6 somun ile montajlanır. Kanatlar, kanat merkezleme halkalarına M4 civata ve M4 somun ile bağlanır.



Adım 3: Adım 2 de hazırlanan sistem motor gövdesine 7 adet M5*12 civata ile montajlanır. Ray butonu takılır.



Adım 4: Motor kundağı, kanat sabitleme ve motor merkezleme halkalarının içinden sıkı geçme olarak yerleştirilecektir.

Adım 5: Teknofest tarafından verilen M2020 motor roketin arkasından itilerek motor kundağının içine ve motor durdurucu halkada bulunan yuvaya yerleştirilecektir.



Adım 6: Alüminyum malzemeden üretilen motor kapağı gijonlardan geçecek şekilde takılacak. Ardından 3 adet M6 somun ile sıkılacaktır.



Roket Montaj Stratejisi



Burun Montajı: Karbon fiberden üretilen burnun ucunda bulunan epoksi ile yapıştırılmış mapa girişine M8 mapa takılır. Ardından sürükleme paraşütüne bağlı bulunan şok kordonu burunda bulunan mapaya, karabina aracılığı ile bağlanır.



M8 Mapa: 140 kg taşıma kapasitesine sahiptir.

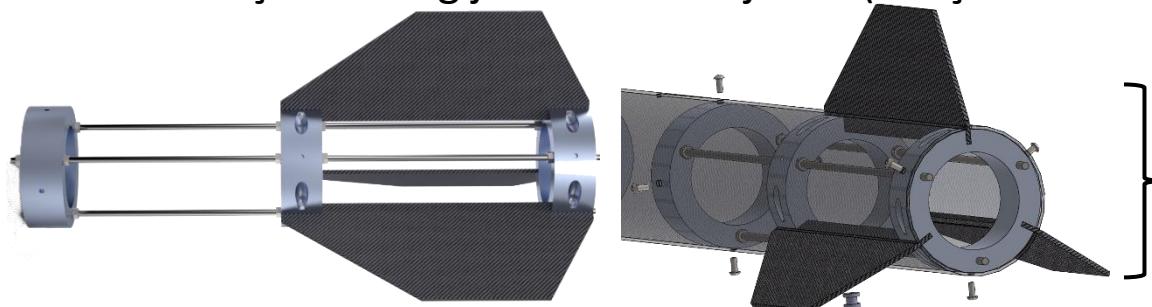
M8 Vidalı Karabina: 400 kg taşıma kapasitesine sahiptir.

Motor Gövdesi Montajı: 1-) Motor merkezleme halkası ve 2 adet kanat merkezleme halkası M6 gijon ve M6 somun ile birbirlerine sabitlenir. Ardından kanat merkezleme halkalarında bulunan kanatçık yuvasına kanat yerleştirilir. Kanatçıklar buraya M4 civata ve M4 somun ile montajlanır. Birleştirilen bu sistem motor gövdesine M5 civatalar ile montajlanır.

2-) Motor durdurucu halkası M5 civata ile motor gövdesine bağlanır ve bu halkaya M8 mapa takılır. Bu mapaya ana paraşütte bulunan şok kordonu M8 karabina yardımı ile bağlanır.

3-) Motor yuvası motor gövdesinin arkasından halkaların içine doğru sıkı geçme olacak şekilde yerleştirilir.

4-) Motor yuvasına M2020 motor sıkı geçme olacak şekilde yerleştirilir ve motor kapağı M6 somunlar ile kanat merkezleme halkalarından çıkan M6 gijonlara montajlanır. (Bu işlem montaj günü en son yapılır.)



Adım 1



Adım 2 ve 3

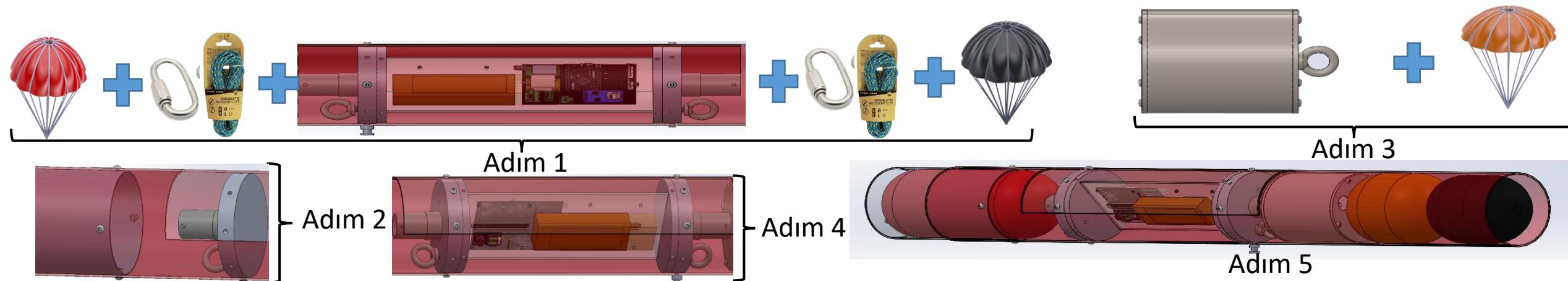
Not: Motorun montajı "Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay" bölümünde anlatılmıştır.



Roket Montaj Stratejisi



Ana Gövde Montaj: 1-) Ana gövdeye ilk önce kurtarma sistemi halkaları 4 adet M5 civata ile montajlanır. Birinci kurtarma halkasında bulunan M8 mapaya, sürükleme paraşütünde bulunan şok kordonu karabina yardımı ile bağlanır. İkinci kurtarma halkasında bulunan M8 mapaya ise, ana paraşütte bulunan şok kordonu karabina yardımı ile bağlanır.
2-) Entegrasyon gövdesi; 4 adet M5 civata ve M5 somun ile ana gövdeye sabitlenir.
3-) Faydalı yükün içine faydalı yük bilgisayarı yerleştirilir ve faydalı yük kapatılır. Faydalı yüke M8 mapa takılır, bu mapaya faydalı yük paraşütü bağlanır. Faydalı yük ve katlanan faydalı yük paraşütü ana gövdeye birinci kurtarma sisteminin bulunduğu yerden yerleştirilir.
4-) Kurtarma sistemlerinde bulunan kurtarma halkalarına, avyonik kapsülünde bulunan halkalar M5 civata ile montajlanır.
5-) Ana paraşüt ve sürükleme paraşütü katlanıp, ana gövdenin içine yerleştirilir.

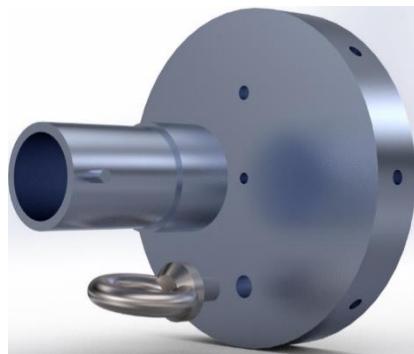




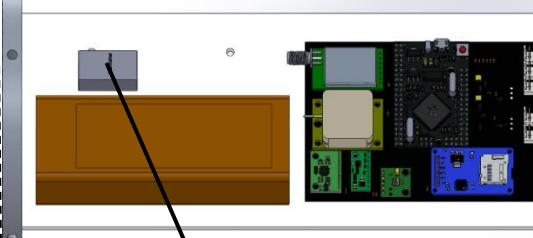
Roket Montaj Stratejisi



Burun – Ana Gövde – Motor Gövdesi Montajı: Ana gövde, burun omuzluğununa. Ardından ana gövdede bulunan entegrasyon gövdesi motor gövdesine sıkı geçme olarak montajlanır. sıkı geçme olarak monte edilir



Barut Haznesi Montaj Stratejisi: Teknofest komitesi tarafından Barut Haznesi verilecektir, ana gövde de bulunan kapak açılarak içerisindeki kurtarma halkasına m4 civata ile sabitlenecektir.



Altimetre

Altimetre Montajı: Atış günü 10 dakikalık sürede avyonik kapağı açılacak ve altimetre 2 adet M4 civata ile montajlanacaktır. Altimetre aktifleştirilecek ve ardından avyonik kapağı M5 6 adet civata ile kapatılacaktır.

Uçuş Bilgisayarı Aktifleştirme: Rampaya taşınan roketin ana ve yedek uçuş bilgisayarları anahtarlı switch ile aktifleştirilecektir.

Faydalı yük bilgisayarı ise faydalı yük üzerinde bulunan düğmeye PLA dan yapılmış çubuk yardımı ile basılıp aktifleştirilecektir.

Civata: 38 kNm gerilme yükü değerine sahiptir.

Somun: 600 N/mm^2 çekme dayanımına sahiptir.

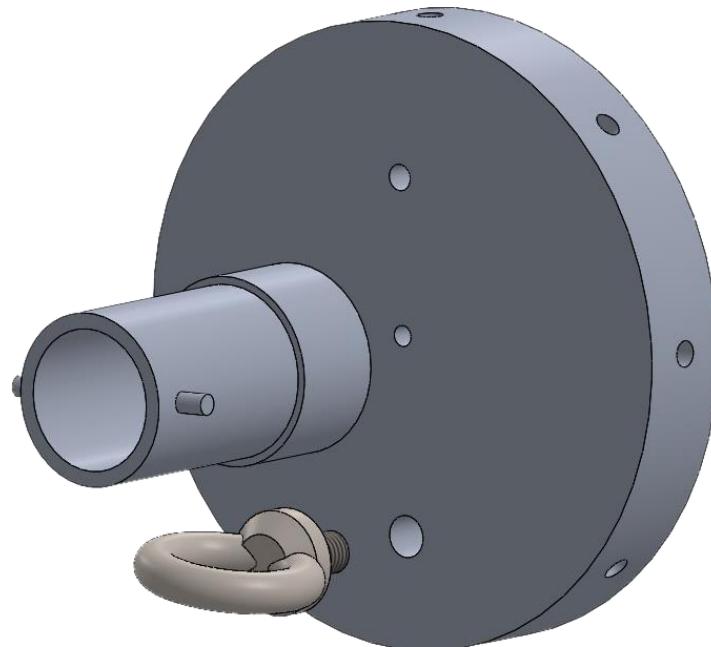
Not: Kullanacağımız Cıvataların 5.8 kalite seviyesinde olması planlanmaktadır. Kullanacağımız somunlarında 6 kalitede olması planlanmaktadır.



Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



Birincil kurtarma sistemi ile birlikte sürüklenme ve faydalı yük paraşütleri; ikincil kurtarma sistemi ile de ana paraşüt açılacaktır.



Kurtarma Sistemi CAD Görünüm

Birincil ve ikincil kurtarma sistemlerinin roket içerisindeki görünüm ve konumları.



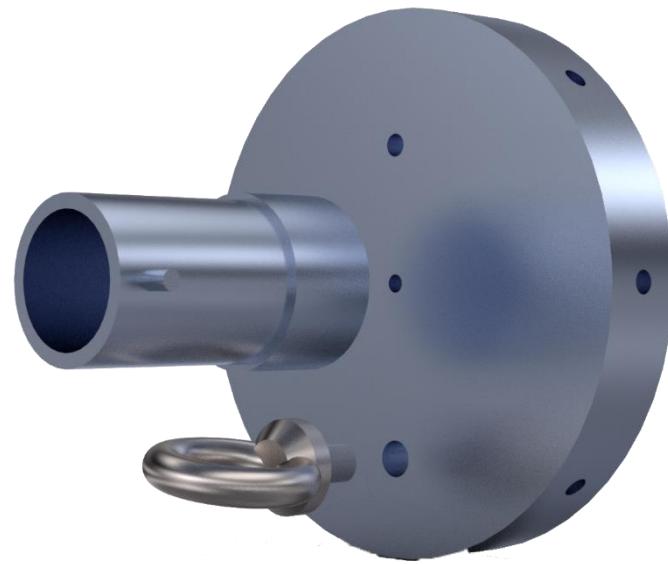


Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi



Kurtarma Halkası Tasarım ve Üretimi:

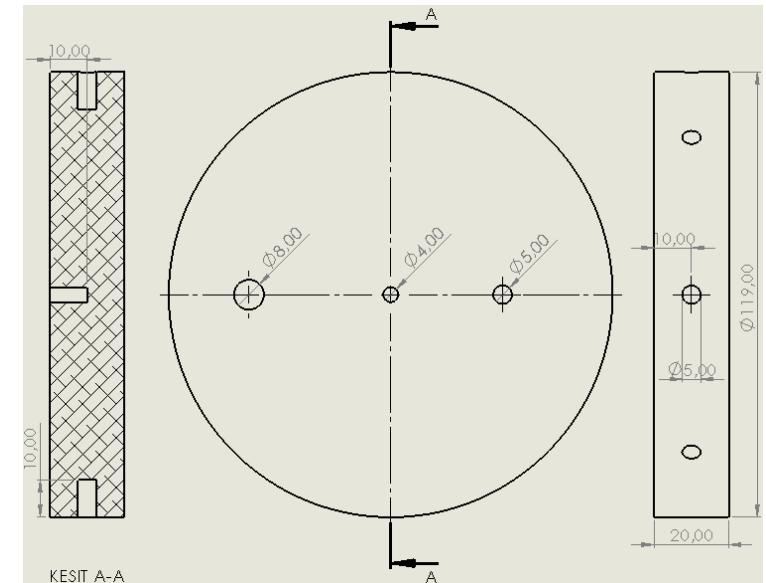
Kurtarma halkası 6061 T6 alüminyum malzemeden üretilecektir. Kurtarma halkası çapı 119mm. Et kalınlığı 20 mm'dir. Kurtarma halkası çevresine CNC Frezede 3.5mm çapında 45 derecelik açıyla 8 adet delik açılıp M5 kılavuz çekilecektir. Sonrasında kurtarma halkası ön yüzüne 2mm, 6.5mm ve 5mm delik açılıp M4 ve M8 kılavuz çekilecektir. Kurtarma halkası kütlesi 611 gramdır. Proteknik kapsül teknik heyet tarafından verilip M4 civata ile kurtarma halkasına sabitlenecektir. Son olarak 140 kg taşıma kapasiteli M8 mapa takılacaktır. Üretim yöntemi olarak talaş kaldırma kullanılacaktır.



Kurtarma Sistemi CAD Görünüm



Kurtarma Sistemi Üretilmiş Fotoğrafi



Kurtarma Sistemi Teknik Resim



Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi



- irtifa1, irtifa2 ve pitch değişkenleri oluşturulur. İrtifa değişkenlerinin değerleri BMP180, pitch değişkeni değeri ise MPU6050 ile belirlenir. Öncelikle irtifa1 ile irtifa2 değişkenleri eşitlenir, ardından irtifa1 değişkeni okuma yapılarak güncellenir.
- Tepe noktasını bulmak için hazırlanan fonksiyon irtifa1 ve irtifa2 verilerini işleme alarak sonucu «true ya da false» döndürür.
- Fonksiyondan dönen değer "true" ise ve pitch açısı belirlenen açı değerine küçük eşit ise birincil kurtarma gerçekleşir. İlk kurtarma gerçekleşmesini kontrol eden değişkene "true" değeri atanır. irtifa1 değişkenine okuma yapmaya devam edilir.
- Birincil kurtarma gerçekleşmiş ise ve irtifa1 değeri 600 metreden küçük eşit ise ikincil kurtarma gerçekleşir.
- Birincil ve ikincil kurtarma şartları sağlandığı zaman, ana sistem ve yedek işlemcilerinden ilgili pinlere enerji çıkışı verilir. Bu pinler barut kapsülüne giden, fitil görevi gören tellere akım vererek barut patlaması için gerekli kıvılcımı/alevi oluşturur.
- Tepe noktası fonksiyonu gelen iki farklı irtifa değerinin farkını alır. Eğer son gelen irtifa değeri 3000 metreden büyük ve fark değişkeni 20 değerine küçük eşit ise "true" değerini dönderir.
- Tel fitillere kontrol dışı enerji verilmemesi adına kurtarma enerji tetiklenmesi mosfetler aracılığıyla yapılacaktır.
- Algoritmada yapılan fark işlemi irtifa düşmesi kontrol edilirken olası yanıkları önlemek amacıyla konulmuştur. Bu vesileyle motorun oluşturduğu basınç etkisi geçtikten sonra, aniden düşen irtifa bilgisi kurtarmayı istem dışı bir şekilde tetikleyemeyecektir.

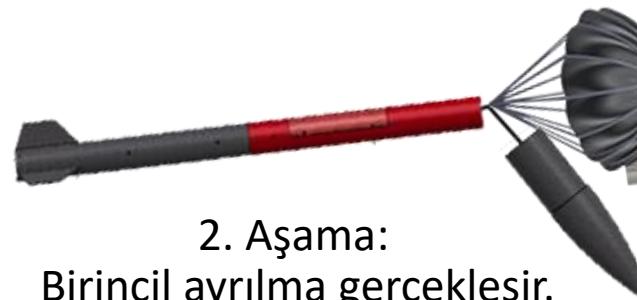


Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi



Kurtarma Stratejisi ve Aşamaları

- Roketin ateşlenmesinden itibaren; ana ve yedek aviyoniklerde bulunan ilgili sensörlerden irtifa ve pitch verileri, kurtarma algoritmasında işlenmek amacıyla alınacaktır.
- Roketin anlık irtifa değerleri ve pitch açısı aviyonik algoritmada bulunan birincil ayrılma için gerekli olan şartları sağladığında; sürüklene ve faydalı yük paraşütünü içeren kurtarma sistemi aktifleşerek bahsi geçen paraşütleri serbest bırakır.
- İkincil ayrılma şartını sağladığında ise kurtarma sistemi ana paraşütün roketten ayrılmmasını sağlayacaktır. Ana ve yedek aviyonik sistemler kurtarma sistemini tetiklerken birbirlerinden bağımsız olarak çalışacaklardır.
- Paraşüt yardımıyla güvenli bir şekilde yere indirilen roket parçalarının ve faydalı yükün konumu, elemanlar üzerinde bulunan GPS modülünden yer istasyonuna Lora E22 ile gelen veriler C# dilinde kodlanan yer istasyonuna gönderilecektir. Bu veriler yer istasyonu yardımıyla görüntülenerek belirlenecek, elemanlar kurtarılarak kurtarma aşaması sonlanacaktır.





Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi



Kurtarma Bulkheadı: Ana gövdeye M5 civatalar ile sabitlenir. Kurtarmanın gerçekleşeceği gövde ile diğer gövdeleri birbirinden ayırrır.



Kapsül: Ayrılma için gerekli basıncı oluşturacak barutun içine konulduğu haznedir.

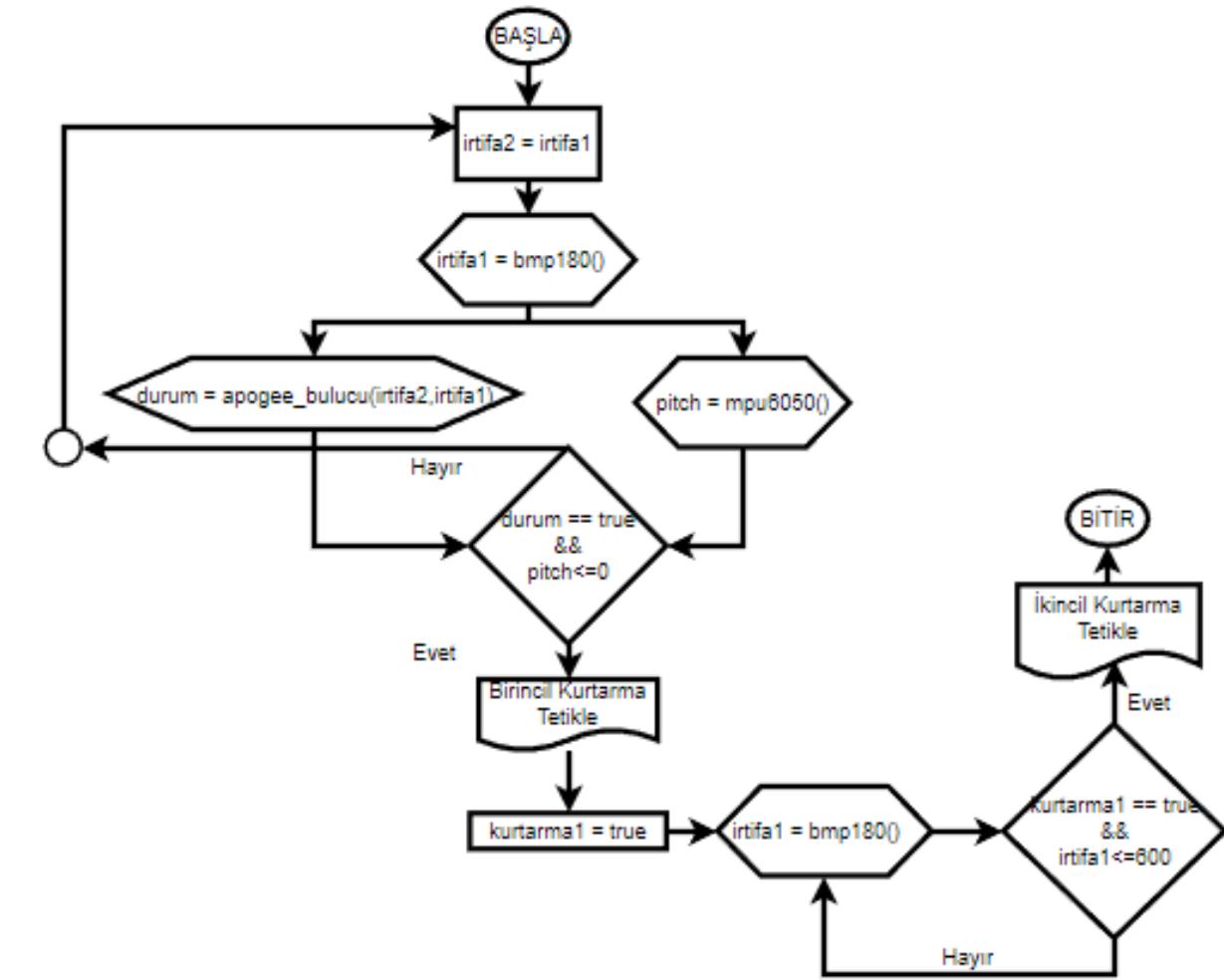
Barut: Ayrılma için gerekli basıncı oluşturur.



Yanmaz Kumaş: Barutun patlama esnasında çıkaracağı kıvılcım veya ateşten roket elemanlarını korur.



Mosfet: Gerilim geldiğinde barutu tutuşturacak tel fitilleri enerjilendirerek tetikler.





Sıcak Gaz Üreteci Gereksinimleri



Ayrılma	Basınçlandırılacak hacim çapı (mm)	Basınçlandırılacak hacim (m^3)	Ulaşılmak istenen basınç (Bar)
1. Ayrılma	120 mm	0.0036191147 m^3	0.65 Bar
2. Ayrılma (Varsa)	120 mm	0.0044107961 m^3	0.98 Bar



Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1



Paraşüt Çeşidi	Renk	Ağırlık (g)	Çap (cm)	Kapalı Uzunluk (cm)	Kapalı çap (cm)	Paraşüt Çeşidi	Açık Hali	Kapalı Hali
Ana paraşüt	Kırmızı	823	256	26	12,5	Ana Paraşüt		
Faydalı Yük Paraşütü	Turuncu	430	138	11,5	15,5	Faydalı Yük Paraşütü		
Sürüklenme Paraşütü	Siyah	187	97	8	16	Sürüklenme Paraşütü		

TASARIM ÖZETİ

Renkleri, gökyüzünde belirgin olmasına dikkat edilerek belirlenen paraşütlerin çapları taşıyacakları yük ağırlığına ve istenen hız değerlerine göre belirlenmiştir. Atmosfer koşullarına dayanıklı olması bakımından ribstop örgülü kumaşlar seçenekler arasına alınmıştır ancak pamuk gibi nefes alan kumaşlar hava geçirgenliği sağlayacağı için polyester astarlı kumaşın ribstop örgü çeşitlisi tercih edilmiştir. İlgili kumaşın; hafiflik, rüzgar ve su geçirmezlik, katlandığında katlanma izi bırakmama özelliklerine sahip olması tercih etme nedenlerimiz arasındadır. Ayrıca yırtılmaya karşı dayanımı ve yırtılma sonrası delik büyümeyi önleyecek yapıda olması önemli etkenler arasındadır. Paraşütler, belirlenen malzemeler doğrultusunda sipariş edilmiştir. Paraşütler hazır haldedir.



Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1



Deniz seviyesinde belirli değerlere sahip olan yerçekimi ve havanın yoğunluğu yükseklikle beraber değişkenlik gösterecektir. Termodinamiğin ilgili tablosundan (A-16) elde edilen veriler Visual Studio 2019 ortamında C# yazılım dili kullanılarak; paraşütün hareket edeceği yükseklik boyunca maruz kalacağı değişkenler ayrı ayrı hesaplanarak ortalamaları alınmıştır. Yazılıma ait ekran görüntüsü, adımlarıyla birlikte belirtilerek elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Paraşüt Tipi	Hız (m/s)
Birincil	25.12
İkincil	8.53
Görev Yükü	8.04

Paraşüt Hesap Aracı

Primary Separation: 3000
Secondary Separation: 600
Primary Parachute: 25
Main Parachute: 9
Payload Parachute: 8
Canopy Rate: 10
Rocket Mass (First): 17.189
Rocket Mass (Second): 16.366
Payload Mass: 4.030

CALCULATE

①

İlgili değişkenlere ait değerler girilerek CALCULATE butonuna basılır.

Paraşüt Hesap Aracı

Primary Separation: 3000
Secondary Separation: 600
Primary Parachute: 25
Main Parachute: 9
Payload Parachute: 8
Canopy Rate: 10
Rocket Mass (First): 17.189
Rocket Mass (Second): 16.366
Payload Mass: 4.030

CALCULATE

SONUÇLAR
Ana paraşüt hızı: 8.53 (m/s)
Sürüklene paraşüt hızı: 25.12 (m/s)
Faydalı yük paraşüt hızı: 8.04 (m/s)
Ortalama çap (Ana): 2.36 (m)
Ortalama çap (Sürüklene): 0.90 (m)
Ortalama çap (Faydalı): 1.36 (m)
Ortalama alan (Ana): 4.96 (m^2)
Ortalama alan (Sürüklene): 0.63 (m^2)
Ortalama alan (Faydalı): 1.45 (m^2)

②

Hesaplama sonuçları kırmızı çerçeve içerisindeki alana yazdırılır.

Kullanılan denklemlerin genel hali ve parametreleri bir yansısı sonrasında detaylı olarak verilmiştir.

Program TEKNOFEST 2023 yarışması şartname ve isterlerine uygun olacak şekilde kodlanmıştır.



Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1



Kurtarılacak Unsurlar

Eleman Adı	Görevi	Bulunduğu Sistemler
BMP180	İrtifa ve basınç değerlerini algılar. Kurtarma durum kontrolü için veri toplar.	Ana
LPS25H	Ana sistemde sıcaklık değerini ölçmek amacıyla kullanılacaktır.	Ana
MPU6050	Üçer eksenli gyro ve açısal ivme ölçer barındıran 6 eksenli sensördür. Euler açılarını algılar. Kurtarma durum kontrolü için veri toplar.	Ana
NEO7M	Enlem, boylam, hız ve irtifa verilerini ölçerek konumlayıcı amacıyla kullanılacaktır.	Ana, Faydalı Yük
RF Modül	Yer istasyonuna verileri iletmek amacıyla kullanılacaktır.	Ana, Faydalı Yük
DHT22	Nem ve sıcaklık değerlerini ölçmesi amacıyla kullanılacaktır.	Faydalı Yük
MOSFET	Barutu tetikleyecek olan akımı artırmak amacıyla kullanılacaktır.	Kurtarma Kartı
BMP280	İrtifa ve basınç değerlerini algılar. Kurtarma durum kontrolü için veri toplar.	Faydalı Yük
MS5607	İrtifa ve basınç değerlerini algılar. Kurtarma durum kontrolü için veri toplar.	Yedek



Kurtarma Sistemi – Paraşütler -2



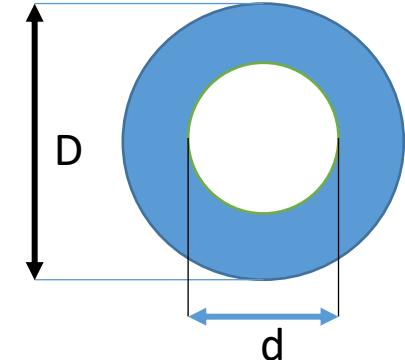
Paraşüt Sistemi	Paraşüt Alanı (m^2)	Paraşüt Sisteminin Taşıyacağı Kütle (kg)	Paraşüt Sürükleme Katsayısı	Düşüş Hızı (m/s)
Birincil Paraşüt	0,63	17,189	0,8	25,12
İkincil Paraşüt	4,96	16,366	0,8	8,53
Görev Yükü Paraşütü	1,45	4,030	0,8	8,04



Resim 2.4: Ana Paraşüt ve Sürüklenme Paraşütlerinin Açık Hali

Çap Hesabı Denklemi

$$\sqrt{\frac{8 \times m \times g}{\pi \times \rho \times V^2 \times C_d}}$$



Düşüş Hızı Denklemi

$$\sqrt{\frac{2 \times m \times g}{\rho \times A \times C_d}}$$

Paraşüt Alan Hesabı

$$\frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4}$$

Ana paraşütün açılması esnasında sürüklene paraşütü de açık olacağından; hız hesabında gerekli olan alan belirlenirken iki paraşütün alanı da göz önünde bulundurularak hesap yapılmıştır.

Parametreler ve Sabitler

g: Yer çekimi ivmesi (m/s^2)

A: Alan (m^2)

V: Hız (m/s)

m: Kütle (kg)

C_d : Sürtünme katsayısı = 0,8

ρ : Hava yoğunluğu (kg/m^3)



Görev Yükü

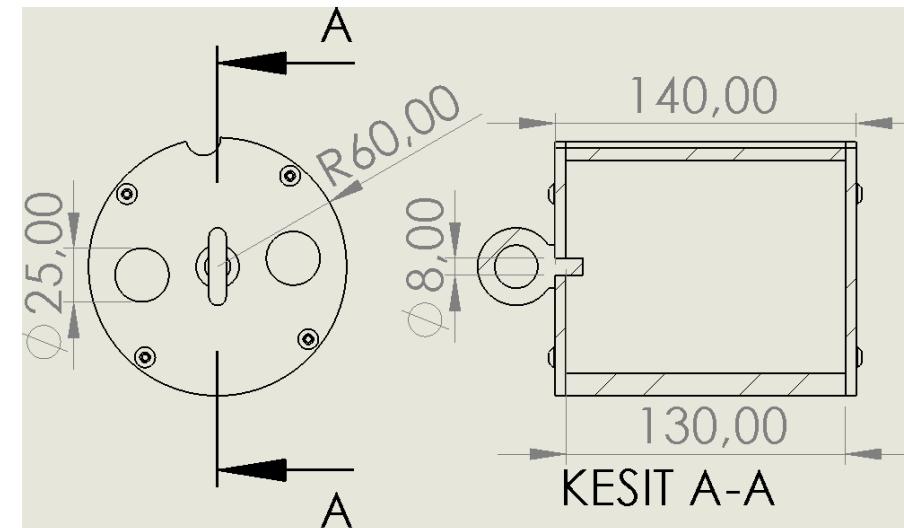
Görev yükü, konumlayıcı olarak NEO 7M GPS modülünü barındırmaktadır. İlgili sensörden alınan anlık konum bilgisi Lora E22 haberleşme modülü aracılığı ile yer istasyonuna göndermektedir. Böylelikle görev yüküne ait konum bilgisi anlık olarak takip edilebilmektedir.

- ❖ Malzeme Seçimi: 304 çeliği seçilmiştir. Bunun sebebi; belirlenen boyutlarda; istenilen kütleyi bu malzeme ile elde edebilmemizdir. Kart yuvası için ABS malzeme seçimi yapılmıştır. Bunun sebebi malzemenin yüksek sıcaklığa dayanmasıdır.

Komponent	Kütle (g)
Ana Gövde	3080
Alt Kapak	450
Üst Kapak	400
M5*10 civata	10
Faydalı Yük Bilgisayarı	90
TOPLAM KÜTLE	4030



Resim 2.1: Görev Yükü CAD



Resim 2.2: Görev Yükü Teknik Resim



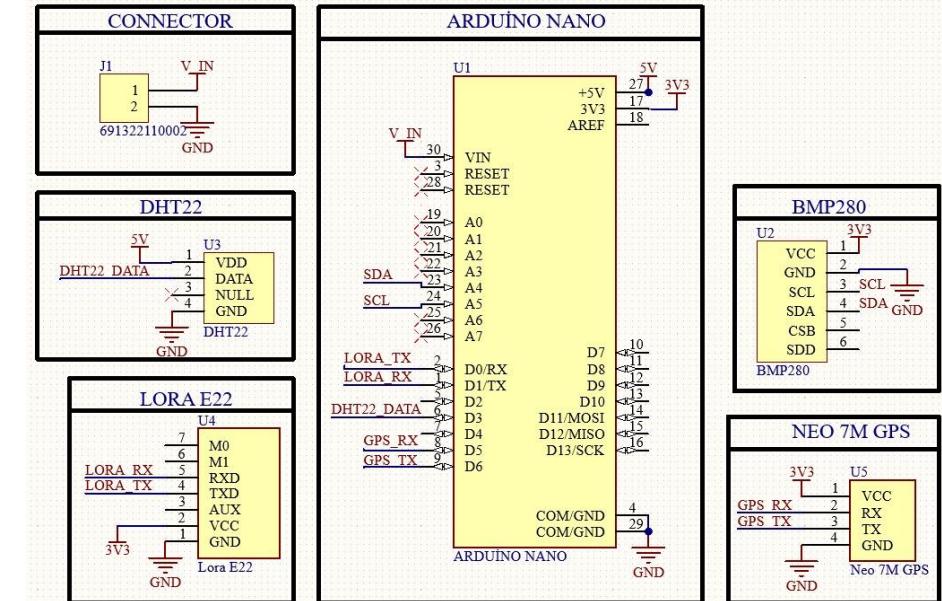
Görev Yükü



Görev Yükü Ayrılma ve Kurtarma

Ayrılma	Aviyonik sensörlerinden gelen veri yardımıyla tepe noktasında kurtarma sisteminin aktifleşmesi sonucunda oluşan basınç yardımıyla burun omuzu ana gövdeden ayrılop faydalı yük ve faydalı yük paraşütü tahliyesi gerçekleşecektir. Bu ayrılmadan sonra faydalı yük roketten bağımsız bir şekilde paraşütünü açıp yer yüzüne inecektir
Kurtarma ve Konum Bulma	Yere inen faydalı yük, NEO 7M GPS sensörü yardımıyla algıladığı konum verilerini "Lora E22" RF modülü aracılığıyla yer istasyonuna iletir. Bu veriler yardımıyla Google Haritalar üzerinden faydalı yükün koordinatları belirlenerek kurtarma gerçekleştirilir.

Görev Yükünün İşlevi: Görev yükünün tepe noktasından itibaren atmosfere ait basınç verisini BMP280 sensörü yardımıyla; sıcaklık ve nem verilerini ise DHT22 sensörü yardımıyla 5 Hz frekansla yer istasyonuna Lora E22 modülü ile iletmesi amaçlanmıştır.





Kurtarma Sistemi Prototip Testi

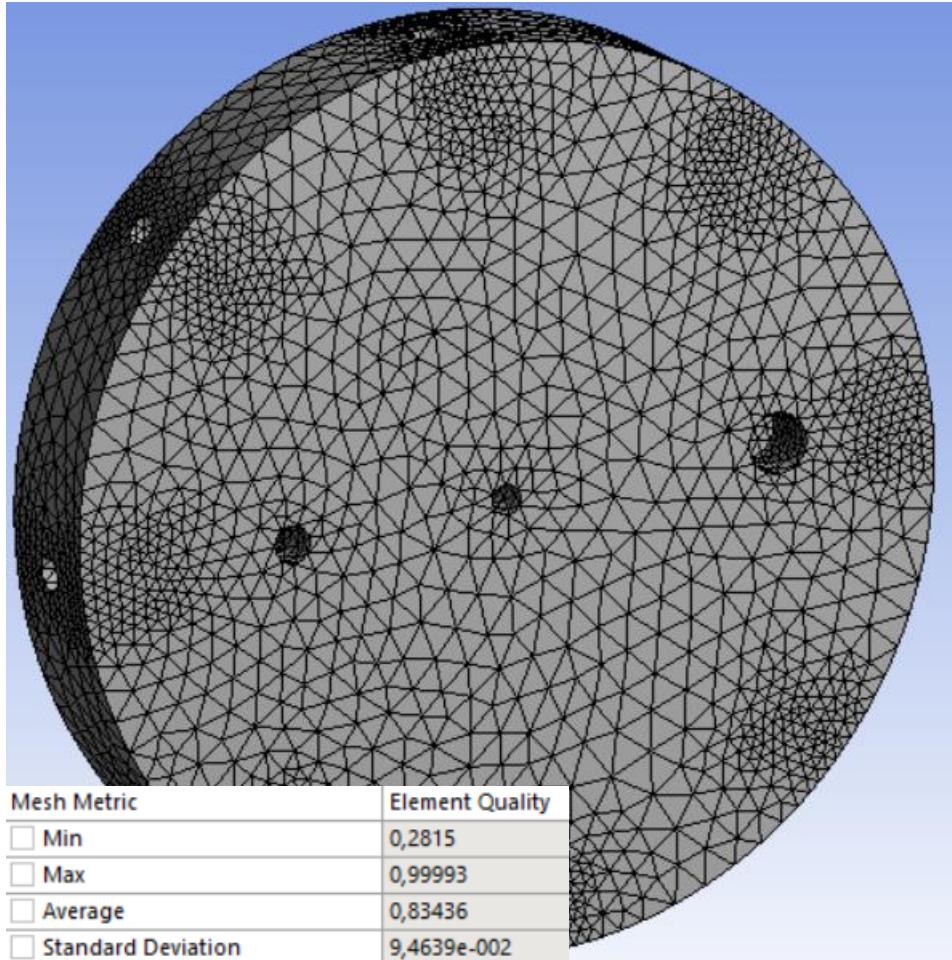


Test Adı	Test Amacı	Test Sonucu	Tarih
Kurtarma Sistemi Çalışma Kontrolü	Paraşüt açma sistemi tetiklendiğinde barut patlayarak gerekli basıncı oluşturuyor mu?	Beklenen şekilde tetiklenen kurtarma sistemi barutu ateşleyerek oluşturduğu basınç ile ayrılmayı başarılı bir şekilde gerçekleştirmiştir.	15.02.2023
Paraşüt Açılmaya Testi	Katlanan paraşütler, ipleri dolanmadan kolayca açılıyor mu?	Belirli yükseklikten, ağırlık bağlanarak bırakılan paraşütler, ip dolanma sorunu olmadan başarılı bir şekilde açılmıştır.	20.02.2023
Paraşüt Dayanım Testi	Kumaş kuvvet altında yırtılmaya maruz kalıyor mu?	İki kişi tarafından karşılıklı olarak kuvvetlice çekilen paraşüt kumaşında herhangi bir deformasyon görülmmedi.	20.02.2023



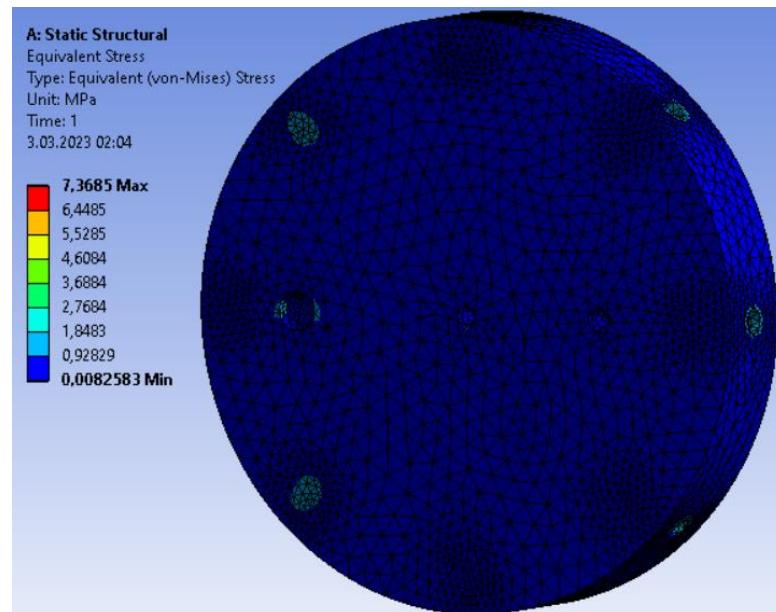
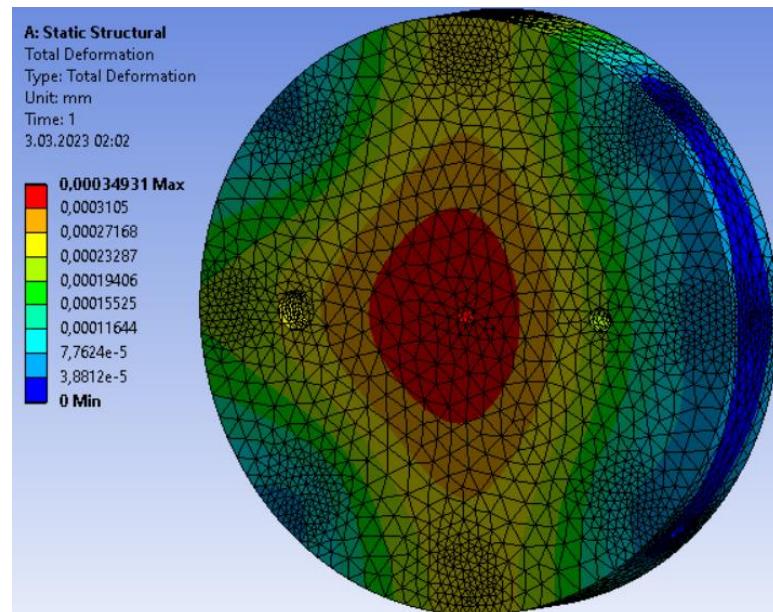


Analizler



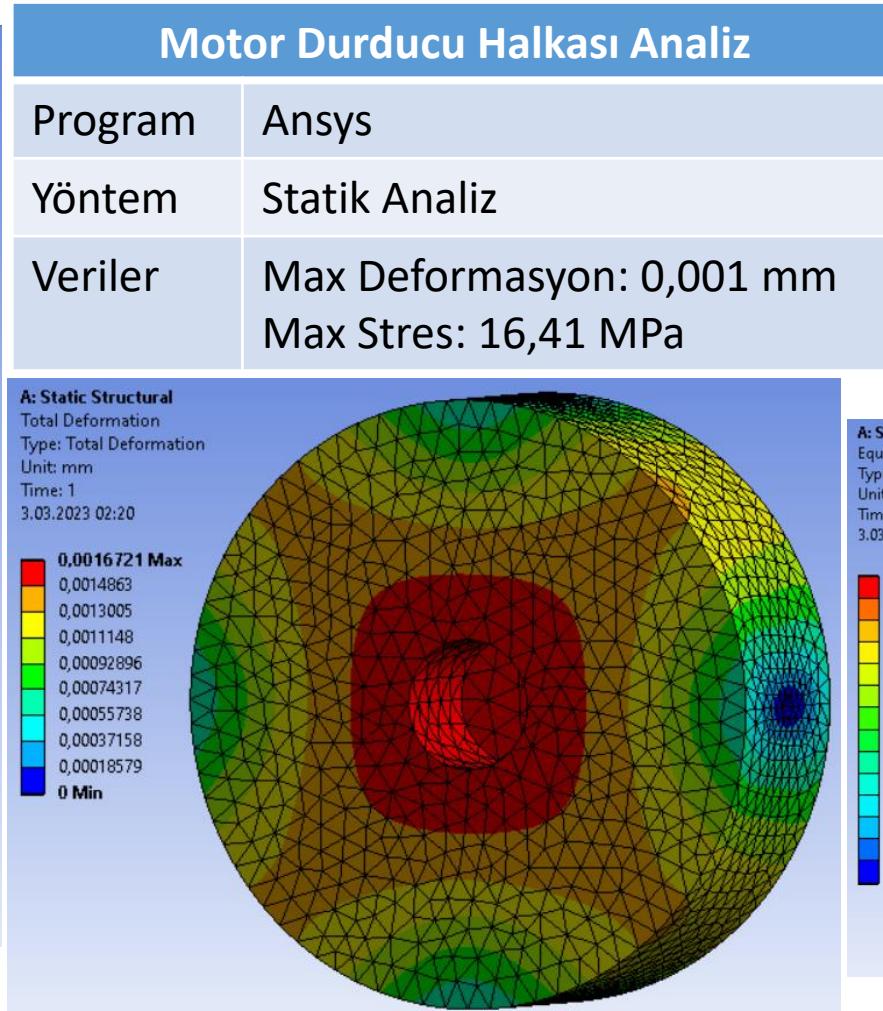
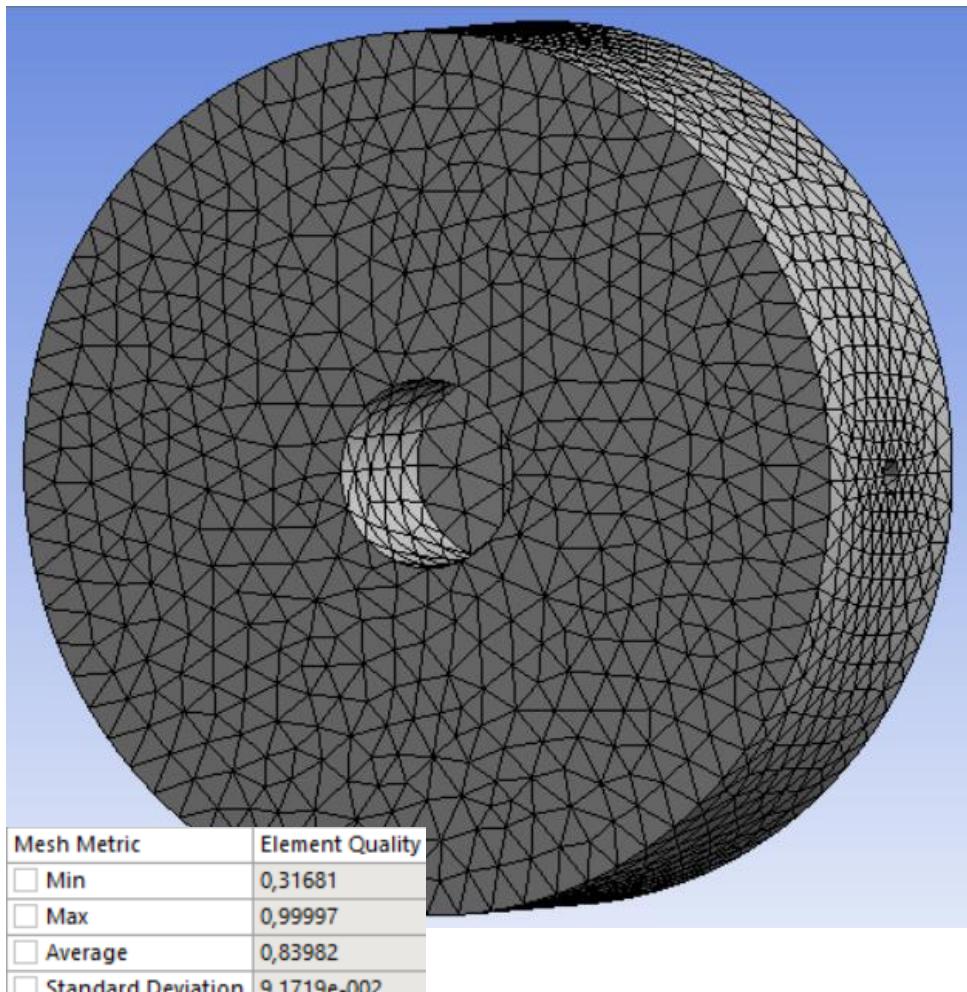
Kurtarma Halkası Analiz	
Program	Ansys
Yöntem	Statik Analiz
Veriler	Max Deformasyon: 0,0003 mm Max Stres: 7,36 MPa

Yorum: Gözle görülür bir deformasyon görülmemiştir. Alüminyum malzemenin akma kuvvetini geçecek bir stres gözlenmemiştir.

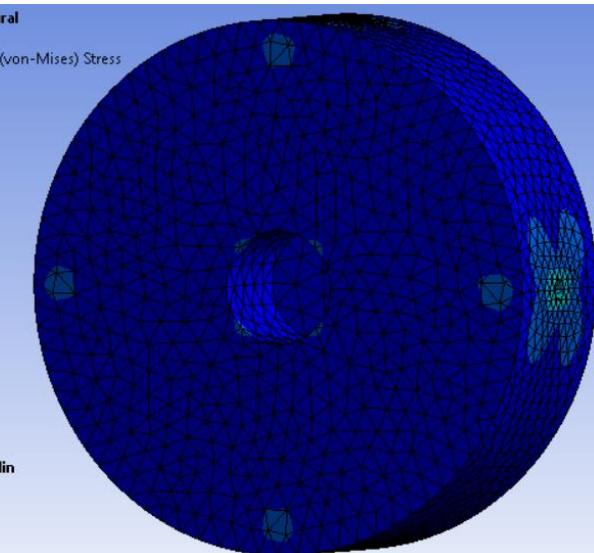




Analizler



Yorum: 5000 N kuvvet uygulanmıştır. Gözle görülür bir deformasyon görülmemiştir. Alüminyum malzemenin akma kuvvetini geçecek bir stres gözlenmemiştir.



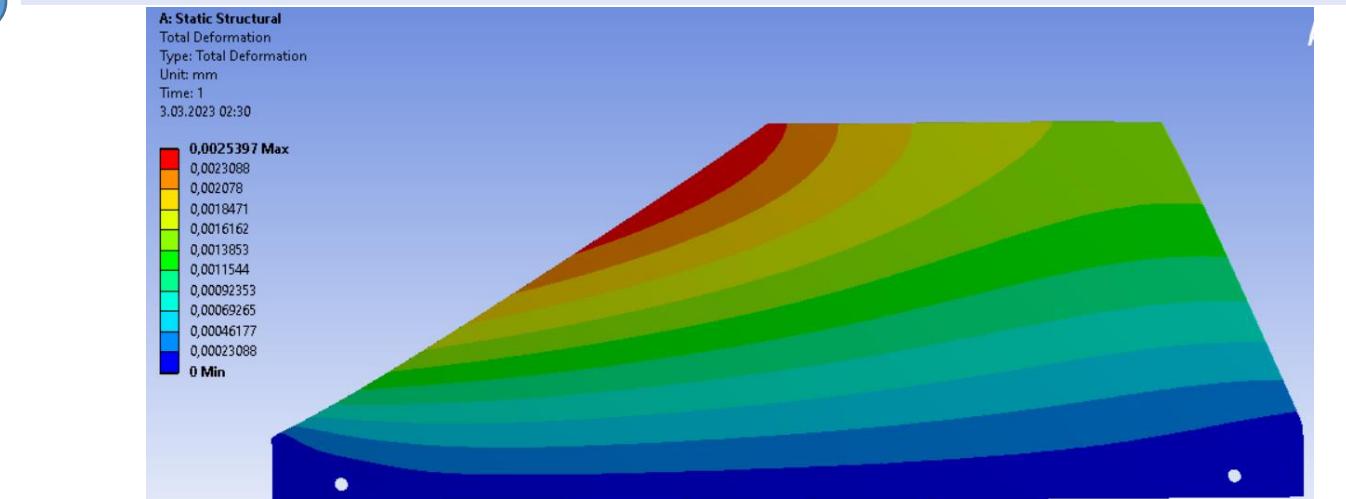
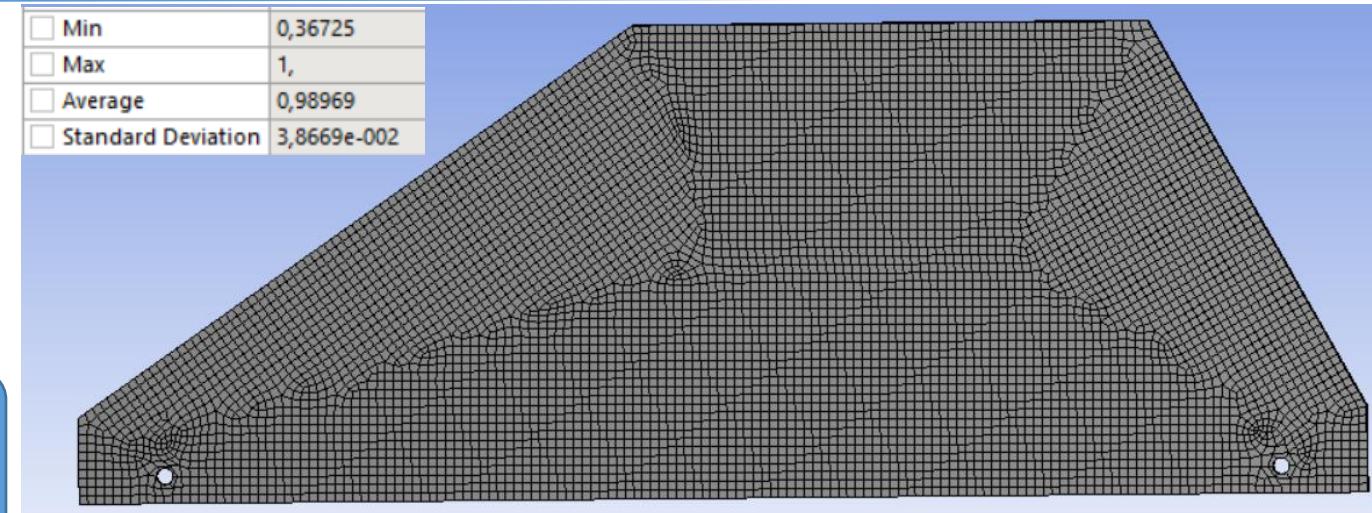
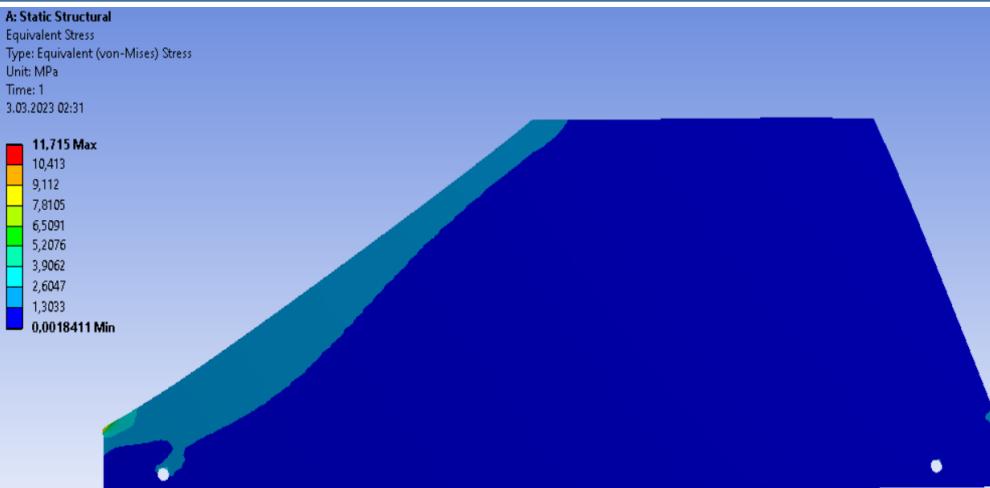


Analizler

Kanat Analiz

Program	Ansys
Yöntem	Statik Analiz
Veriler	Max Deformasyon: 0,002 mm Max Stres: 11,71 MPa

Yorum: 10 Mpa basınç uygulanmıştır. Gözle görülür bir deformasyon görülmemiştir. Alüminyum malzemenin akma kuvvetini geçecek bir stres gözlenmemiştir.





Analizler

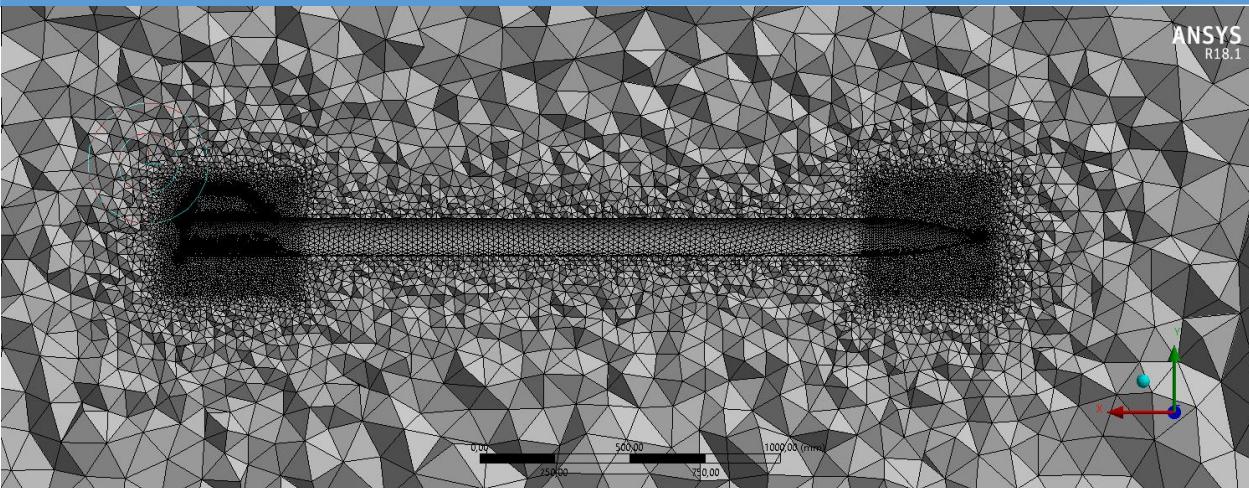


Analiz Ansys Fluent R18.1 paket programı kullanılarak yapılmıştır. İlk olarak Solidworks paket programı kullanılarak roket 3 boyutlu katı model halinde tasarılanarak spaceclaim paket programına import edilmiştir. Daha sonra uzunlukları roketin uzunluğunun ön tarafta 1.5 , arka tarafta 8 , alt ve üst tarafında 2 katı olacak şekilde enclosure oluşturulmuştur. Mesh kalitesini iyileştirebilmek amacıyla kanat ve burun kısmına iki tane silindir çizilmiştir. Bu silindirler analize dahil edilmemiştir. Daha sonra name selectionları vermek ve mesh atmak için Ansys meshing programına geometri aktarılmıştır. Analizin başlangıç kısmındayken reynold sayısı 854.947 olarak hesaplanmıştır. Bu reynold sayısına bakılarak akışın türbülanslı olduğunu söylemek mümkündür.





Analizler

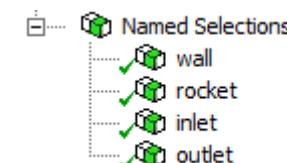


Mesh Metric	
<input type="checkbox"/> Min	2,5345e-005
<input type="checkbox"/> Max	0,82319
<input type="checkbox"/> Average	0,21859
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	0,11799

Statistics	
<input type="checkbox"/> Nodes	433131
<input type="checkbox"/> Elements	2462256

Mesh Metric	
<input type="checkbox"/> Min	1,1599
<input type="checkbox"/> Max	11,384
<input type="checkbox"/> Average	1,8164
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	0,45402

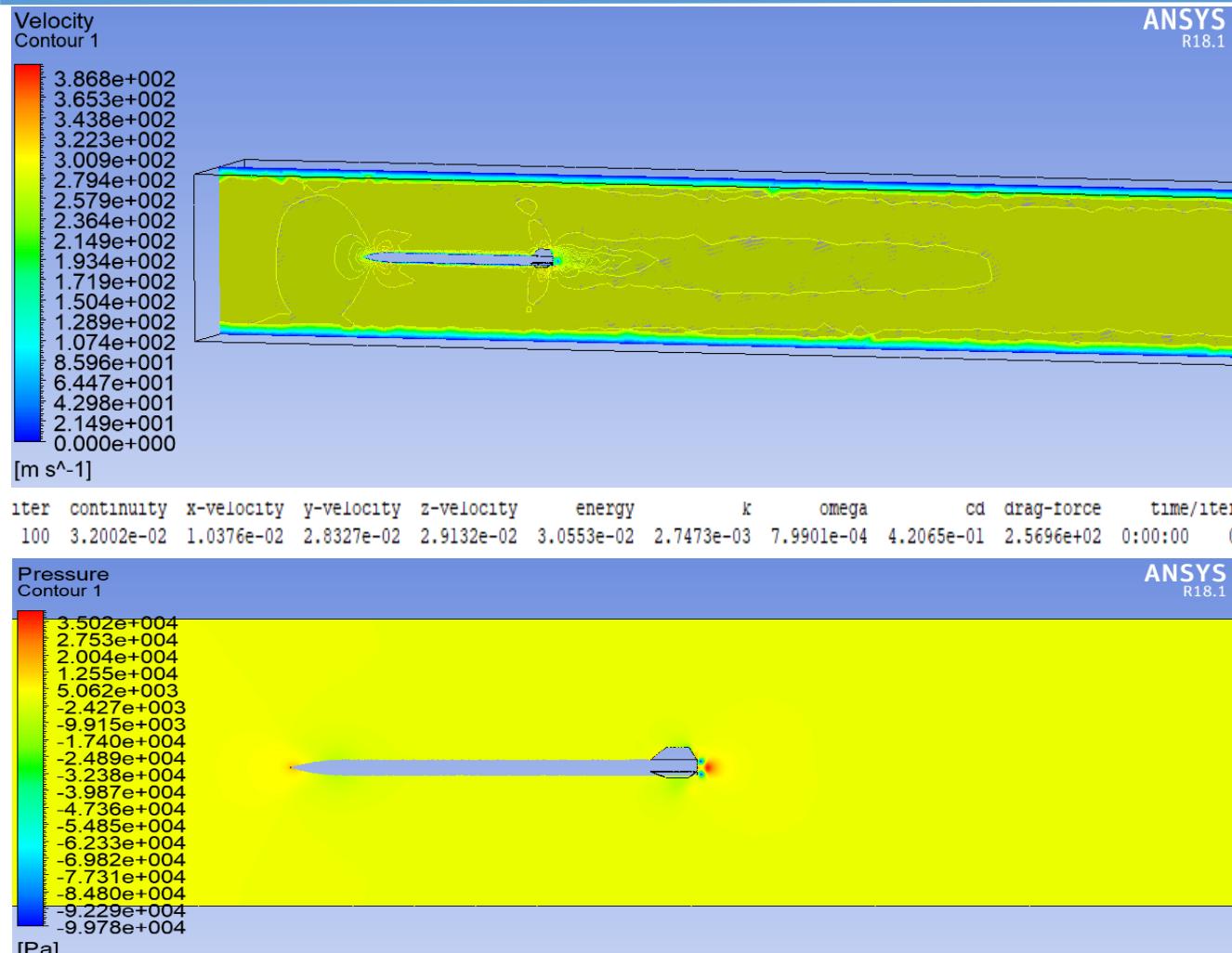
Mesh Metric	
<input type="checkbox"/> Min	2,5345e-005
<input type="checkbox"/> Max	0,82319
<input type="checkbox"/> Average	0,21859
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	0,11799



Mesh aşamasında önemli olan kalite kriterleri Skewness değeri, Orthogonal qualit ve aspect ratio olarak literatürde geçmektedir. Skewness değeri 1'e yaklaşıkça kalite düşmektedir. Orthogonal quality değerinde ise 1'e yaklaşıkça kalite artmaktadır. Aspect ratio oranı 1 ila 20 arasında olması gerekmektedir. Bu bilgiler göz önünde bulundurularak ilk öncelikle genel ayarlarda mesh atılıp kalite kriterleri kontrol edilmiştir. Yeterli kriterleri sağlamadığı için burun ve kanatçık kısmına edge sizing verilmiştir. Geometri kısmında tasarlanılan silindirler kullanılarak body of influence eklenerek bu bölgelerde daha sık ve kaliteli bir mesh elde edilmesi hedeflenmiştir. $Y+ 1$ 'e göre hesaplanarak inflation layer tabakası eklendi. Toplamda 433131 node ve 2462256 element kullanılmıştır. Son olarak resimde görüldüğü gibi name selectionlar verilerek setup kısmına geçilmiştir.



Analizler

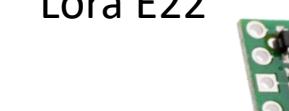
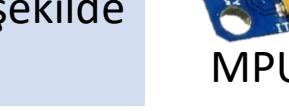


Setup kısmında density based bir analiz yapılmıştır. Tûrbülans modeli olarak SST k-omega seçilmiştir. Hava ideal gaz olarak tanımlanıp viskozite sutherland olarak seçilmiştir. Hava ideal gaz olduğundan dolayı wall kısmı pressure far field olarak atanmıştır. Inlet velocity olarak openrocket verilerinden yararlanarak maksimum hız olan 283 m/s değeri ile 2800 irtifada ki gauge pressure değeri olan 71774 pascal değerleri girilmiştir. Reference values kısmındaki alan önden bakıldığından en büyük alandır. Bu alan ise 0,0135 m² olarak girilmiştir. Inlet tarafından başlayarak initialize edildikten sonra analiz koşturulmuştur. Analizin sonucunda elde edilen drag force mekanik analiz için kullanılmıştır. Velocity kontürüne bakıldığından havanın roket etrafında yavaşladığı ve 0 m/s olduğu görülmektedir. Basınç kontürü incelendiğinde en yüksek basıncın burun kısmında olduğu görülmektedir.



Aviyonik – Özeti



Özgün Sistem	Adı	Ticari Sistem	Adı	Görevi	
Uçuş Kontrol İşlemcisi	Atmega2560	Uçuş Kontrol İşlemcisi	LPC11U24FET48/301	Algoritmik İşlem	
RF Modül	LORA E22	RF Modül	Yok	Haberleşme	
Konumlayıcı	NEO 7M	Konumlayıcı	Yok	Konumlama	
Barometre	BMP280	Barometre	MS5607	İrtifa	
6 DOF IMU Sensör	MPU6050	6 DOF IMU Sensör	Yok	Euler Açıları	
Batarya	3S LiPo Pil	Batarya	3S LiPo Pil	Besleme	
Regülatör	Yok	Regülatör	LD2980ABM33TR	Regülasyon	
Sıcaklık	LPS25H	Sıcaklık	Yok	Sıcaklığını ölçer	

Sistemler arası kablosuz ve elektriksel bağlantı olmadığı için bilgisayarlar arası geçiş söz konusu değildir. Ana uçuş kontrol kartı ve görev yükü kartı özgün tasarım; yedek uçuş kontrol kartı ise ticari sistem olacaktır. Ticari uçuş kontrol kartı olarak "09201" model numaralı EasyMini ALTIMETER kullanılmasına karar verilmiştir. Uçuş kontrol kartları, eş zamanlı çalışacaklarından dolayı kurtarma sistemlerini birbirinden bağımsız olacak şekilde tetikleyecektir. Eş zamanlı çalışma durumu, bir kartın arızası esnasında diğerinin etkilenmemesini sağlar.

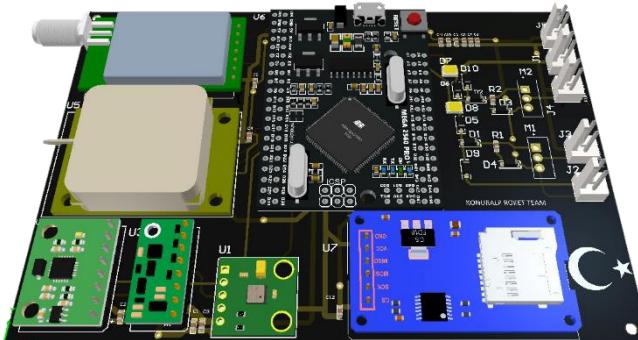


Aviyonik – Özeti



Sistemler Arası Farklar

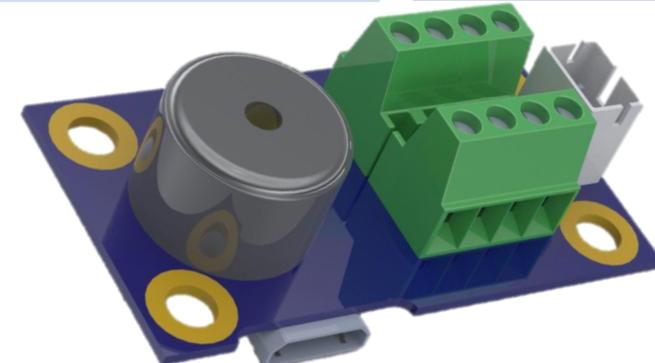
Özgün Uçuş Kontrol Kartı	Ticari Uçuş Kontrol Kartı
İvmeölçer var.	İvmeölçer yok.
GPS Konumlayıcı var.	GPS Konumlayıcı yok.
Gyro eğim sensörü var.	Gyro eğim sensörü yok.
Telemetri var.	Telemetri yok.
Sıcaklık ölçer var.	Sıcaklık ölçer yok.
Sesli uyarı yok.	Sesli uyarı var.



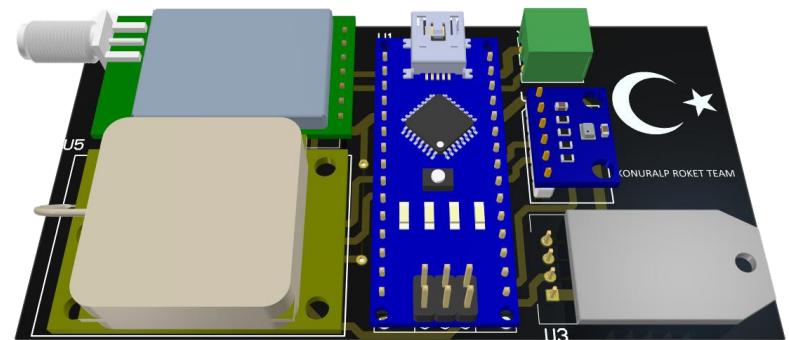
Özgün Sistem

Sistemler Arası Benzerlikler

Özgün Uçuş Kontrol Kartı	Ticari Uçuş Kontrol Kartı
Tek barometre sensörü bulunmaktadır.	Tek barometre sensörü bulunmaktadır.
ARM tabanlı işlemci.	ARM tabanlı işlemci.
Veri depolayıcı bulunmaktadır.	Veri depolayıcı bulunmaktadır.
PWM çıkış pinleri bulunmaktadır.	PWM çıkış pinleri bulunmaktadır.



Ticari Sistem



Görev Yükü Kartı



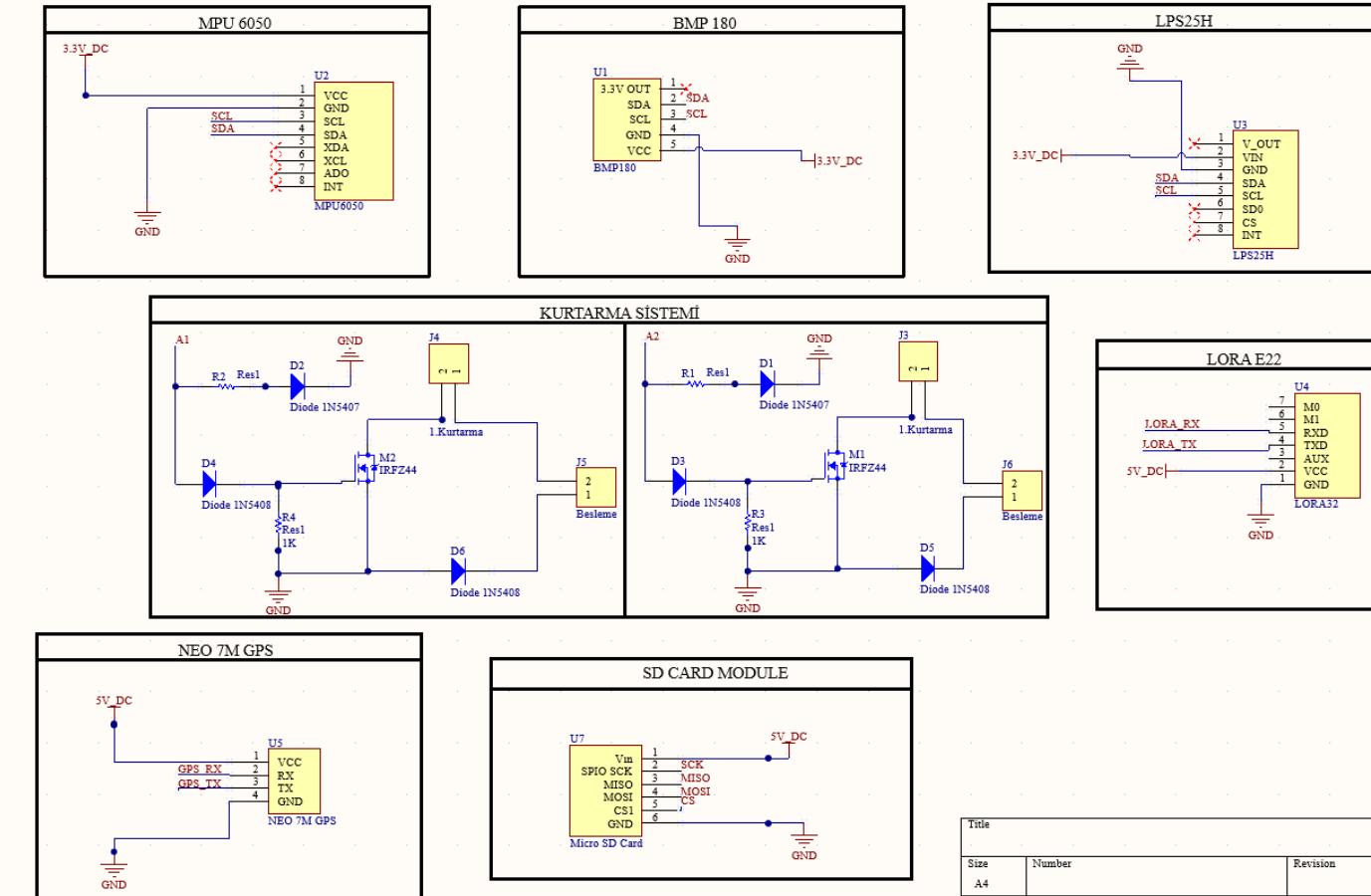
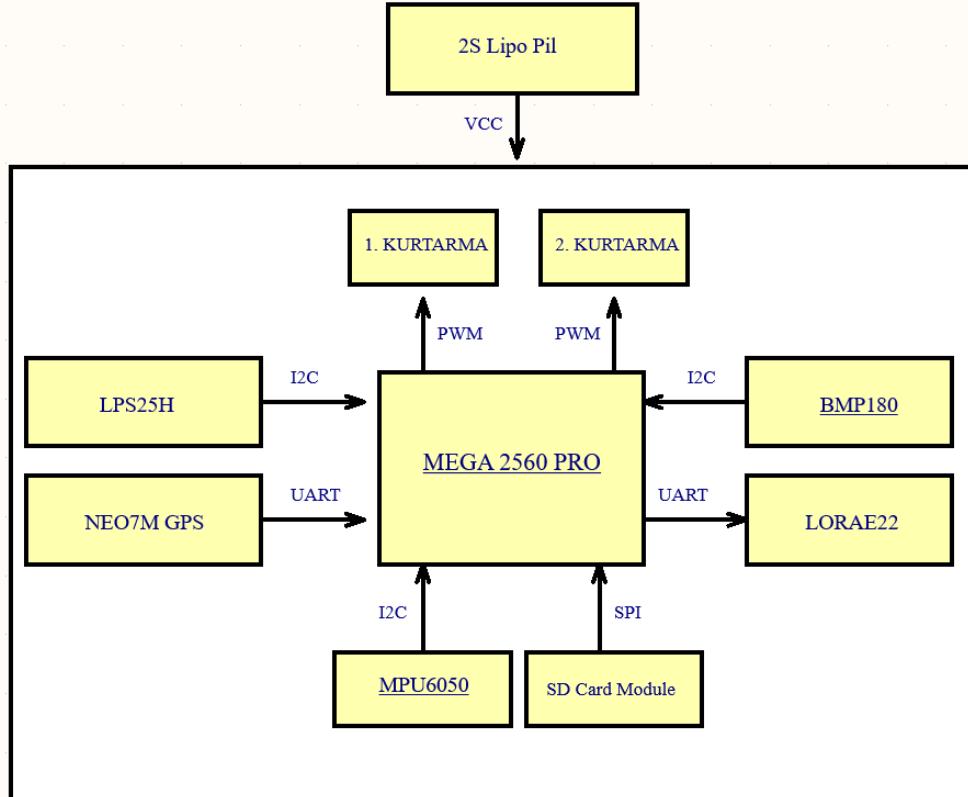
Aviyonik – 1.Sistem Detay/1.1



Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	MEGA 2560 PRO		Kurtarma algoritması için veri üretmemektedir. Üretilen verileri işler.
Barometre	BMP 180 Basınç Sensörü	Evet	Algıladığı basınç verisi kurtarma algoritmasında kullanılacak irtifa verisine çevirmek için kullanılır.
DOF IMU	MPU6050 6 Eksen İvme ve Gyro Sensörü	Evet	Kurtarma algoritmasında kullanılacak olan roll, pitch ve yaw açıları ilgili sensör yardımıyla belirlenecektir.
Sıcaklık	LPS25H	Hayır	Veriler kurtarma algoritmasında kullanılmayacaktır.
RF Modül	Lora E22	Hayır	Veriler kurtarma algoritmasında kullanılmayacaktır.
Konumlayıcı	NEO 7M GPS Modülü	Hayır	Veriler kurtarma algoritmasında kullanılmayacaktır.
Mosfet	IRFZ44N	Hayır	Veriler kurtarma algoritmasında kullanılmayacaktır.



Aviyonik – 1.Sistem Detay/2.1

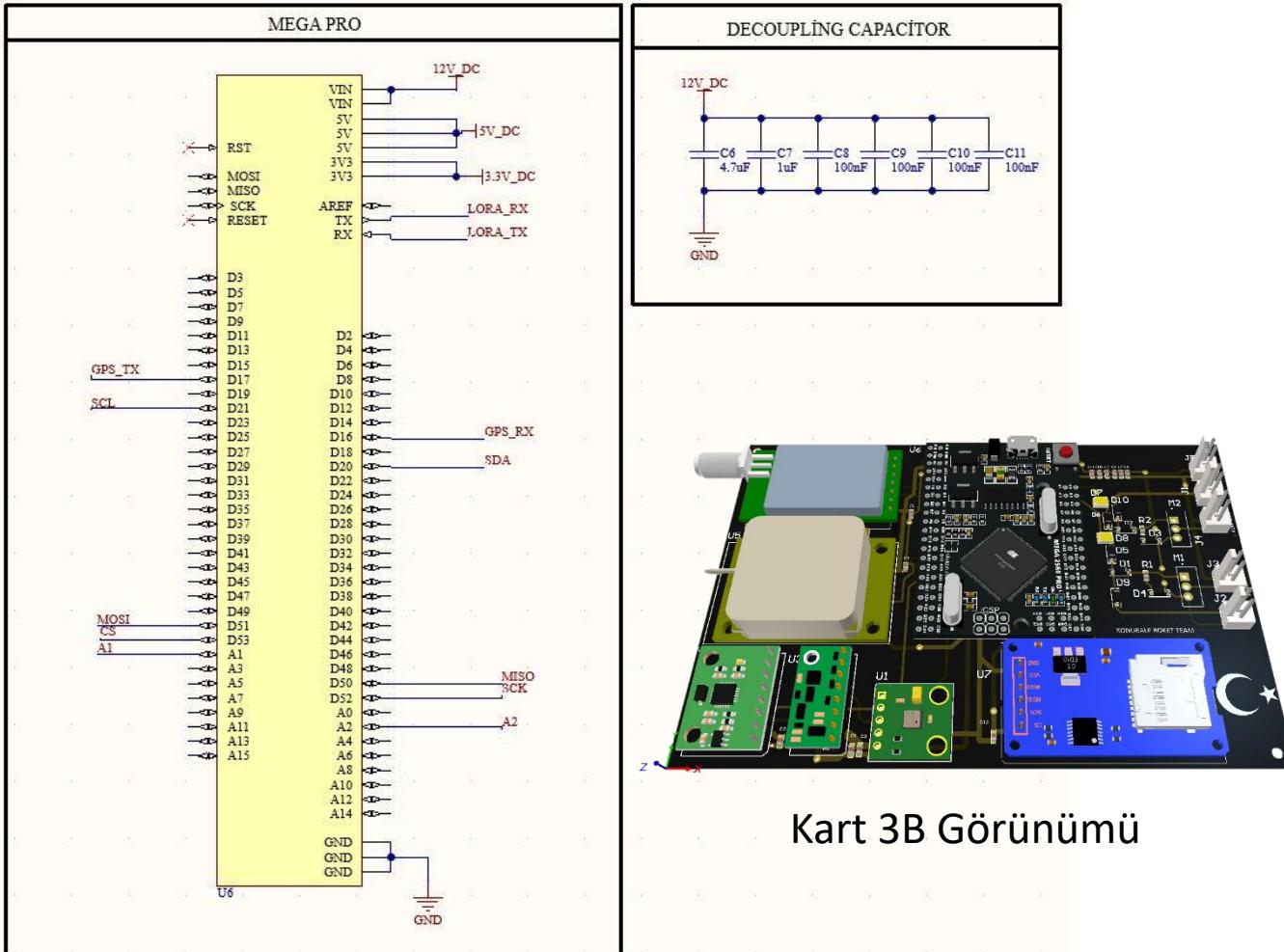


Özgün Sistem Blok Diyagramı

Özgün Sistem Şematik Tasarımı



Aviyonik – 1.Sistem Detay/2.2

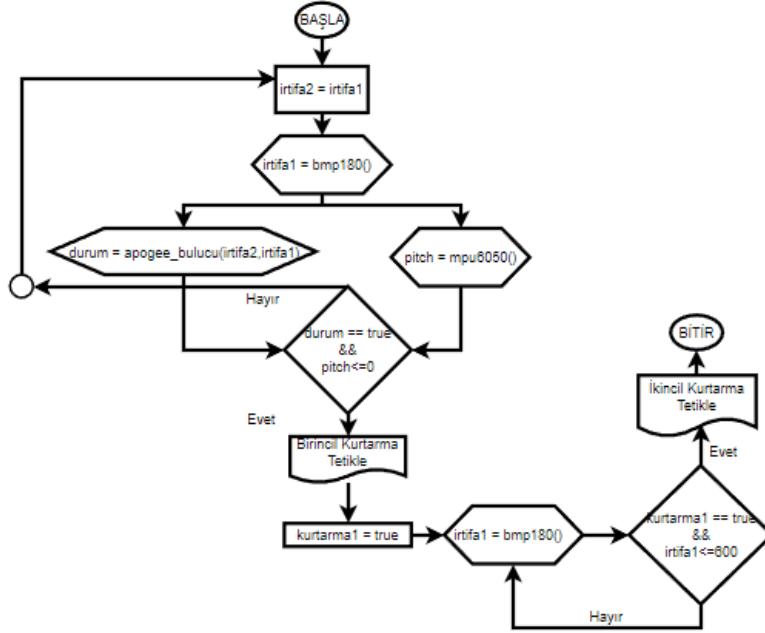


Kart Üretim Yöntemi

- Kullanılacak sensörler ve elektronik komponentler belirlenir.
- Altium Designer programı kullanılarak karta ait PCB çizim yapılır. Kart tasarıımı çok katmanlı olacaktır.
- Çizime ait Gerber dosyası alınır.
- Dosya PCB üretimi için PCB üretim firmasına gönderilir.
- İşlemci, sensör ve komponentler aviyonik ekibimiz tarafından üretimi tamamlanan karta eklenir.
- Elemanlar baskı devreye pin header üzerinde eklenecektir. Böylelikle olası devre elemanı arızasında kolaylıkla değişim gerçekleştirilebilecektir.
- Tüm bu aşamalar sonucunda gerekli testler yapılarak kart kullanıma hazır hale getirilecektir.



Aviyonik – 1.Sistem Detay/3.1



Parametre	Seçilme Nedeni
İrtifa Verisi	Hız ve ivme parametreleriyle karşılaştırıldığında güvenilirliği fazladır. Yazılıma eklenen, takımımıza ait algoritma ile tepe noktası ve roketin düşüşe geçip geçmediği belirlenirken, diğer seçeneklere göre başarı oranı daha yüksektir.
Gyro Verileri	Tepe noktası ve roket düşüşü belirlenirken olası hata durumlarına hazırlıklı olmak, karar durumunu güçlendirmek adına; roketin yatay konumunu doğrulayacak ikincil bir parametre olma özelliği taşımaktadır. Sadece 1. kurtarma algoritmasında kullanılacaktır.

Veri Filtreleme Yöntemleri

- Sensörlerden elde edilen veriler filtrelenirken Kalman Filtresi kullanılacaktır.
- İrtifa ve gyro verileri işlenmeden önce ilgili filtrenin yazılıma dökülen matematiksel işleminden geçirilecektir.

Kalman Filtreleme Formülü

$$\hat{X}_k = K_k \cdot Z_k + (1 - K_k) \cdot \hat{X}_{k-1}$$

Alt indis olan k harfi durumları gösterir. Zaman aralıkları olarak varsayılabılır. Şöyled ki; $k = 2$ ise 2 ms olarak kabul edilir. Buradaki amaç sinyalin tahmini olan \hat{X}_k değerini bulmaktır. Her bir k değeri için bu değer bulunmaya çalışılır.



Aviyonik – 1.Sistem Detay/3.2



Kurtarma Algoritması

- "irtifa1, irtifa2, pitch, ilk_kurtarma, durum" değişkenleri tanımlanarak, "mpu6050, bmp180 ve apogee_bulucu" adındaki fonksiyonlar oluşturulur. Elde edilecek irtifa verisi BMP180, pitch verisi ise MPU6050 sensörlerinden elde edilecektir.
- Sistem başladığında okunan basınç bilgisi bmp180 fonksiyonuna gönderilerek ilk irtifa belirlenir. irtifa1'e atama yapılır.
- Daha sonra irtifa1 değişkeninin değeri irtifa2 değişkenine atanır. Ardından irtifa1 değişkeni için tekrardan ölçüm yapılır.
- mpu6050 fonksiyonu çağrılrı ve döndürülen ilgili değer pitch değişkenine atanır.
- irtifa1, irtifa2 ve pitch değerleri için «Smoothing» kütüphanesi ile veri filtreleme yapılarak veriler kullanılabılır hale getirilir.
- apogee_bulucu fonksiyonu çağrılrı ve irtifa1 ile irtifa2 verileri fonksiyona gönderilir. Bu fonksiyon iki adet parametre almaktadır. Parametrelerin farkını alarak ve irtifa1'i kontrol ederek "bool" veri tipinde değer döndürür.
- Fonksiyondan dönen değer "durum" adlı değişkene eşitlenir. "durum" değişkeni "true" değerine eşit ve pitch değişkeninin değeri 0'a küçük eşit olduğunda birincil kurtarma tetiklenir. "ilk_kurtarma" değişkeninin değerine "true" atanır.
- Birincil kurtarma gerçeklestikten sonra irtifa1 değişkeni için veri okunmaya devam edilir.
- irtifa1 değişkeni 600 metre değerine küçük eşit olduğunda ve ilk_kurtarma değişkeni true değerine eşit olduğunda ikincil kurtarma tetiklenir. İki aşamada gerçekleşen kurtarma sonrasında roket ve parçaları güvenle yeryüzüne indirilir.



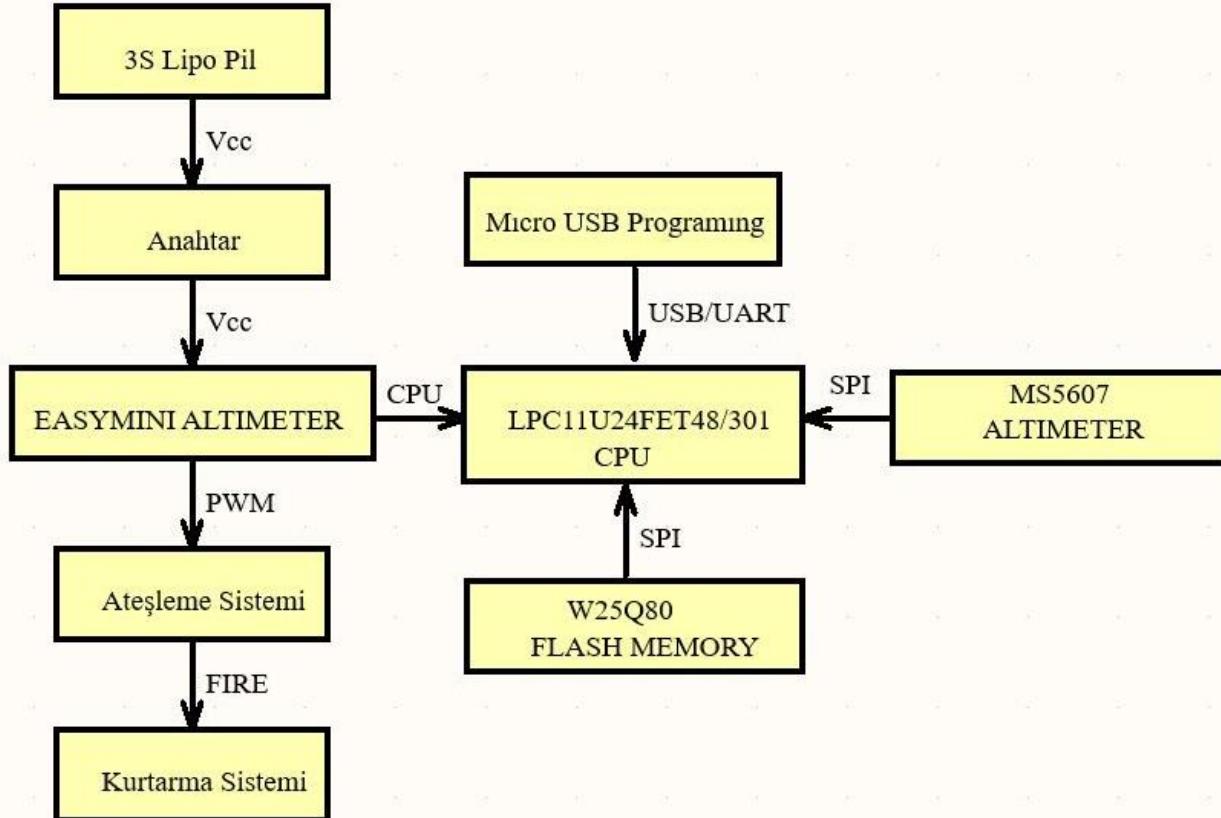
Aviyonik – 2.Sistem Detay/1.1



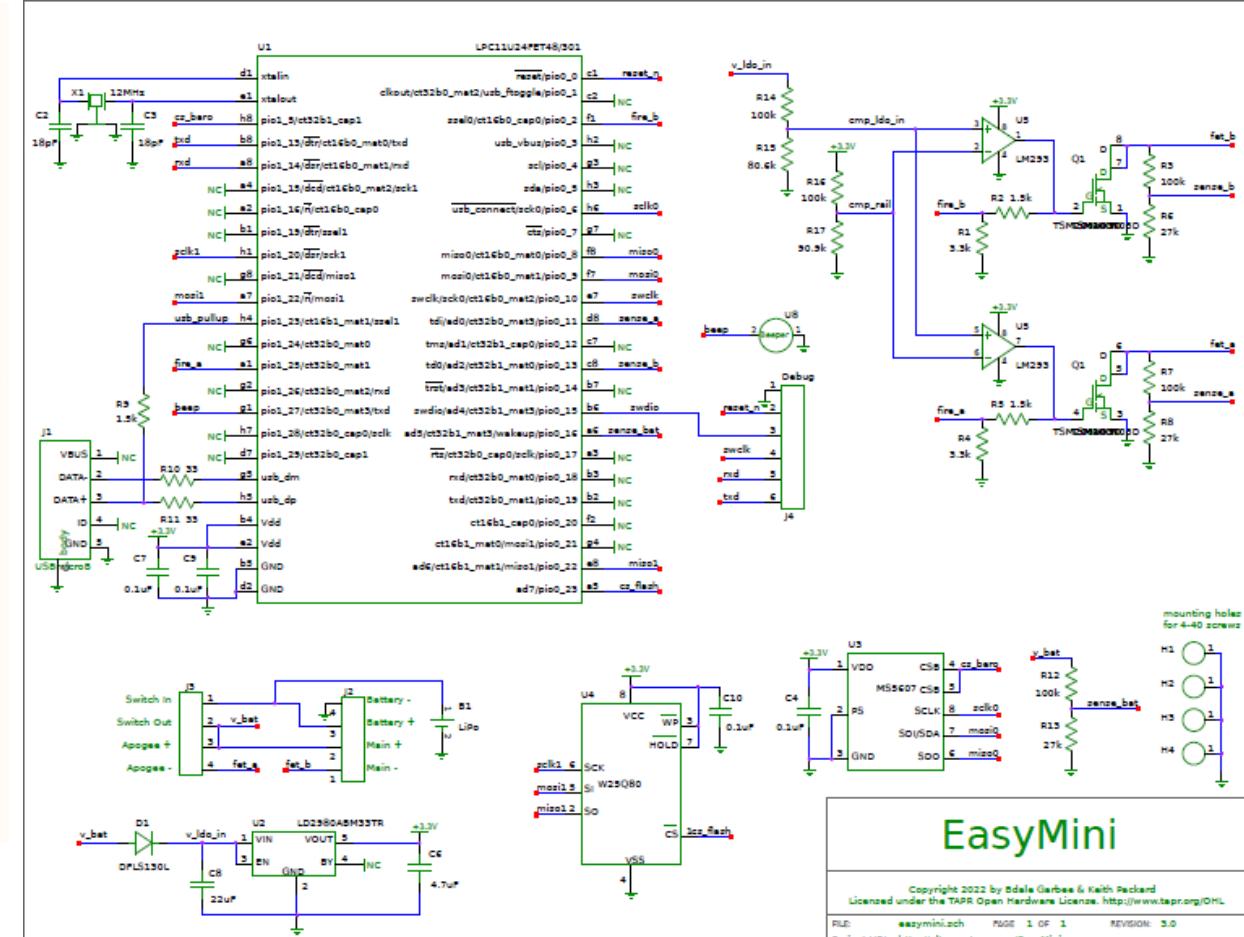
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	LPC11U24FET48/301		Kurtarma algoritması için veri üretmemektedir. Üretilen verileri işler.
Barometre	MS5607 Basınç Sensörü	Evet	Algıladığı basınç verisi kurtarma algoritmasında kullanılacak irtifa verisine çevirmek için kullanılır.



Aviyonik – 2.Sistem Detay/2.1



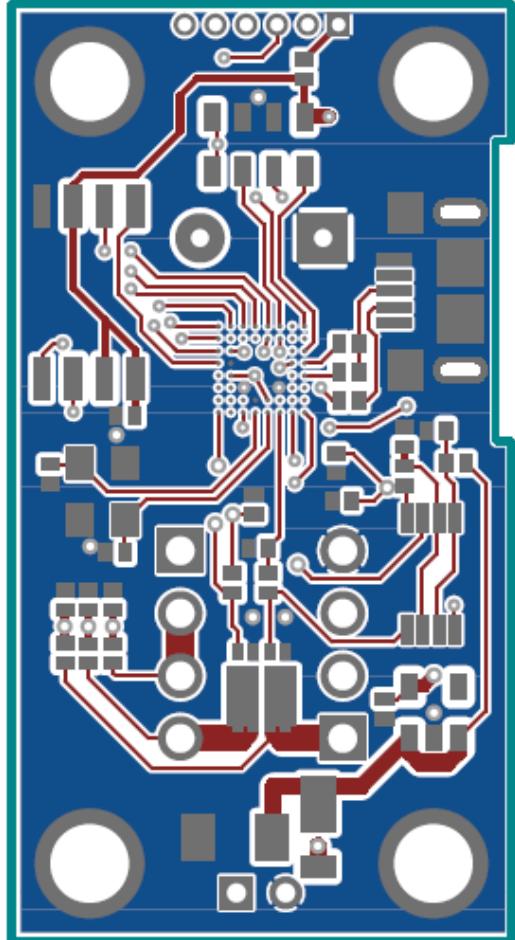
Ticari Sistem Blok Diyagramı



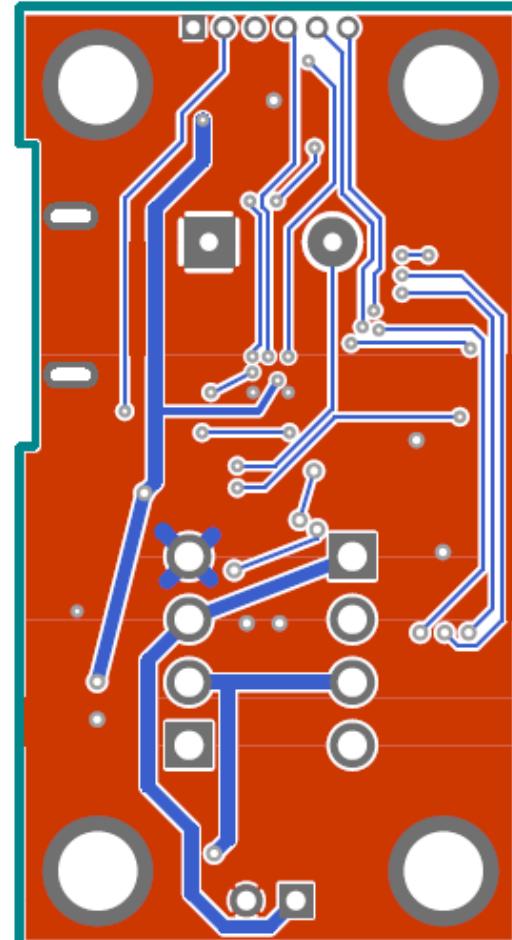
Ticari Sistem Şematik Tasarımı



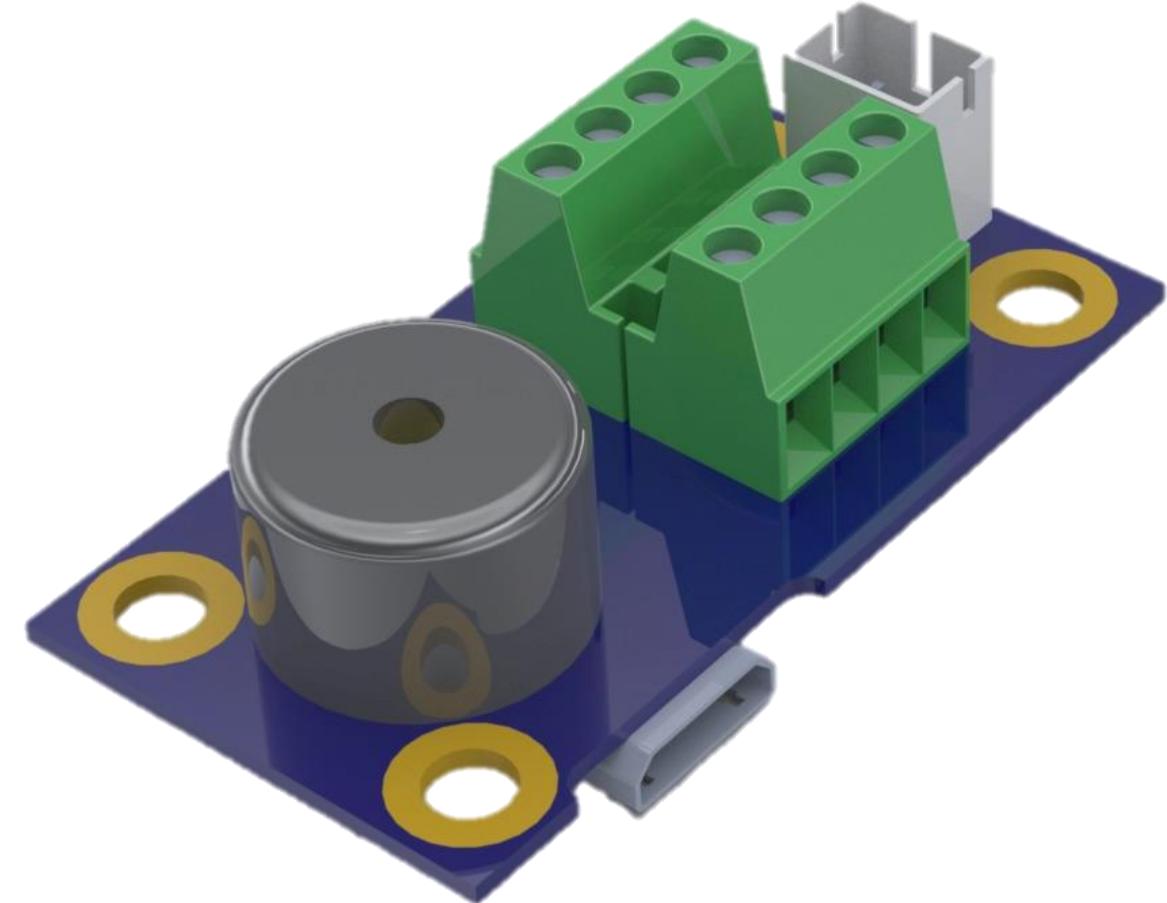
Aviyonik – 2.Sistem Detay/2.2



Ticari Sistem Alt Katman



Ticari Sistem Üst Katman



Ticari Sistem 3B Görünümü



Aviyonik – 2.Sistem Detay/3.1



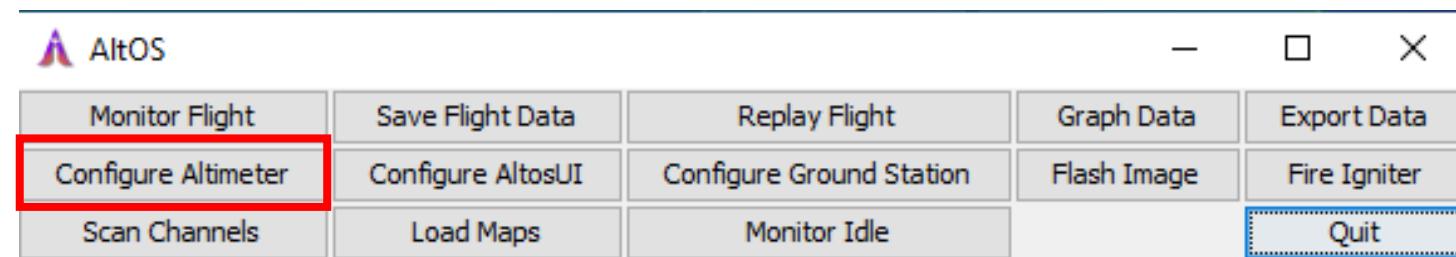
- Ticari sistem MS5607 sensörü yardımıyla irtifa bilgisini ölçecektir. Kurtarma sistemleri sadece irtifa verilerine göre aktifleştirilecektir.
- Karta uygulanan konfigürasyon sonucunda birincil kurtarmanın 3961 metrede, ikincil kurtarmanın ise maksimum 600 metrede gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.



Aviyonik – 2.Sistem Detay/3.2



- İkincil uçuş kontrol kartı, kurtarma sistemlerini tetiklerken sadece irtifa verilerini dikkate alacaktır. irtifa verileri ticari sisteme ait olan "MS5607 Basınç Sensörü"nden alınacaktır.
- Ticari kart, "Altus Metrum" programı kullanılarak özelleştirilecektir.
- İlgili programın "Configure Altimeter" sekmesi altında bulunan irtifa değerleri, hedeflediğimiz birincil ve ikincil kurtarma değerlerine uygun olacak şekilde güncellenecektir.
- Program arayüzü filtreleme yöntem değişikliğini desteklemediğinden dolayı veri filtreleme işleminde herhangi bir değişiklik yapılmayacaktır. Ticari karta ait varsayılan ayarlar kullanılacaktır.
- Ayrıca ticari karta herhangi bir ek yazılım veya veri filtreleme müdahalesi yapılmayacaktır.
- Seçilen ticari kartın sahip olduğu basınç sensörünün, çözünürlük ve doğruluk değeri tarafımızca uygun ve yeterli görüldüğünden dolayı kurtarma parametresi için sadece irtifa verisinin kullanılmasına karar verilmiştir.





Aviyonik – İletişim



E22 900T22D RF MODULÜ

- 1000 byte buffer ve 240 byte veri paketi boyutuna sahiptir.
- +5km haberleşme menziline sahiptir.
- Frekans aralığı 850-930Mhz.
- Veriler; ultra yüksek frekans(UHF) bandında, her 0.2 saniyede (5Hz) ilettilir.
- "RF Settings" programı ile yapılan kanal ve adresleme yöntemiyle veriler, aynı frekanstaki başka RF cihazlar ile çakışmadan iletilebilir.
- Active kristal yapıda olduğu için ısından fazla etkilenmez. Veri kayipları minimuma çeker.

LİNK BÜTÇE HESAPLARI

Güç Kayipları	Değerleri	Güç Kazançları	Değerleri
Serbest Uzay	114.95 dbm	Gönderici Modül	30 dbm
İletim	3.3 dbm	Verici Anten	3 dbi
Atmosferik	3 dbm	Alicı Anten	12 dbi



YER İSTASYONUNA AKTARILACAK VERİLER

❖ Enlem	❖ Boylam	❖ Basınç	❖ İrtifa
❖ Sıcaklık	❖ Gyro (x,y,z)	❖ İvme (x,y,z)	❖ Roll
❖ Yaw	❖ Pitch	❖ Kurtarma	❖ Nem





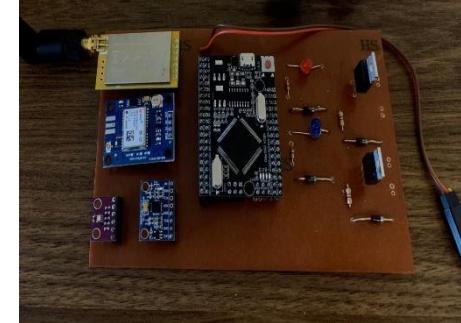
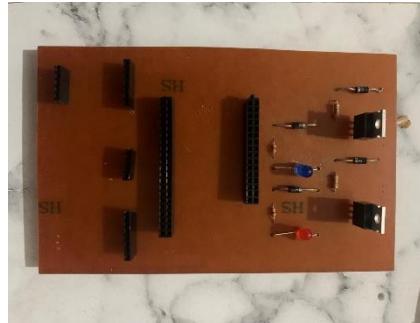
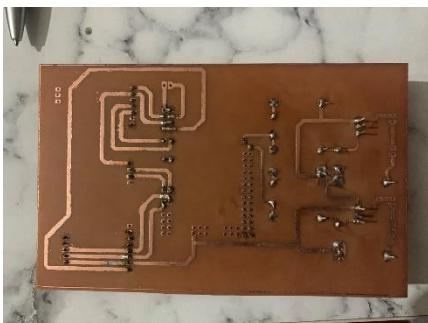
Aviyonik Prototip Testi

Takvim		Tarih	Konum	Amaç	Sonuç
Algoritma Testleri	Basınç Testi	11.02.2023	Düzce Üniversitesi	İrtifanın istenilen noktada tetiklenmesini gözlemlenmesi.	İrtifa 3000 metreye geldiğinde mavi led yanmış ve 600 metreye düştüğünde kırmızı led yanmıştır
	Jiroskop Testi	11.02.2023	Düzce Üniversitesi	Roll, pitch ve yaw değerlerinin gerekli koşulları sağlaması sonucunda, kurtarma sistemini aktifleştirilmesi.	Özgün sistemden gelen roll ve pitch değerlerine göre kırmızı ledin yandığı gözlemlenmiştir.
İletişim Testleri	GPS Testi	09.02.2023	Düzce Üniversitesi	Enlem ve boylam verilerinin gözlemlenmesi.	GPS modülü aracılığı ile gelen enlem ve boylam değerinin bulunduğuımız konum ile örtüşmektedir.
	RF ve Anten Testi	09.02.2023	Düzce, yörükler köyü yolu	Roket ile yer istasyonu arasındaki veri akışının sağlanması.	Özgün uçuş bilgisayarı ile yer istasyonu 4 km mesafeden haberleşmiştir.



Aviyonik Prototip Testi

Takvim	Tarih	Konum	Amaç	Sonuç
Kart Fonksiyonellik Testi	Sensör Birim Testi	02.03.2023	Düzce Üniversitesi	Sensörlerin veri testleri ve güç testlerinin yapılması amaçlanmıştır.
	Serbestlik Derece Testi	02.03.2023	Düzce Üniversitesi	Özgün uçuş bilgisayarının 3B uzay hareketlerini gözlemlenmesi amaçlanmıştır.





Bütçe



Genel Bütçe					
Malzeme	Kullanılacağı Yer	Hammadde Fiyatı	İşçilik Fiyatı	Toplam	Sponsor
Alüminyum	Halkalar – Entegrasyon Gövdesi	1000 TL	700 TL	1700 TL	Sponsor
Çelik	Faydalı Yük	1000 TL	850 TL	1850 TL	Sponsor Yok
Karbon Fiber	Gövdeler – Burun - Kanat	13.000 TL	9.000 TL	22.000 TL	Sponsor
Cam Elyaf	Ana Gövde	800 TL	1000 TL	1800 TL	Sponsor
Montaj Elemanları	Roket	2000 TL	-	2000 TL	Sponsor Yok
Sensör - Kart	Uçuş Bilgisayarı	8000 TL	-	8000 TL	Sponsor Yok
Sensör - Kart	Faydalı Yük	1000 TL	-	1000 TL	Sponsor Yok
Paraşüt – Şok Kordonu – CO ₂ Tüp	Kurtarma Sistemi	3500 TL	-	3500 TL	Sponsor
Kart	Ticari Kart	3000 TL	-	3000 TL	Sponsor Yok

Toplam Maliyet:44.850 TL

Güncel Dolar Kuru: 18.89 TL baz alınmıştır.



Kontrol Listesi





Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
1	3.1.5.	Yarışmaya takım halinde katılmak zorunludur.		2	Takım halinde katılındı.
2	3.1.6.	Takımlar en az altı (6) en fazla on (10) kişiden oluşmalıdır. Alana en fazla altı (6) takım üyesi gelebilecektir		2	Takımımız 10 takım üyesi, 1 danışmandan oluşmaktadır. Alana 6 takım üyesi gelecektir.
3	3.1.8.	Yarışmaya Orta İrtifa Kategorisi’nde lise, ön lisans, lisans ve lisansüstü öğrencileri ile mezunlar katılabilir.		2	Kaptanı lisansüstü öğrencisi olan takımımız yüksek lisans, lisans ve lise öğrencilerinden oluşmaktadır.
4	3.1.12.	Bir takımın üyesi başka bir takımda üye olarak yer alamaz.		2	Takım üyelerimiz başka bir takımda yer almamaktadır.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
5	3.1.13.	Her takımın yarışmaya bir (1) danışmanla katılması zorunludur. Takım danışmanı ile ilgili özellikler ilgili maddede açıklanmıştır.		2	Şartnameye uygun olacak şekilde takım danışmanımız bulunmaktadır.
6	3.1.14.	Bir takım sadece bir kategoriden başvuru yapabilir. İki farklı kategoriden başvuru yaptığı tespit edilen takımlar (ve üyeleri) değerlendirilmeye tabi olmadan yarışmadan elenecektir.		1	Takımımız sadece orta irtifa kategorisine başvuruda bulunmuştur.
7	3.1.15.	Her takım yarışmaya sadece bir (1) adet roket ile katılabilir.		1	Takımımız bir adet roket üretecektir.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
8	3.1.16.	Son başvuru tarihinden sonra yapılan başvurular değerlendirilmeyecektir.		1	Başvurumuz, başvuru tarihleri aralığında yapılmıştır.
9	3.1.17.	Yarışmacılar gerekli görülen hesaplamaları, raporları, sunumları ve ilgili diğer dokümantasyonları Yarışma Komitesinin belirlediği standartlara uygun olarak hazırlamakla sorumludurlar.		-	Tüm raporlar komite isterlerini karşılayacak şekilde hazırlanmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
10	3.1.18.	Takımlar, başvuru bitiş tarihinden sonra sırasıyla Ön Tasarım Raporu (ÖTR), Kritik Tasarım Raporu (KTR) ve Atış Hazırlık Raporu (AHR) hazırlayacaklardır.		-	ÖTR ve KTR raporlar hazırlanmıştır.
11	3.1.22.	Takımlar; Proje Planı, Proje Bütçesi, Kontrol Listesi, Görevli Personel Listesi (Takım Danışmanı dâhil olacak şekilde) hazırlamakla sorumludurlar.		-	İsterler hazırlanmıştır.
12	3.1.23.	Takımlar, uluslararası öğrenci ve katılımcıları ÖTR aşamasında belirtilmekle sorumludurlar		2	ÖTR - KTR aşamasında katılımcılar belirtilmiştir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
13	3.1.24.	Takımlar, yarışmada görev alacak takım üyeleri ve takım danışmanını tüm raporlarında (ÖTR, KTR ve AHR) listelemekle sorumludurlar.		2	Hazırlanan her raporda takım üye bilgileri belirtilmiştir.
14	3.1.25.	Takımlar, Yarışma Komitesinin kendilerine sağlayacağı motoru kullanmakla sorumludurlar.		3	Komite tarafından verilen motor kullanılacaktır.
15	3.1.27.	Takım içerisinde bir kişi takım kaptanı olarak görev yapmalıdır.		2	Bir adet takım kaptanımız bulunmaktadır.
16	3.1.33.	En son üye ekleme ve çıkışma işlemleri KTR teslim tarihine kadar yapılmaktadır		-	Olası üye değişiklikleri verilen tarih aralığında yapılacaktır.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
17	3.2.2.1.	Takımlar, fırlatma sonrası rokete ait tüm bileşenleri (alt bileşenler ve sistemler dahil) ve Görev Yükünü tekrar kullanılabılır şekilde kurtarmaktan sorumludurlar. Kurtarmayı sağlamak için paraşütlerin kullanılması zorunludur.		48	Rokete ait tüm bileşenleri kurtarmak için gerekli hazırlıklar yapılmıştır. İlgili parçaların inişi paraşüt ile sağlanacaktır.
18	3.2.2.2.	Sistem üzerinde bulunan haberleşme bilgisayarları yer istasyonuyla anlık konum verisini kesintisiz paylaşacaktır.		73	Ana aviyonik yer istasyonu ile anlık olarak haberleşecek RF modülünü barındırmaktadır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
19	3.2.1.2.	3.2.1.2. Farklı kategoriler için operasyon konseptleri ayrı ayrı belirlenmiş olup roket bileşenleri Orta/Yüksek İrtifa Kategorisinde iki paraşütle (Şekil 1'de gösterilen Sarı renkli "Birincil Paraşüt", yeşil renkli "İkincil Paraşüt"), Lise Kategorisinde ise tek paraşütle (Şekil 2'de gösterilen Yeşil renkli paraşüt) kurtarılırken Görev Yükünün tüm kategorilerde roket bileşenlerinden farklı bir paraşütle kurtarılması zorunludur		48	Görev yükü turuncu renkteki paraşüt ile, roket ise sürüklene paraşütü siyah ve ana paraşütü kırmızı olacak şekilde kurtarılacaktır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
20	3.2.1.4.	Roketler tepe noktasında (apogee noktasında) Görev Yükünü ayırmakla ve birincil paraşütünü (Şekil-1'deki sarı renkli sürüklene paraşütü) açmakla yükümlüdürler.		5	Tepe noktasında birincil ayılma gerçekleşerek sürüklene ve görev yükü paraşütlerini açar.
21	3.2.1.5.	İkincil (Ana paraşüt) paraşüt yere en erken 600 m ve en geç 400 m kala açılacaktır		5	Roket düşüşe geçtikten sonra yeryüzüne 600 m mesafe kala ikincil kurtarma gerçekleşir.
22	3.2.1.6.	Roket, tepe noktasına ulaşmadan önce herhangi bir ayılma gerçekleştiremez (Görev Yükünün bırakılması, paraşütün açılması vb.).		5	Roket tepe noktasına ulaşmadan önce herhangi bir kurtarmayı tetiklemeyecektir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
23	3.2.1.10.	Takımların yarışmanın finallerinde kullanacağı motorlar TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından temin ve tedarik edilecek olup takımlar ayrıca motor tedariki yapmayacaktır.		3	Takımımız motor tedariki girişiminde bulunmamıştır.
24	3.2.1.11.2.	TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından takımlara sağlanacak motorlar her kategori için standart olup; Orta İrtifa Kategorisi için M2020 model motor kullanılacaktır.		3	M2020 motor kullanılmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
25	3.2.1.14.	Roket motoru, roketin bütün montaj ve entegrasyon faaliyetleri tamamlandıktan sonra ve demonte edilebilir bir şekilde en son aşamada montajlanmalıdır.		38	Motor roket montaj stratejisinde de belirtildiği üzere rokete en son montajlanacaktır.
26	3.2.1.21.	Görev yükü roketten bağımsız olarak kurtarılacak olup rokete ait tüm parçalar ise bütünsel olarak kurtarılacaktır.		5	Görev yükü kendisine ait paraşüt barındırmaktadır.
27	3.2.1.22.	Kurtarılması gereken Görev Yükü ve roket için konum belirleyici birer adet sistem (GPS, radyo vericisi vb.) bulunacaktır		52-53	Görev yükü kendisine ait konumlayıcı ve RF modül barındırmaktadır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
28	3.2.1.23.	Takımların “Open Rocket Simulation” menüsüne (Şekil 3) uygun olarak yörunge benzetimlerini gerçekleştirmesi zorunludur. Open Rocket dosyasına Şekil 3’te belirtilen simülasyonu eklemeyen takımlar değerlendirmeye alınmayacaktır.		5	Operasyon konsepti hazırlanırken uygun yörunge benzetimleri girilmiştir.
29	3.2.2.1.	Kurtarma sistemi olarak paraşüt kullanılmalıdır.		48	Kurtarma paraşüt ile gerçekleştirilecektir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
30	3.2.2.2.	Roketin ve parçaların hasar görmemesi için ikincil paraşütle taşınan yüklerin hızı azami 9 m/s, asgari ise 5 m/s olmalıdır.		5	Tüm praşütler şartnamede belirtilen hız'a uygun olacak şekilde tasarlandı.
31	3.2.2.3.	Birincil paraşüt ile roketin takla atması önlenmelidir. Bu paraşüt ile roketin düşüş hızı azaltılmalıdır; ancak düşüş hızı 20 m/s'den daha yavaş olmamalıdır.		5	Tüm praşütler şartnamede belirtilen hız'a uygun olacak şekilde tasarlandı.
32	3.2.2.5.	Tek paraşüt ile kurtarılacak roketin hasar görmemesi için paraşütle taşınan yüklerin hızı azami 9 m/s ve asgari 5 m/s olmalıdır.		5	Roket sürüklendirme ve ana paraşüt olmak üzere iki adet paraşüt ile kurtarılacaktır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
33	3.2.2.6.	Görev Yükü, roketin parçalarına herhangi bir bağlantısı olmadan (hiçbir noktaya şok kordonu vb. herhangi bir ekipman ile bağlanmadan) ve tek başına kendi paraşütü ile “bağımsız” olarak indirilmelidir.		5	Görev yükü roketten bağımsız bir şekilde kurtarılacaktır.
34	3.2.2.7.	Kurtarma sisteminde (paraşüt) ayırmacı işlemi için kimyasal sıcak gaz üreteçleri, pnömatik, hidrolik mekanik ya da soğuk gaz içeren bir sistem kullanılabilir.		47	Kurtarma sisteminde kara barut kullanılmıştır.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
35	3.2.2.8.	Paraşüt ayırma işleminde güvenlik sebebiyle ticâri olmayan basınçlı kapların (basınçlı tank, tüp vb.) kullanılmasına kesinlikle müsaade edilmeyecektir.		47	Paraşüt ayırma aşamasında ticari olmayan herhangi bir basınçlı kap kullanılmayacaktır.
36	3.2.2.9.	Takımların sıcak gaz üreteç sistemlerinde kendi piroteknik malzemelerini kullanmalarına izin verilmeyecek olup, sahaya piroteknik malzeme getiren takımlar elenecektir.		-	Takım kendisine ait piroteknik malzemeyi atış alanına getirmeyecektir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
37	3.2.2.6.	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).		48	Paraşütler kolayca ayrıntılarla gökyüzünde edilebilecek renklerde üretildi.
38	3.2.3.2.	Orta İrtifa Kategorisi için Görev Yükü asgari iki (2) kg olmalıdır		52	Görev yükü 4,030 kg olacak şekilde üretildi.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
39	3.2.3.5.	Orta İrtifa kategorisi için roketten tepe noktasında ayrılan Görev Yükünün, tepe noktasından itibaren atmosferik basınç, sıcaklık ve nem verilerini 5 Hz frekansla (her farklı veri grubundan saniyede 5 veri yayımılanması) yer istasyonuna iletmesi gerekmektedir.		73	Roket anlık olarak yer istasyonuna 5 Hz frekansla veri iletecek şekilde tasarlandı.
40	3.2.4.1.	Lise, Orta İrtifa ve Zorlu Görev kategorilerinde yarışacak roketlerin ses altı hızlarda (1 Mach'dan düşük hız) uçmaları gerekmektedir.		4	Roket ses altı hızlarda uçak şekilde tasarlandı.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
41	3.2.3.8.	Bilimsel bir görevi yerine getirmeye yönelik Görev Yükleri canlı organizma, aşındırıcı kimyasal malzeme ve radyoaktif materyal barındıramaz ve çevreye/canlılara zararlı olamazlar.		48	Görev yükünde herhangi bir zararlı madde ve bileşen bulunmamaktadır.
42	3.2.4.4.	Gövde üzerinde ve gövde üzerindeki kapaklar arasında herhangi bir boşluk bırakılmayacaktır.		4	Gövde üzerinde herhangi bir boşluk olmayacak şekilde üretim planlandı.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
43	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.)		4	Roketin azamî dış çapları eşit olacak şekilde tasarlandı.
44	3.2.4.5.	Uçuş kontrol yüzeyleri sabit olmalıdır. Hareketli kontrol yüzeylerine ve aktif kontrol yapılmasına izin verilmemektedir		4	Roket yüzeyinde aktif kontrol yapacak yüzey bulunmamaktadır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
45	3.2.4.6.	Tüm kategorilerdeki roketlerin 0.3 Mach'taki stabilite değeri 1.5 ile 2.5 arasında olmalıdır		4	Roketimizin stabilite değeri (1.71) şartnameye uygundur.
46	3.2.4.7.	Open Rocket ana tasarım sayfasında 0.3 Mach için stabilite değeri hesaplanmakta olup takımlar bu değeri dikkate almalıdır.		4	-
47	3.2.4.8.	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.		3	Rampadan çıkış hızı 33,7 m/s dir.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
48	3.2.5.1.	Roketin iç ve dış basıncı dengeli olmalıdır. Basınç dengesini sağlamak için burun ile gövde ön bölgesi arasında, aviyonik sistemlerin bulunduğu gövde parçasında ve gövde arkası ile motor arasındaki gövde üzerinde 3.0-4.5 mm arasında çapa sahip asgari üç (3) delik bulunmalıdır.		17-19	Basınç delikleri açılmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
49	3.2.5.2.	Roketler hem uçuş boyunca maruz kalacağı yapısal yük'lere hem de taşıma/rampaya yerleştirme esnasında maruz kalacağı yük'lere dayanıklı olmalıdır.	-	-	Roket maruz kalacağı olası yük'lere dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır.
50	3.2.5.3.	Orta irtifa, Yüksek irtifa Zorlu Görev Kategorilerinde takımlar roketlerin maruz kalacağı kuvvetleri analizler ve hesaplar ile göstereceklerdir.	-	-	Roketimize ait gerekli analizler yapılmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
51	3.2.5.4.	Aerodinamik yüzey (gövde, kanatçık, burun) malzemesi olarak PVC, sıkıştırılmış kağıt/kraft ve PLA kullanılamaz.		11-14- 17-19	Aerodinamik yüzeyde PLA, kağıt veya PVC malzeme kullanılmamıştır.
52	3.2.5.5.	Aerodinamik yüzeylerde ve roket içerisinde mukavemet gerektiren yerlerde sağlamlığı testler ve analizler ile kanıtlanmamış, tasarım raporlarında belirtilmemiş malzemelerin kullanılması durumunda takım elenecektir.		-	Testi yapılmamış herhangi bir bileşen kullanılmamıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
53	3.2.5.6.	Tüm alt yapısalların (Kanatçık, Motor Bloğu, Merkezleme Halkası vb.) bağlantı bölgeleri üzerine gelebilecek yüklerle karşı dayanıklı ve rıjît olduğu analiz ve testler ile ispatlanmalıdır (Tasarım raporlarında konuya ilgili ispatlar yer almmalıdır).		-	Alt yapısal elemanlara ait dayanım testleri yapılmıştır.
54	3.2.5.7.	Kullanılacak mapaların (İng. eye bolt) tek parça ve dövülmüş çelikten imal edilmiş olması gerekmektedir.		-	Kullanılan mapalar şartnameye uygundur.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
55	3.2.5.8.	Büküm mapalarının kullanımına izin verilmeyecektir. Bu kural mapa yerine kullanılabilecek veya mapa ile benzer kuvvetlere maruz kalabilecek her parça için de geçerlidir.		-	Büküm mapa kullanılmamıştır. Döküm mapa kullanılmıştır.
56	3.2.5.9.	Burun omuzluğunun diğer gövdeye girecek kısmının gövde dış çapının en az bir buçuk (1.5) katı olması gerekmektedir.		11	190 mm omuzluk yapılmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
57	3.2.5.10.	3.2.5.10. Entegrasyon gövdelerinin entegre edilecekleri gövdelerin her ikisine de gövde dış çapının en az (0.75) katı kadar girmesi gereğinden bu duruma uymamak diskalifiye sebebidir.		34	120 mm girecek şekilde tasarlanmıştır.
58	3.2.5.13.	Bir rokette asgari iki (2) adet kaydırma ayağı bulunmalıdır.		4	2 adet kaydırma ayağı bulunmaktadır.
59	3.2.5.16.	Kaydırma ayaklarından biri motor bölgesinde ve motorun ağırlık merkezi ile gövde sonu arasında olmalıdır.		4	İsterlere uygun bir şekilde konumlandırılmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
60	3.2.5.17.	Roket kesit alanında çıktı yaratan parçalar (sensör, anten ve kamera) rokete sabitlenmiş olmalıdır.		4	Roket dışında sensör benzeri eleman bulunmamaktadır.
61	3.2.5.18.	Roket kesit alanında çıktı yaratan parçaların yeri roketin yanması bittikten sonra ortaya çıkan roket kütle merkezinin ilerisinde olmalıdır.		4	Roket dışında sensör benzeri eleman bulunmamaktadır.
62	3.2.5.19.	Uçuş bilgisayarı ve Görev Yüküyle ilgili tüm anahtarlar roketin nozülünden azami 2500 mm mesafede olmalıdır.		4	Roketin toplam boyu 2560 mm dir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
63	3.2.5.21.	Roket, burun konisi ucundan ve kanatçıklardan tutularak kaldırıldığı zaman yapısal olarak herhangi bir deformasyon oluşmaması, roketin doğrusallığını koruması ve roket gövdeleri, burun konisi bağlantılarının açılmaması/gevşememesi gerekmektedir.		-	Roket kuvvet etkisi altında deformasyona uğramayacak şekilde tasarlanmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
64	3.2.5.22.	Roket üzerinde bulunan kapakların mekanik olarak sabitlenmesi gerekmektedir. Yapılandırma veya bantlama gibi bir yöntem kabul edilmeyecektir.		23	Rokette bulunan kapak 6 adet M5 civata ile sabitlenecektir.
65	3.2.6.1.	Rokette bulunan ayrılma ve kurtarma sistemleri uçuş kontrol bilgisayarı tarafından yönetilir.		61	Ayrılma ve kurtarma sistemi, özgün ve ticari uçuş bilgisayarı tarafından kontrol edilecektir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
66	3.2.6.8.	Orta ve Yüksek İrtifa ile Zorlu Görev Kategorilerinde en az iki (2) uçuş kontrol bilgisayarının kullanılması zorunludur.		61-62	Bir tane özgün ve bir tane ticari uçuş bilgisayarı kullanılmaktadır.
67	3.2.6.9.	Orta ve Yüksek İrtifa ile Zorlu Görev Kategorilerinde uçuş kontrol bilgisayarlarından bir (1) tanesinin özgün olarak geliştirilmiş olması zorunludur.		63	Uçuş kontrol kartlarından bir tanesi özgün sistemimizdir.
68	3.2.6.10.	Orta ve Yüksek İrtifa ile Zorlu Görev Kategorilerinde ikinci uçuş kontrol bilgisayarlarının ticari uçuş kontrol bilgisayarı olması zorunludur.		69-70	İkinci uçuş kontrol bilgisayarı olarak ticari kart kullanılacaktır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
69	3.2.6.11.	Orta ve Yüksek İrtifa ile Zorlu Görev Kategorilerinde kullanılan uçuş kontrol bilgisayarlarından en az bir (1) tanesi haberleşme bilgisayarı özellikleri taşıyabilir veya haberleşme ayrı bir sistemle sağlanabilir.		73	Özgün sistemde haberleşme sistemi mevcut.
70	3.2.6.14.	Sistemde kullanılan uçuş kontrol bilgisayarları arasında herhangi bir elektriksel veya kablosuz bağlantı olamaz.		61	Sistemler arası elektriksel ve kablosuz bağlantı yoktur.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
71	3.2.6.15.	Özgün geliştirilmiş veya ticari uçuş kontrol bilgisayarları birbirinden tamamen bağımsız olmalıdır.		61-62	Özgün uçuş bilgisayarı ve ticari uçuş bilgisayarı birbirinden tamamen bağımsız bir şekilde çalışmaktadır.
72	3.2.6.16.	Özgün geliştirilmiş veya ticari uçuş kontrol bilgisayarlarının kendisine ait işlemcisi, sensörleri, güç kaynağı ve kablolaması olmalıdır.		61	Her sistemin kendine ait işlemcisi, sensörleri ve güç kaynağı vardır.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
73	3.2.6.17.	Farklı uçuş kontrol bilgisayarları, ayrılma sistemi eyleyicisine birbirinden bağımsız hatlar ile bağlanmalıdır		61	Farklı uçuş kontrol bilgisayarlarının ayrılma sistemine giden hatları birbirinden bağımsızdır.
74	3.2.6.18.	Farklı uçuş kontrol bilgisayarları ve/veya bağlı oldukları sistemlerden biri kısmen veya tamamen bozulsa bile diğer roketin kurtarma işlevlerini aksaksız ve durmaksızın yerine getirmelidir.		61-62	Uçuş kontrol bilgisayarları birbirinden tamamen bağımsız çalışmasından dolayı biri bozulsa bile diğer işlevini yerine getirecektir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
75	3.2.6.19.	Uçuş kontrol bilgisayarlarına en az iki (2) farklı sensörün bağlantısı olmalıdır (Farklı uçuş kontrol bilgisayarlarında bağlanan sensörler aynı olabilir).		63	Özgün uçuş kontrol bilgisayarında sensörler birbirinden farklıdır.
76	3.2.6.20.	Uçuş kontrol bilgisayarlarına bağlı sensörlerden en az birinin basınç sensörü olması zorunludur.		63	Özgün uçuş kontrol bilgisayarında basınç sensörü mevcuttur.
77	3.2.6.21.	Uçuş kontrol bilgisayarında çalışan uçuş kontrol algoritmasında en az iki (2) adet farklı sensörden gelen veriler kullanılmalıdır.		66	Uçuş kontrol bilgisayarında 2 farklı sensörden alınan veriler ile ayrılma gerçekleştirilecektir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
78	3.2.6.26.	Eyleyici tek ise, sistem kontrollsüz bir şekilde aktive olmamalı ve çalışmamalıdır (sistemin açılışı ve kurulumu).		-	Eyleyici tek değildir ve her sistem, kontrol dışı çalışmaması için anahtarlanacaktır.
79	3.2.6.27.	Kurtarma sistemleri istemsiz olarak aktive olmamalıdır.		-	Kurtarma sistemleri gelen sensör verilerini sağlamadıkça aktive olmayacağı.
80	3.2.6.30.	Roketlerin konum verilerinin yarışmacı yer istasyonu aracılığıyla teknik detayları EK-8'de verilmiş olan Hakem Yer İstasyonu'na anlık ve sürekli veri iletilmiş olması gerekmektedir.		-	Gelen bütün veriler hakem yer istasyonuna istedikleri şekilde aktarılacaktır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
81	3.2.6.36.	RF modülünün gücü değerlendirilerek link bant genişliği bütçesinin yapılması ve ilgili tasarım raporlarında sunulması gerekmektedir.		73	RF modülünün güç hesabı ve link bant genişliği bütçesi yapılip ilgili kısımda sunulmuştur.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
82	3.2.6.40.	Uçuş kontrol bilgisayarlarına dışarıdan erişilebilir (Örneğin gövde üzerinden erişilebilir anahtar bulunmalıdır) bir şekilde güç verilecek şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır.		-	Uçuş kontrol bilgisayarının, anahtarlama sistemi gövde üzerine montaj edilecektir.
83	3.2.6.41.	İpli, şöntlü veya rokete dışarıdan tornavida vb. aletler kullanılarak sistemlerin başlatılmasına izin verilmeyecektir.		-	Sistem gövde üzerinden anahtar ile tetiklenecektir.
84	3.2.6.42.	Uçuş bilgisayarı açıldığında rokete bağlı herhangi bir sistem aktif hale gelirse takım diskalifiye edilecektir.		-	Sistem açıldığında kontolsüz herhangi bir durum gerçekleşmeyecektir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
85	3.2.6.43.	Görev Yükü içerisindeki elektronik devrelere de roket gövdesi üzerinde yer alacak uygun anahtarlarla güç verilebilecek şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır.		-	Görev yükü sistemini aktive etmek için erişilebilir bir konuma anahtar konulacaktır.
86	3.2.6.44.	Sisteme güç sağlayan her türlü güç kaynağı (akü, pil, süperkapasitör vb.) ile besledikleri ilk devreler arasında mekanik açma/kapama anahtarı (Ing. on/off switch) bulunacaktır.		-	Sistemleri aktive etmek için açma/kapama anahtarları kullanılacaktır.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
87	3.2.6.46.	Sistemde Li-Po vb. pil kullanacak takımların “Li-Po Safe Bag” kullanmaları gerekmektedir		-	Güç kaynakları için Safe Bag kullanılacaktır.
88	3.2.6.48.	Kullanılacak piller roketin ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede ve yeterince dolu olmalıdır.		-	Atış öncesi sisteme güç veren kaynakların şarj seviyeleri kontrol edilecektir.
89	3.2.6.49.	Uçuş algoritmalarında ayrılma sekanslarını tetikleyecek asgari iki kriter belirlenmelidir.		66-67	Algoritmada irtifa ve jiroskop verileri ele alınacaktır.
90	3.2.6.50.	Karar verme parametrelerinde sensörlerden okunan veriler esas olmalıdır.		66-67	Sensörlerden okunan verilere göre tetikleme yapacaktır.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
91	3.2.6.51.	Sensörlerden okunan veriler doğrudan kullanılmamalı ve herhangi bir hatalı okuma ya da sensör hatası durumu göz önünde bulundurulmalıdır.		66	Sensörler gelen veriler filtrelerden geçirilecektir, aynı zamanda iki farklı kriterin gerçekleşmesi gerekmektedir.
92	3.2.6.52.	3.2.6.52. Sensörlerden gelebilecek hatalı veriler için alınacak önlemler (filtreleme vs.) ilgili tasarım raporlarında detaylı anlatılmalıdır.		66	İlgili alanda filtreler ve hataları veriler için önlemleri anlatıldı.
93	3.2.6.53.	Özgün uçuş bilgisayarları ve tüm uçuş algoritmaları takım üyelerinin kendi özgün tasarımları olmalıdır.		61-62	Uçuş bilgisayarı ve algoritmalar tamamen kendimize aittir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
94	3.2.6.57.	Kullanılacak ticari uçuş kontrol bilgisayarlarının EK-7'de yer alan listedeki ürünlerden (Yarışma Komitesi tarafından onaylanmış olan ürünler) seçilmesi gerekmektedir		69-70	Ticari uçuş bilgisayar seçimi yaparken, yarışma komitesi tarafından onaylanan ürünler ele alınmıştır.
95	3.2.7.1.	Tasarım ve üretim aşamalarında kullanılacak malzeme, donanım ve süreçler insan sağlığına ve çevreye zarar vermemelidir.		-	Sistemimiz, insan sağlığına ve çevreye zarar verebilecek bir madde bulunmamaktadır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
96	3.2.7.4.	Tasarım, üretim, entegrasyon ve atış günlerinde güvenliği tehlikeye atacak unsurlar belirlenmeli, gerekli tedbirler eksiksiz planlamalı ve icra edilmelidir		-	Olası tehlike durumları analiz edilerek önlem planlanması yapılmıştır.
97	3.2.7.5.	Fırlatma, uçuş ve kurtarma aşamalarında sistemin güvenliğini tehlikeye atacak risklerin varlığı önceden listelenmeli ve risk azaltıcı tedbirler planlanıp icra edilmelidir.		-	Olası tehlike durumları analiz edilerek önlem planlanması yapılmıştır



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
98	3.2.8.4.	Yarışmacıların tamamı, yarışma alanına gelirken çelik burunlu iş ayakkabısı giymek zorunda olup aksi halde yarışma alanına alınmayacaklardır.		-	Alana gelen yarışmacılar için iş güvenliğine uygun kıyafetler temin edilmiştir.
99	4.1.1.	Yarışmacı takımların hazırladıkları raporlarda kendi takımlarının ve/veya başka takımların güncel veya geçmiş rapor içeriklerinden kopya çekmek, ortak çalışma/test/analiz yapmak yasaktır		-	Rapor hazırlanırken herhangi bir rapordan koypa çekilmemiştir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
100	4.1.3.	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	-	-	Takımımıza ait olmayan belgeler referanslandırılmıştır.
101	4.1.8.	Takımların birbirlerinin raporlarını ve çalışmalarını referans vererek paylaşmaları yasaktır.	-	-	Herhangi bir takıma rapor paylaşımı yapılmamakla birlikte herhangi bir takımdan rapor alınmamıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
102	4.1.5.	İlgili raporların (ÖTR ve KTR) teslimatında takımlar tarafından kontrol listesi doldurulacak ve TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine raporla birlikte teslim edilecektir.		-	Kontrol doldurulmuştur. listeleri
103	4.2.2.1	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.		-	Rapor kapsamında istenilen testler ve bekleniler karşılaşacak şekilde hareket edilmiştir.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
104	4.2.2.5	<p>Detaylı Bilgisayar Destekli Tasarımların (Ing. CAD), kullanılan CAD programı üzerinden entegrasyon videolarının hazırlanması gerekmektedir.</p> <p>Raporda yazan ya da yazmayan her detay CAD tasarımda gösterilmeli ve anlatılmalıdır.</p>	-	-	Gereli CAD görselleri raporda paylaşılmıştır.
105	4.2.2.7	Gövde, burun, elektronik kart vb. gibi tüm sistemlerin nerede, nasıl ve hangi malzemeler ile üretileceğini bilgisi detaylı olarak verilmelidir.	-	-	Üretilen sistemlerin üretim metodları, sistemlere ait bölümlerde belirtilmiştir.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
106	4.2.2.6	Sistem entegrasyon şeması kullanılarak açıklanmalıdır (Yani, "Zorlu Görev kategorisi için kademelevels birbirlerine nasıl bağlanır" "Burun gövdeye nasıl bağlanır", "Paraşüt gövdeye nasıl bağlanır", "Motor yeniden çıkartılabilen şekilde gövde içeresine nasıl sabitlenir" vb. gibi sorulara yanıt niteliğinde, tüm sistemlerin montajının detayları CAD programından alınmış görseller ile desteklenerek sunumda anlatılmalıdır).		39-40-41	Roket montaj aşamaları akılda soru bırakmayacak şekilde detaylıca açıklanmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
107	4.2.2.8	Zaman, üretim ve test planlarının hazırlanmış olması gerekmektedir (Planların içerisinde hangi hafta hangi üretimlerin yapılacağı, hangi tarihlerde bileşenlerin test edileceği gibi detaylı bilgilere yer verilmelidir).		-	-
108	4.2.2.9	Tasarımın üretilebilir olduğunu kanıtlanması gerekmektedir.		-	Roketimiz %80 üretilmiştir.
109	4.2.2.12	Raporu destekleyici “.ork” uzantılı OpenRocket dosyaları da rapor ile birlikte teslim edilmelidir.		4	OpenRocket dosyası yarışma komitesiyle paylaşılmıştır.



Kontrol Listesi



No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
110	4.2.2.11	Sistem üzerinde bulunan ve baryalar tarafından beslenen tüm elektronik bileşenler anahtarlama devre şematiklerini içerecek şekilde KTR'de belirtilecektir		64	Elektronik devrelere ait ayrıntılı şematik ilgili yansılarda belirtilmiştir.
111	4.2.2.13	Takımların KTR'de istenilen tüm bilgileri ilgili bölümlerde sunmaları beklenmektedir (Raporun yanlış yerlerine eklenmiş bilgiler değerlendirmeye alınmayacaktır).		-	Rapor isterleri ilgili yansında olacak şekilde karşılaşmıştır.



Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
112	4.2.2.16	Takımların sunacağı KTR'nin TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından etkin ve verimli değerlendirilmesi için “Giriş Kriterleri” (Entry Criterias) bulunmakta olup takımların KTR'de sunmaları beklenen çıktıların Giriş Kriterlerine uyması beklenmektedir (Aksi halde KTR hiçbir şekilde değerlendirmeye alınmayacağı).		-	Rapor şartnameye ve güncel KTR raporu şablonu isterlerine göre hazırlanmıştır.



HTEA

Hata Türleri ve Etkileri Analizi



Risk Durumu	Gerçekleşme İhtimali	Görev Evresi	Hatanın Son Etkisi	Çözüm
LiPo pilin yanlış kullanımı sonucu patlaması	Orta	Taşıma	Aviyonik sisteme zarar vermesi	Pilin değerlerini kontrol etmek ve gerekirse pil değişimi yapmak
Motorun montaj edilememesi	Düşük	Depolama	Roketin atış yapamaması	Motor yuvasını genişletmek
Görevde burun konisinin sıkı geçmeye geçmemesi	Düşük	Depolama	Burun konisinin atış sırasında yerinden çıkması	Kağıt bant ile omuzluk kısmına kalınlık vermek.



HTEA

Hata Türleri ve Etkileri Analizi



Risk Durumu	Gerçekleşme İhtimali	Görev Evresi	Hatanın Son Etkisi	Çözüm
Yer istasyonunda sinyallerin çakışması	Orta	Uçuş	Gelen verilerin anlaşılması sonucu görevde başarısızlık	RF settings programı ile yapılan adresleme ve frekans yöntemiyle veriler başka sinyallerle çakışmadan iletilmektedir
Kanatçık hasarı	Düşük	Uçuş	Roketin kontrolden çıkması	Yedek kanat üretilip atış öncesi hasarlı kanatla değiştirmek
Kurtarılacak parçalar ile paraşütü birbirine bağlayan iplerin kopması	Yüksek	Uçuş	Kurtarılacak elemanların güvenli bir şekilde yere iniş yapamaması	Uygun ip seçimi, paraşüte bağlı alanların güçlendirilmesi, şok kordonu kullanımı



HTEA

Hata Türleri ve Etkileri Analizi



Risk Durumu	Gerçekleşme İhtimali	Görev Evresi	Hatanın Son Etkisi	Çözüm
Elektronik komponentleri birbirlerine bağlantı sağlan devre(PCB) de temassızlık	Düşük	Uçuş	Komponentler arası iletimin sağlanamaması, aviyonik sistemin çalışmaması	Yedek kart getirilmesi
Paraşütlerin açılmama riski	Çok Düşük	Uçuş	Roketin balistik olarak düşmesi, görevde başarısızlık	Gerekli testlerin yapılması



Referanslar



TEKNOFEST 2022 Roket Yarışması Orta İrtifa Kategorisi Konuralp Roket Takımı Kritik Tasarım Raporu

TEKNOFEST 2022 Roket Yarışması Orta İrtifa Kategorisi Konuralp Roket Takımı Atışa Hazırlık Raporu