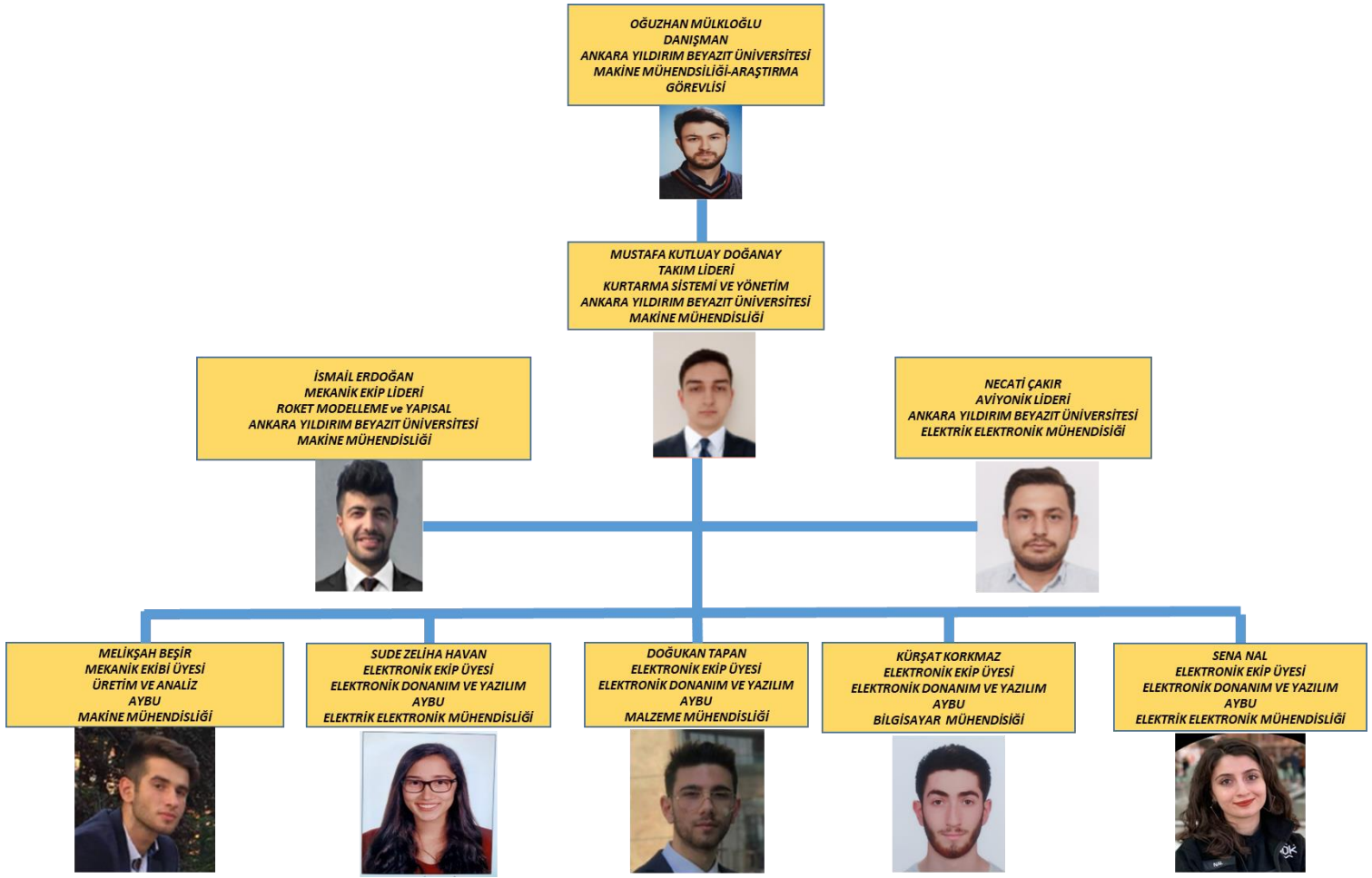
TEKNOFEST 2022
ROKET YARIŞMASI
Orta İrtifa Kategorisi
Kritik Tasarım Raporu (KTR)
Sunuşu
YILDIRIM ROKET TAKIMI

Takım Yapısı



Yarışma Roketi Genel Bilgiler

Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler

	Ölçü
Boy (mm):	2280
Çap (mm):	140
Roketin Kuru Ağırlığı (g):	19912
Yakıt Kütlesi (g):	4349
Motorun Kuru Ağırlığı (g):	2683
Faydalı Yük Ağırlığı (g):	4500
Toplam Kalkış Ağırlığı (g):	26994

Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri

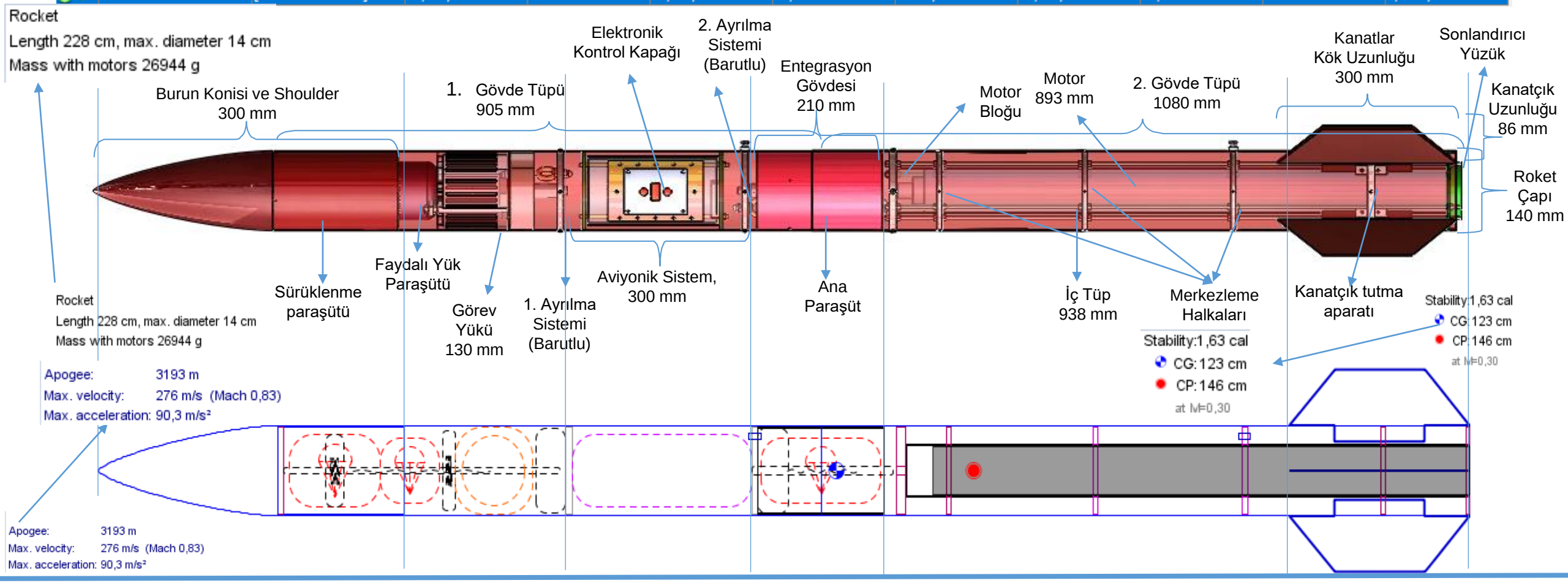
	Ölçü
Kalkış İtki/Ağırlık Oranı:	98,995
Rampa Çıkış Hızı (m/s):	32,8
Stabilite (0.3 Mach için):	1,63
En büyük ivme (m/s^2):	90,3
En Yüksek Hız (m/s):	276
En Yüksek Mach Sayısı:	0,826
Tepe Noktası İrtifası (m):	3232

Motor:M2020

Motor Adı :Cesaroni

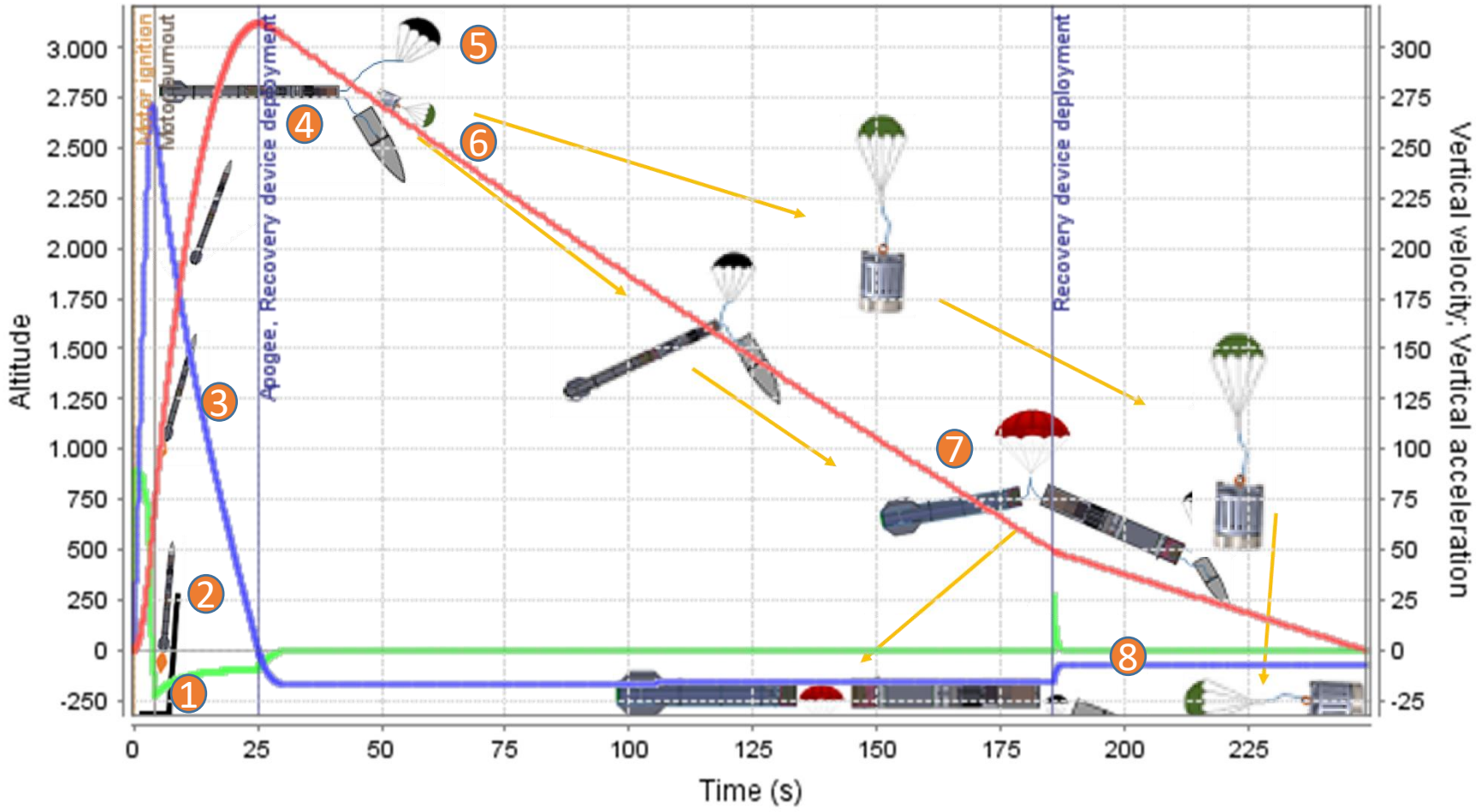
Genel Tasarım

	Name	Configuration	Velocity off rod	Apogee	Velocity at depl...	Optimum delay	Max. velocity	Max. acceleration	Time to apogee	Flight time	Ground hit velocity
✓	Simulation 1	[8429-M2020-IM-P]	32,8 m/s	3232 m	15,5 m/s	21,4 s	276 m/s	90,4 m/s²	25,6 s	255 s	7,74 m/s



Operasyon Konsepti (CONOPS)

		Zaman (s)	İrtifa (m)	Hız(m/s)
1	Roketin Ateşlenmesi	0 s	0 m	0 m/s
2	Rampa Çıkış Anı	0.4 s	6 m	32,8 m/s
3	Yakıt Bitiş Anı	4,31 s	750 m	269,55 m/s
4	Roketin Apogee Noktasına Ulaşması	25,675 s	3232 m	0 m/s
5	Sürüklenme Paraşütü Açılması	26,125 s	3232 m	0 m/s
6	Faydalı Yükün Bırakılması	26,65 s	3232 m	0 m/s
7	Ana Paraşütün Açılması	191,82 s	495 m	15 m/s
8	Paraşüt Sonrası Yere Çarpma Anı	255 s	0 m	7,74 m/s



ÖTR - KTR Değişimler - 1

Kritik tasarım aşamasında herhangi bir değişim yapılmamıştır.

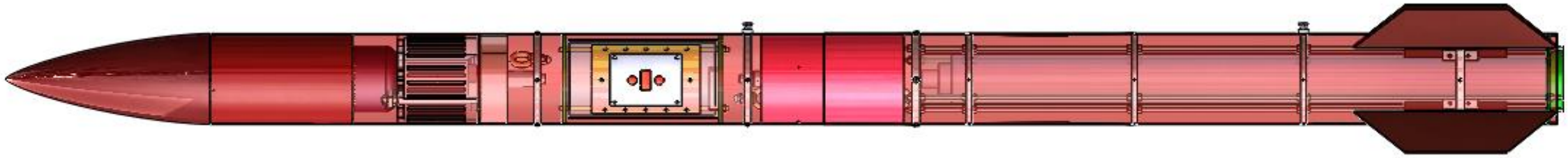
Uçuş Benzetim Raporu (UBR)

YILDIRIM ROKET TAKIMI UÇUŞ BENZETİM RAPORU.pdf
Dosyası ayrı olarak KYS sistemine yüklenmiştir.

Kütle Bütçesi

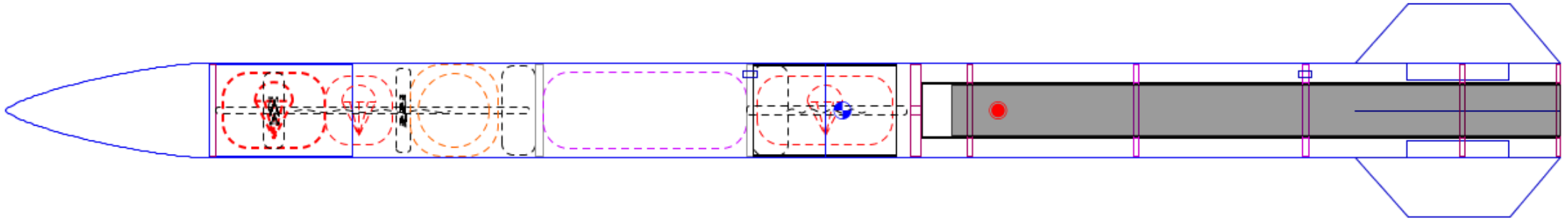
YILDIRIM ROKET TAKIMI BOM-KÜTLE BÜTÇESİ.xls
Dosyası ayrı olarak KYS sistemine yüklenmiştir.

Roket Alt Sistem Detayları



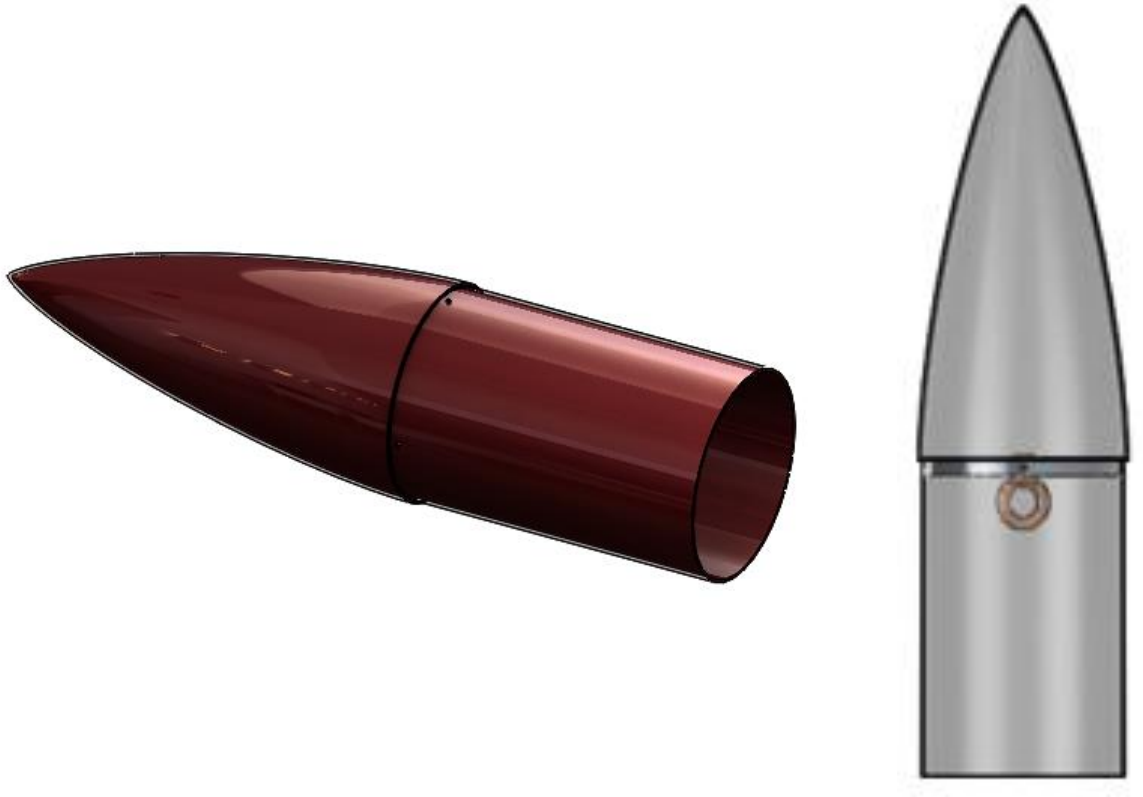
Rocket
Length 228 cm, max. diameter 14 cm
Mass with motors 26944 g

Stability:1,63 cal
CG: 123 cm
CP: 146 cm
at M=0,30



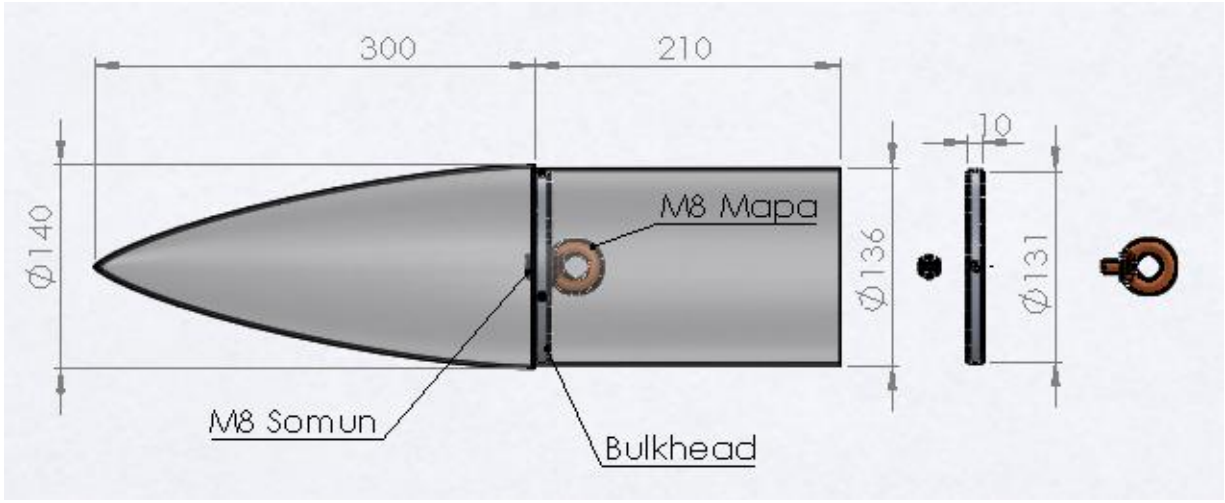
Apogee: 3194 m
Max. velocity: 276 m/s (Mach 0,83)
Max. acceleration: 90,3 m/s²

Burun Konisi Mekanik Görünüm



Burun Konisi 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

ÖLÇÜ ARALIĞI	>6 ≤30	>30 ≤120	>120 ≤400	>400 ≤1500
TOLERANS	± 0.2	± 0.3	± 0.4	± 0.5



(Teknik Resim)

Burun Konisi – Detay

Burun alt sistemleri		
Parça	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemleri
Burun ve shoulder	Birim ağırlık, maliyet ve dayanıklılık bakımından fiberglas malzeme seçilmiştir.	Burun ve shoulder, Balsa dan yapılan kalıplar kullanarak fiberglas malzeme ile serme işlemi yapılarak üretilecektir. Sarımdan sonra hassas zımpara ve tornalama yapılacaktır. Yüzeyi metal macun ile macunlanıp boyanacaktır.
Bulkhead, M8 Mapa	Gövdeye bağlantısı ve sağlamlık açısından alüminyum tercih edilmiştir. Dövülmüş çelikten yapılmış M8 mapa kullanılacaktır.	Alüminyum bar şeklinde alıp belirli ölçülerde kesilip daha sonra hassas tornalama yapılacaktır. Üzerinde bulunan delikler daha sonra açılacaktır. Mapa Hazır alınacaktır.

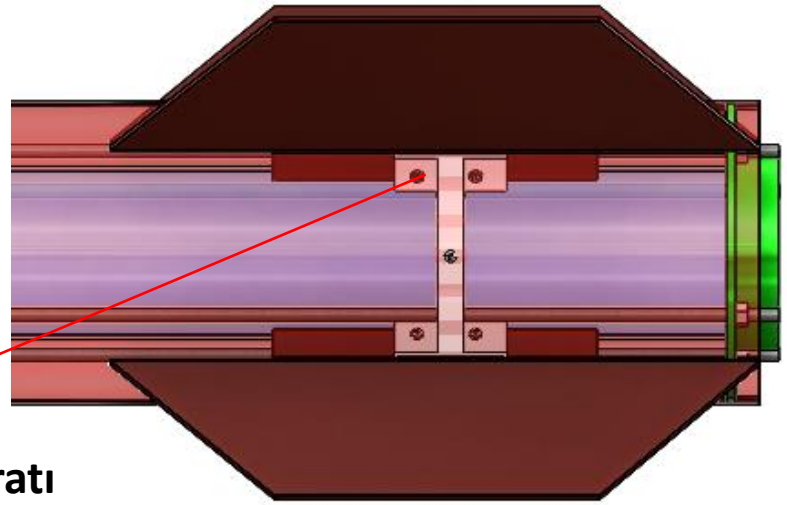
Malzeme	Yoğunluk	Çekme Mukavemeti	Isı Dayanımı	İşlenebilirlik
Çelik	7.7 g/cm³	340 - 1800 Mpa	700 °C	Zor
Fiberglas	2.48 g/cm³	4585 MPa	1120 °C	Orta
Alüminyum	2.7 g/cm³	530-570 MPa	658 °C	Kolay

- Burun konisi hack series geometrisindedir. Bu geometrinin seçilmesinin nedeni, yarışma şartnamesinde belirtilen roket hızı ve statik marjın değerlerini sağlayabilmektedir. Openrocket programında gerekli simülasyonlar yapılmıştır.
- $\theta = \arccos\left(1 - \frac{2x}{L}\right)$ $y = \frac{R}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\theta - \frac{\sin(2\theta)}{2} + C\sin^3(\theta)}$ denklemi kullanılarak burun eğrisi oluşturulmuştur.(1)
- [1] https://tr.wikipedia.org/wiki/Burun_konisi_tasar%C4%B1m%C4%B1

Kanatçık Mekanik Görünüm

Kanatçık Tekil

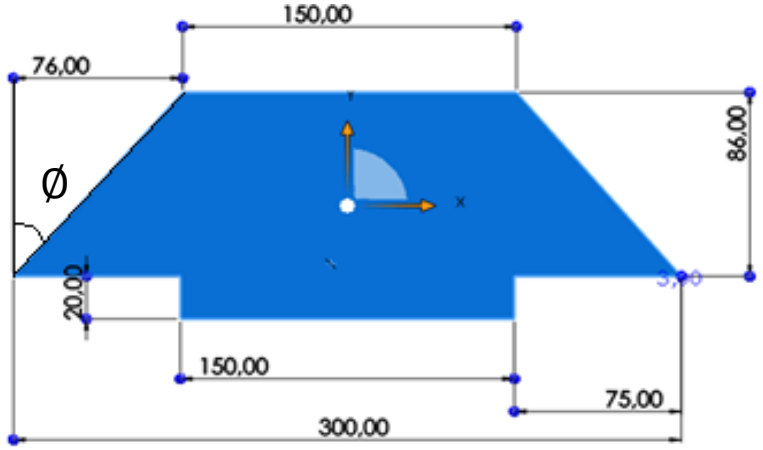
Kanatçık Gövde Montajı



Kanatçık Tutma Aparatı

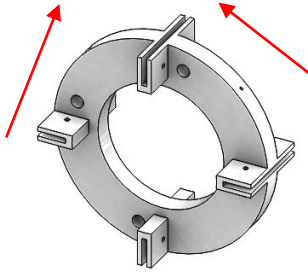
Kanatçık 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

Kanatçık

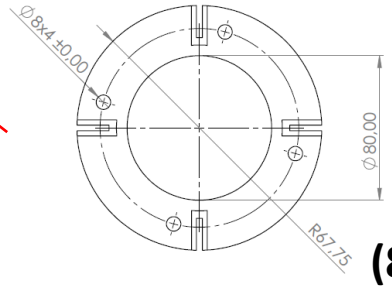


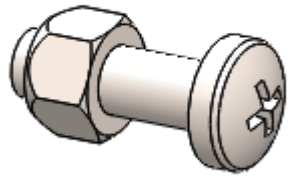
Root chord:	30	cm
Tip chord:	15	cm
Height:	8,6	cm
Sweep length:	7,6	cm
Sweep angle:	41,5	°

Kanatçık Tutma Aparatı



Kanatçık Montaj Elemanları





Bağlantı Elemanları (8x M5 Cıvata+Somun)

(Teknik Resim)

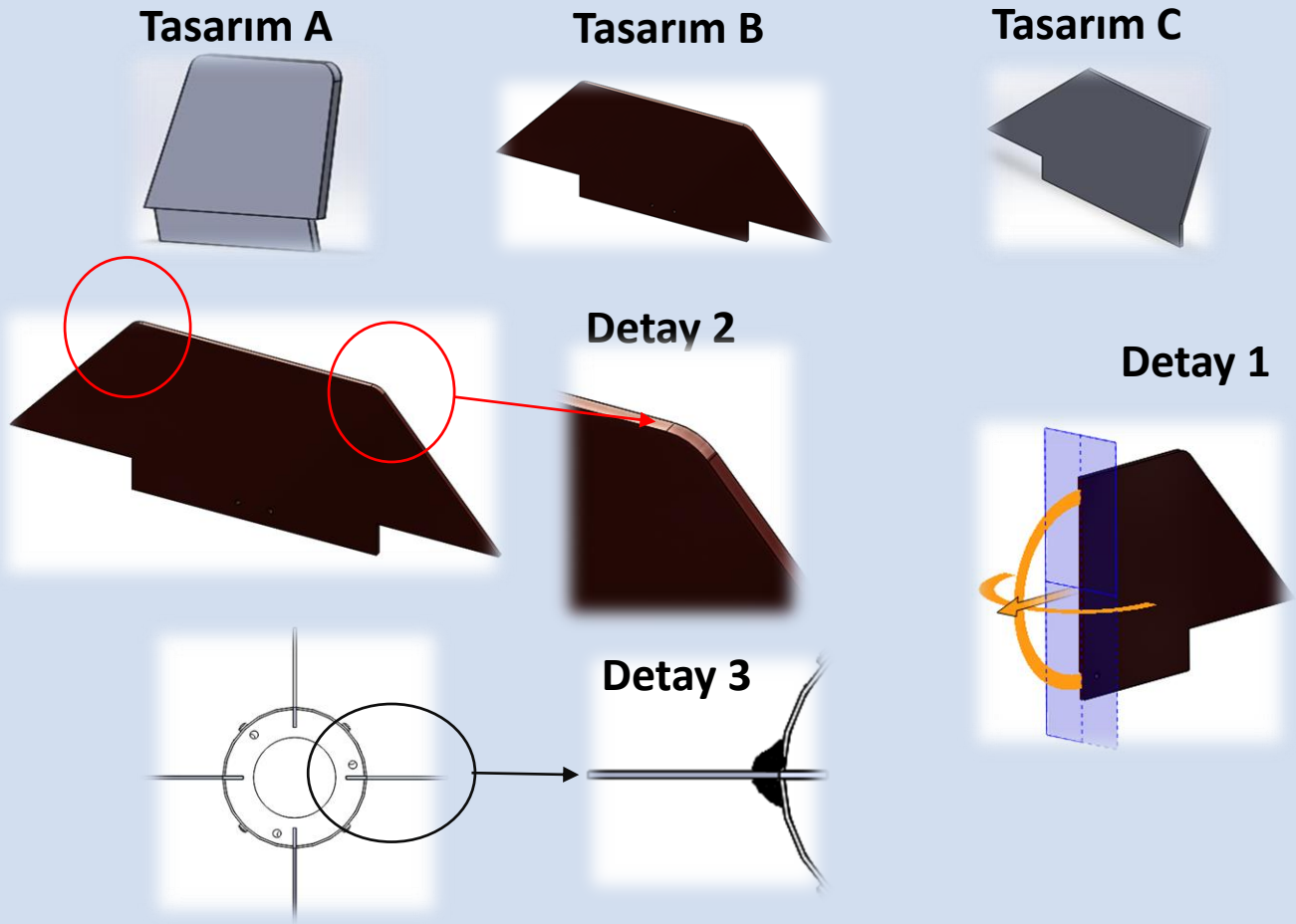
Kanatçık – Detay

Özellik		Kapsam
Malzeme Bilgileri	:	Kanatçıklar için dört farklı malzeme üzerinde çalışılmıştır. Bu malzemeler; Balsa, Karbon Fiber, Fiberglas, ve Alüminyum 'dur. Kanatçık malzemesi için yapılan inceleme ve çalışmalar sonucu, fiberglas kullanılmasına karar verilmiştir. Sağlamlık ve güvenliği sağlamak amacıyla yüksek mekanik mukavemet ve düşük yoğunluk parametreleri incelenmiştir. Ek olarak, Kanatçıkların roket üzerinde sabitlenmesi için kanatçık tutma aparatı tasarlanmıştır. Maliyet, işlenebilirlik, kullanılabilirlik ve ağırlık açısından 3D yazıcıdan PLA malzemesi kullanılarak üretilecektir.
Üretim Yöntemleri	:	Kolay işlem sebebiyle Kanatçık Fiberglas plakadan su jeti ile kesilecektir. Kolay işlem sebebiyle Kanatçık Tutma Aparatı PLA malzemeden 3D yazıcı ile üretilecektir.

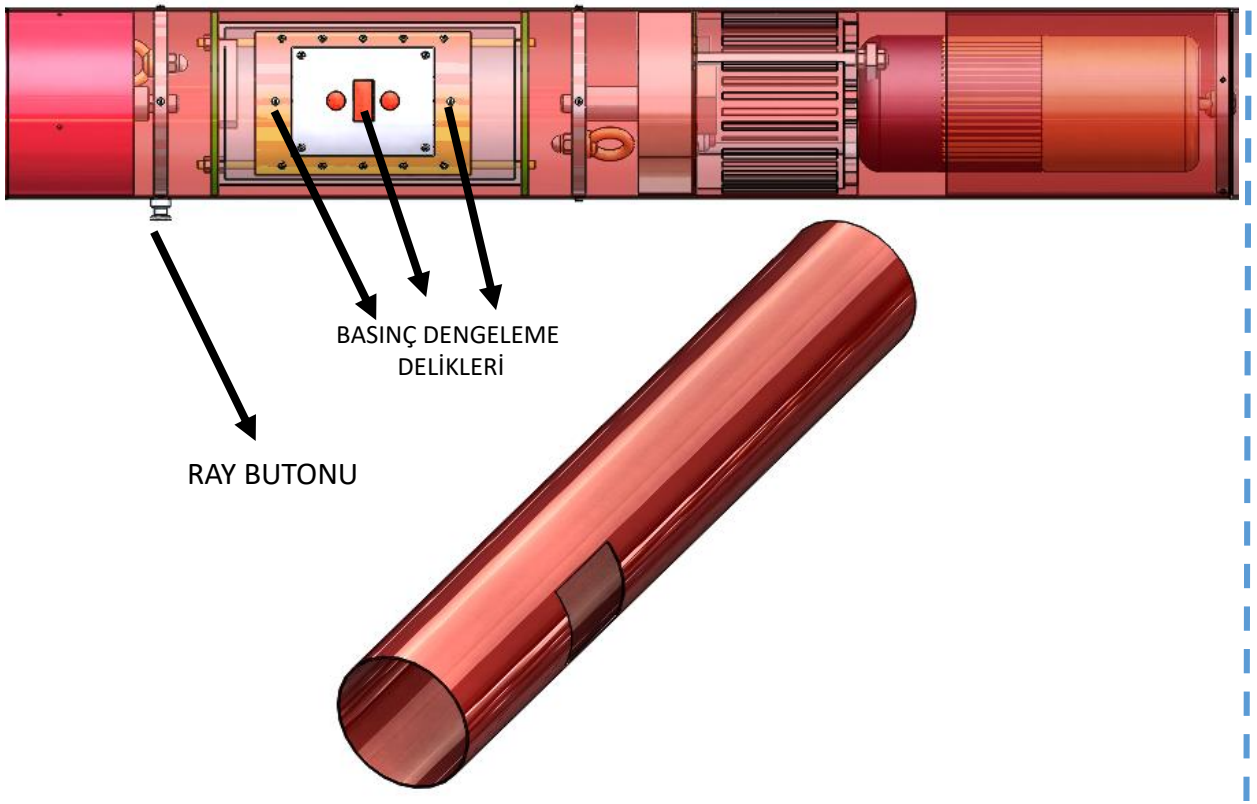
Malzeme	Yoğunluk	Çekme Mukavemeti
Karbon fiber	2.2 g/cm³	3480-4850 Mpa
Fiberglas	2.48 g/cm³	4585 MPa
Alüminyum	2.7 g/cm³	530-570 MPa
Balsa	0.9 g/cm³	225-350 kgf/cm2
PLA	1.25 g/cm³	65 MPA

Malzeme	Isı Dayanımı	İşlenebilirlik
Karbon fiber	3600 °C	Zor
Fiberglas	1120 °C	Zor
Alüminyum	658 °C	Zor
Balsa	100 °C	Kolay
PLA	100 °C	Kolay

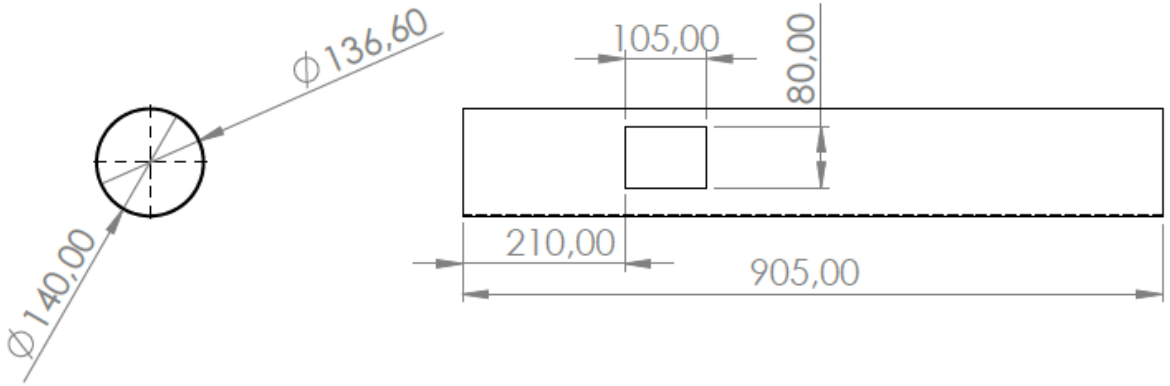
Kanatçık – Detay

Detaylar	Kritik ve Detay Düzeyde İnceleme
	Roket tasarımı sırasında üç adet farklı kanatçık tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan kanatçık modelleri yarışma için istenen irtifa ve hız değerine uygun, statik marjin parametresi göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Roket için seçilen kanatçık Tasarım B de verilmiştir. Seçilen kanatçık için uç kenarı, taban kenarı, firar kenarı, hücum kenarı ve yükseklik parametreleri yarışma şartlarına uygun oluşturulmuştur. Detay 1 de Seçilen Kanatçık için kesit profili gösterilmiştir. Detay 2 de gösterildiği gibi Kanatçık keskin kenarlarına yapılan küçük yuvarlatmalar sayesinde aerodinamik özelliği kazandırılmıştır. Detay 3 de ise Kanatçık montaj edildikten sonra Roket gövdesi ile kanatçıklar arasında kalan bölgede hem aerodinamik iyileştirme hem de kanatçığın sabitlenmesi için macun kullanılacaktır.

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

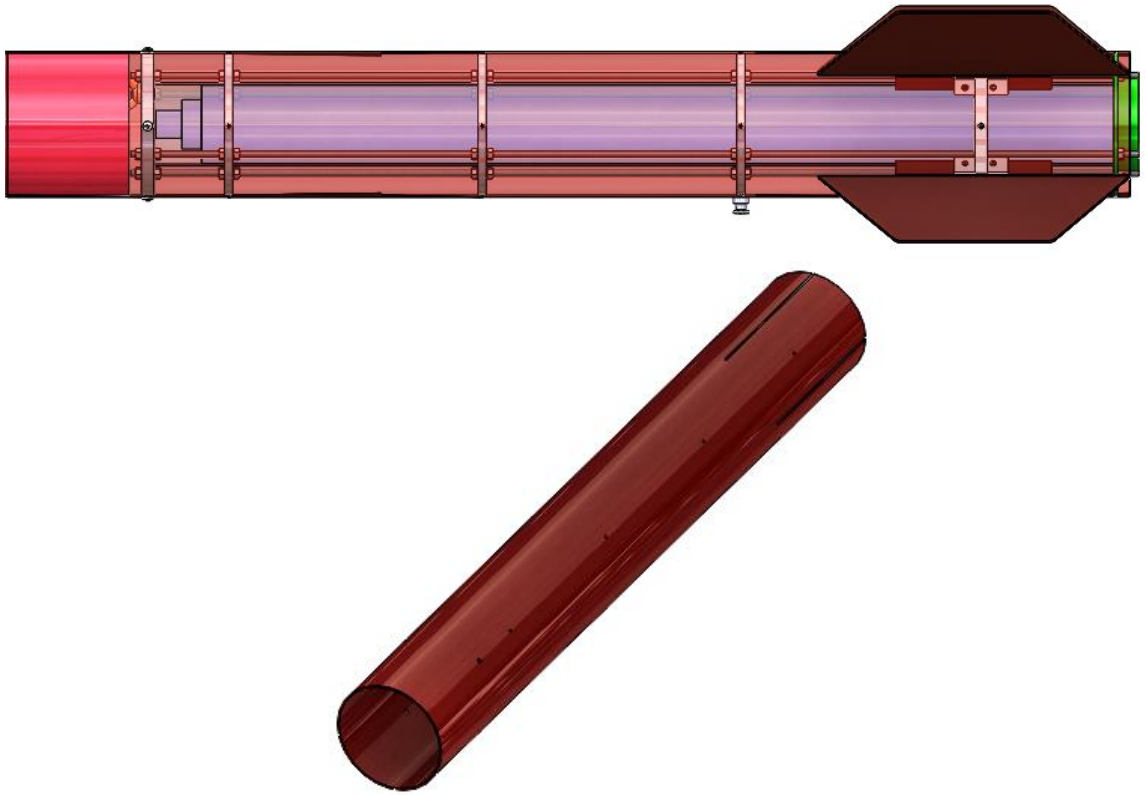


Üst Gövde 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

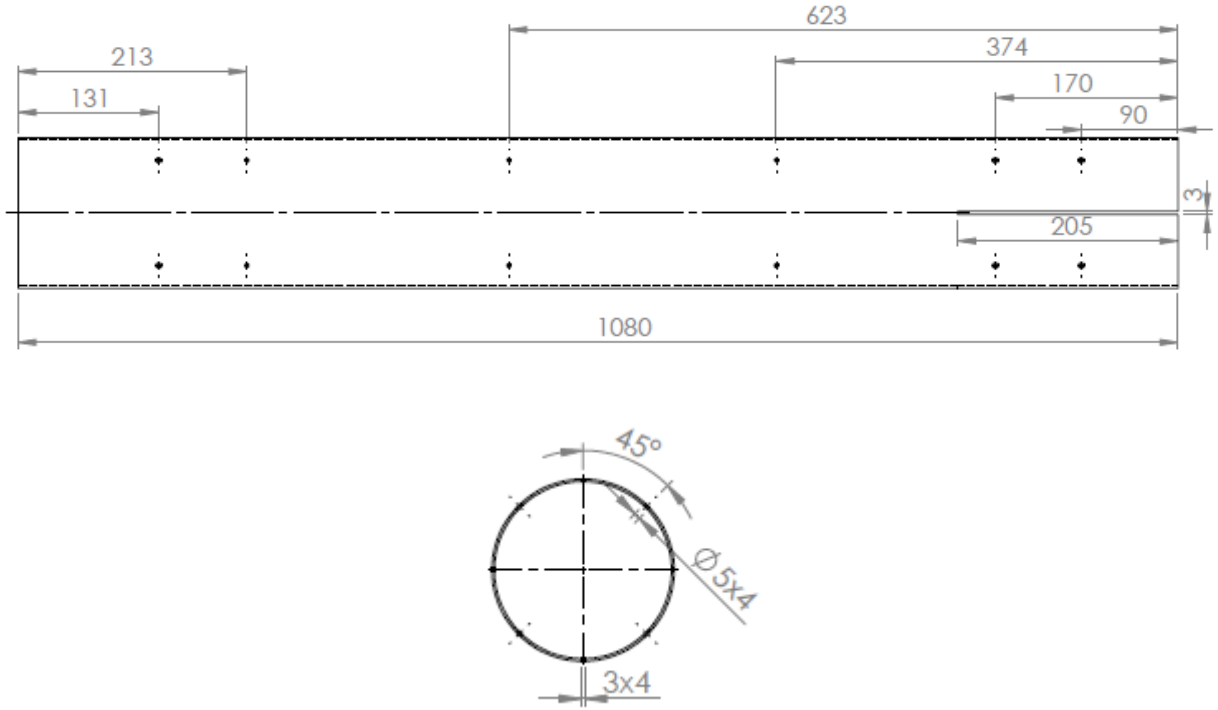


Teknik Resim

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

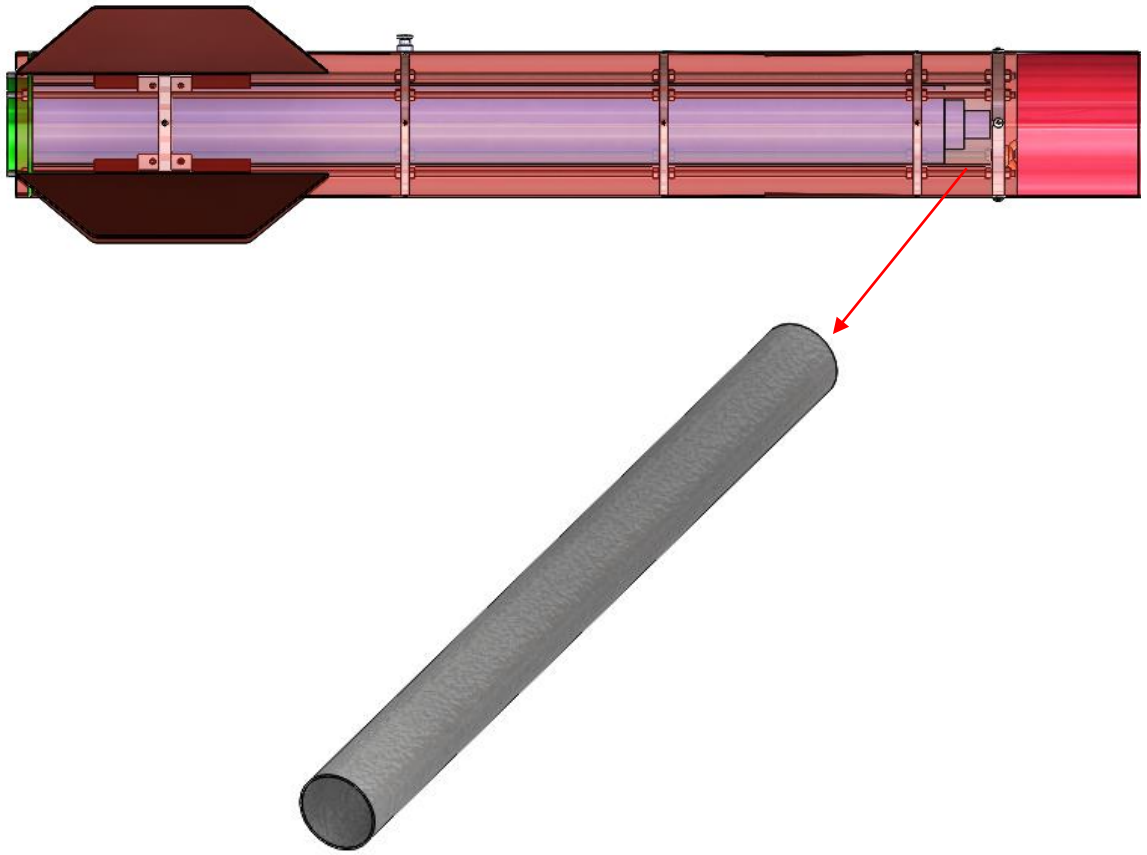


Alt Gövde 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

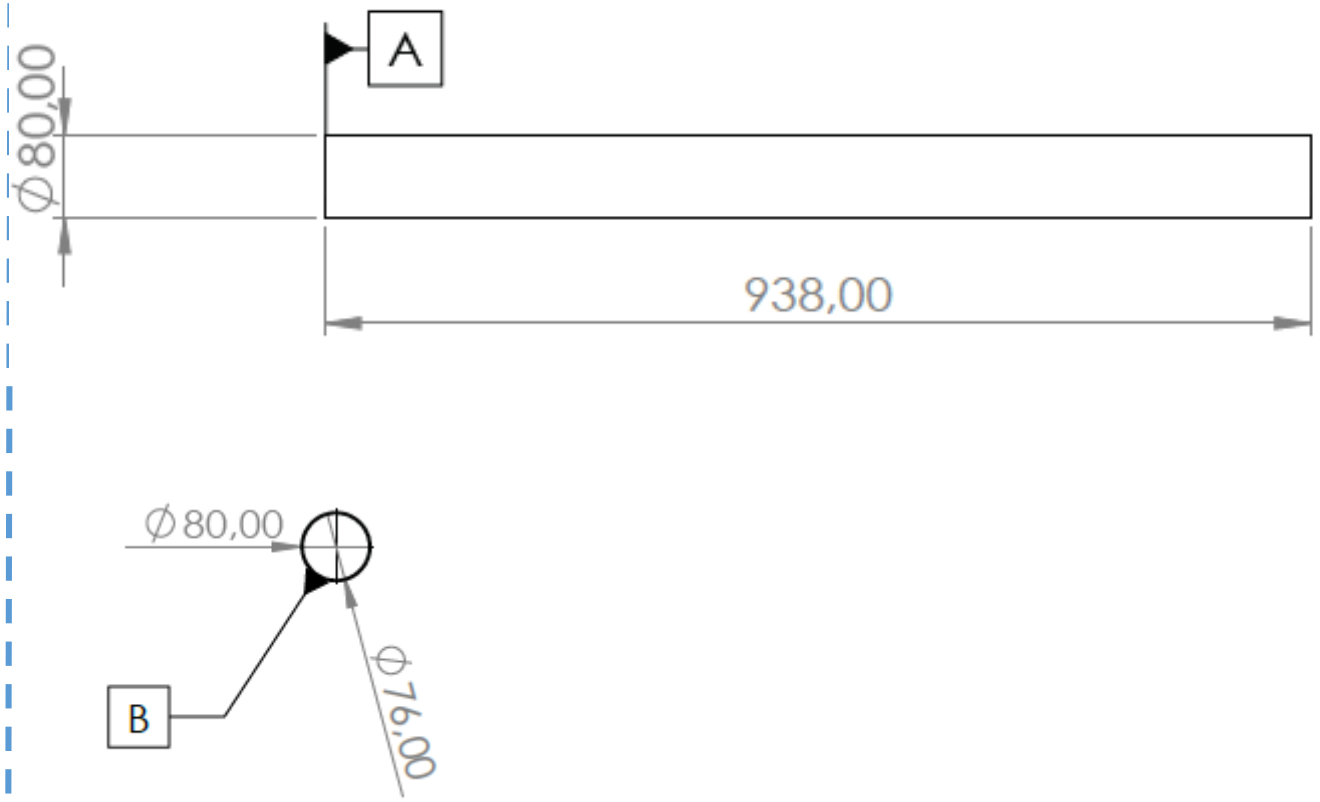


Teknik Resim

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm



Motor Gövdesi (İç Tüp) 3 Boyutlu Görünümü (CAD)



Teknik Resim

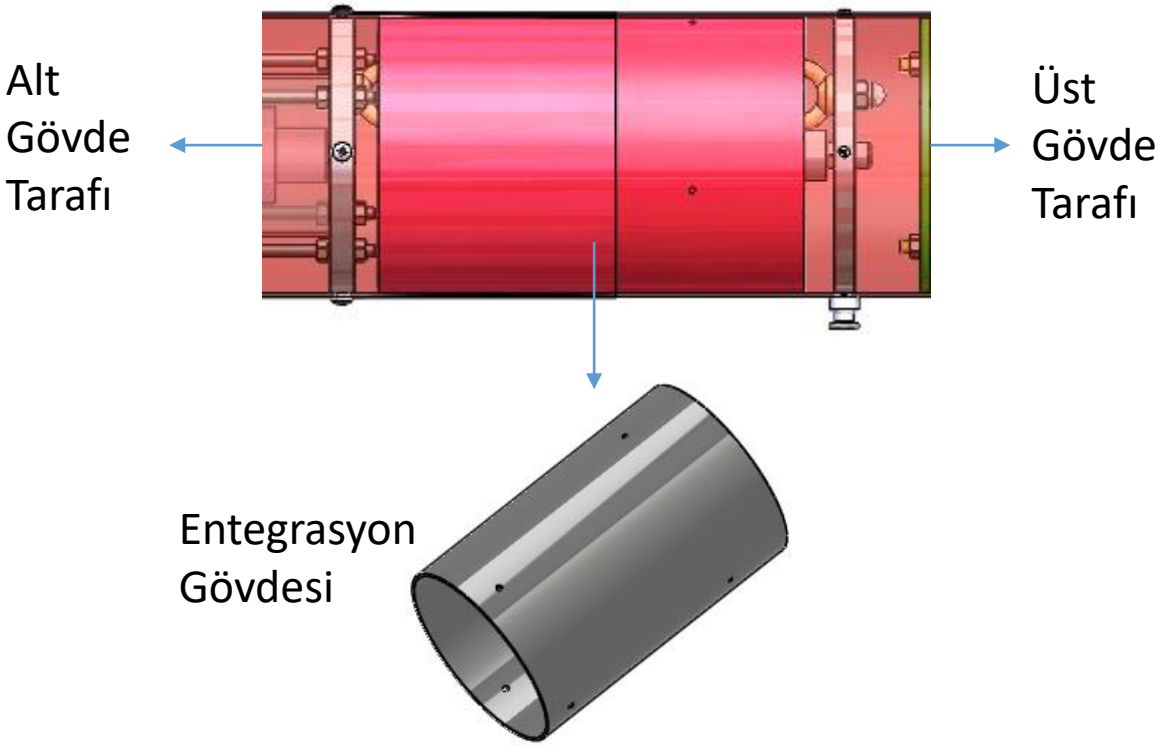
Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm		
Parça	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemleri
Üst Gövde	Gövde malzemesi seçenekleri Alüminyum, Fiberglas ve Karbon fiberdir. Sağlamlığı, hafif olması, yüksek mukavemetli ve aviyonik sistemin tam çalışması için Fiberglas malzeme seçilmiştir.	Alüminyum boru üzerine sarma yöntemi kullanarak sarılacaktır. Üzerinde bulunacak olan delik, kapak yerleri, kanallar vs. daha sonradan açılacaktır.
Alt Gövde		
Motor Gövdesi (İç Tüp)	Motor Gövdesi malzeme seçenekleri Alüminyum ve fiberglasdır. Gövdeye entegrasyonunun kolay ve sağlam olması için Fiberglas tercih edilmiştir.	

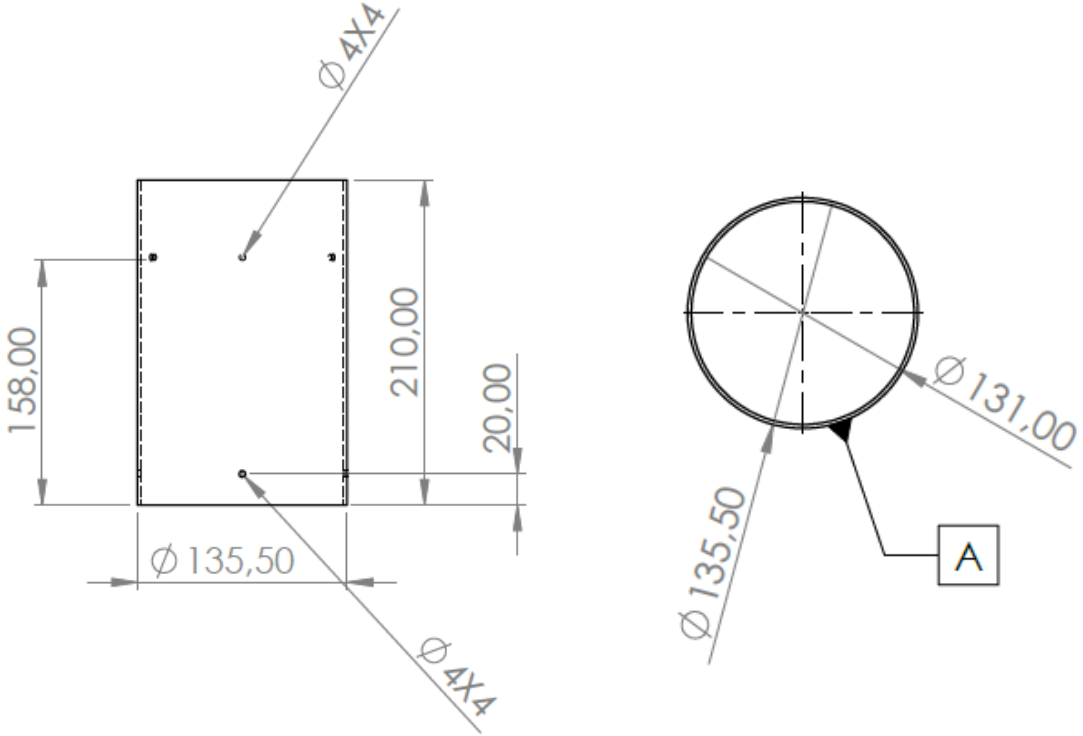
Malzeme	Yoğunluk	Çekme Mukavemeti	Isı Dayanımı	İşlenebilirlik
Karbon fiber	2.2 g/cm³	3480-4850 Mpa	3600 °C	Zor
Fiberglas	2.48 g/cm³	4585 MPa	1120 °C	Zor
Alüminyum	2.7 g/cm³	530-570 MPa	658 °C	Kolay

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

Boyut olarak roketin dış çapının 1.5 katı olarak belirlenmiştir.



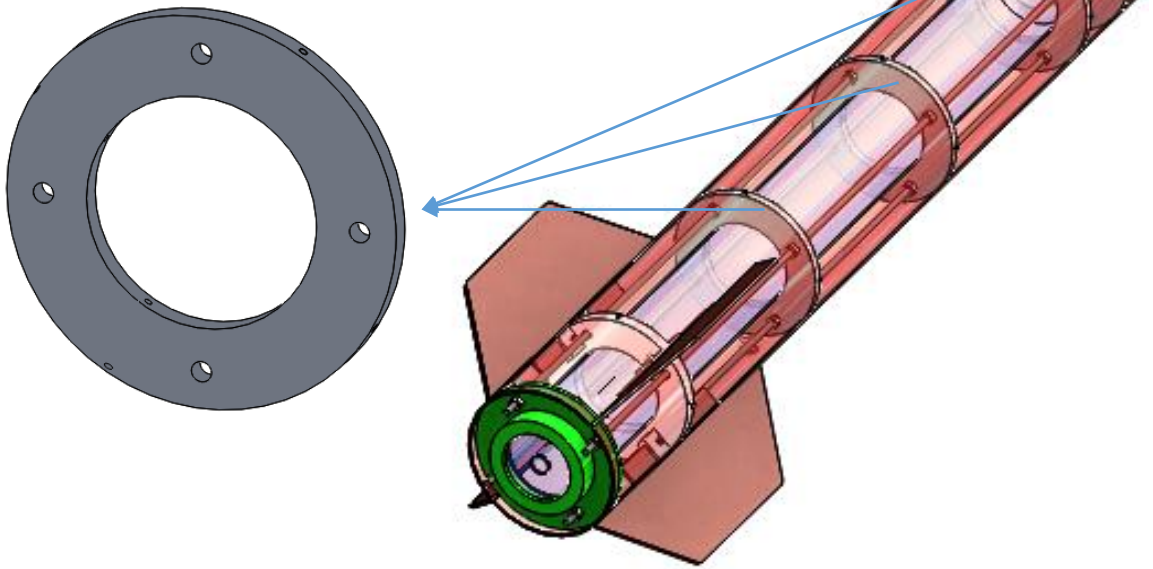
Entegrasyon Gövdesi 3 Boyutlu Görünümü (CAD)



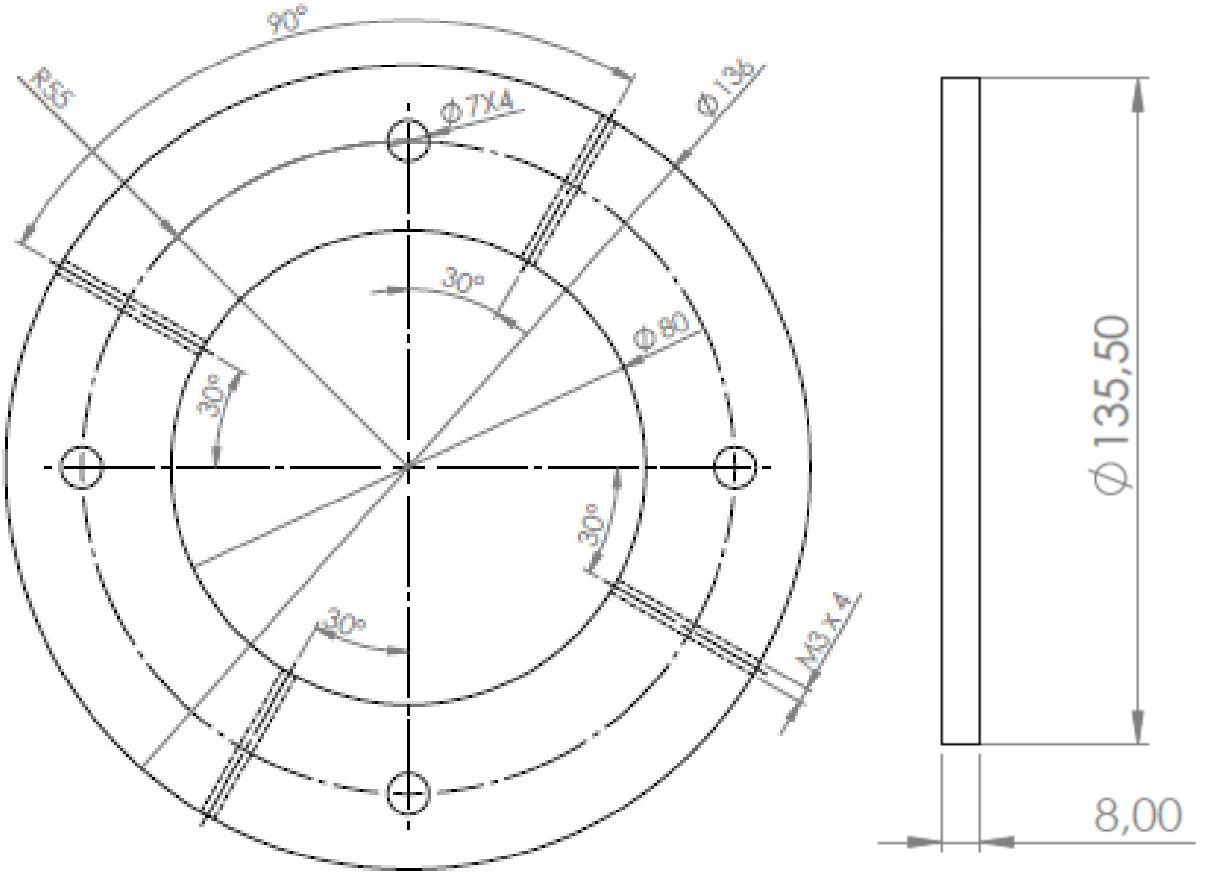
Teknik Resim

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

Merkezleme Yüzüğü x3

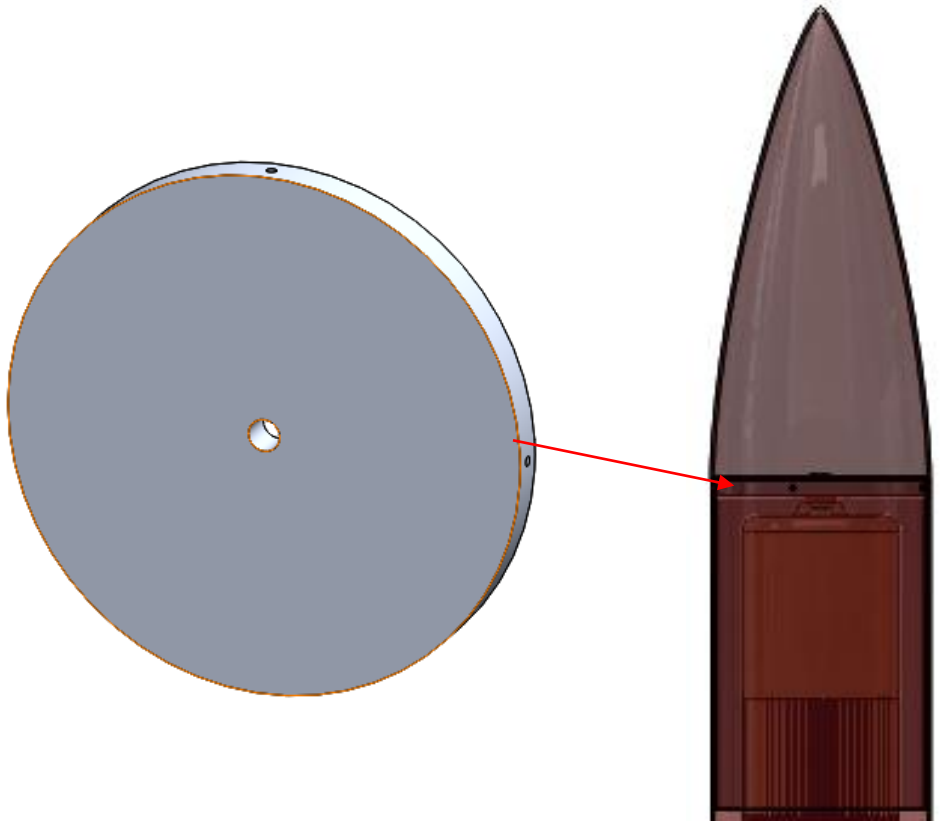


Merkezleme Yüzükleri 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

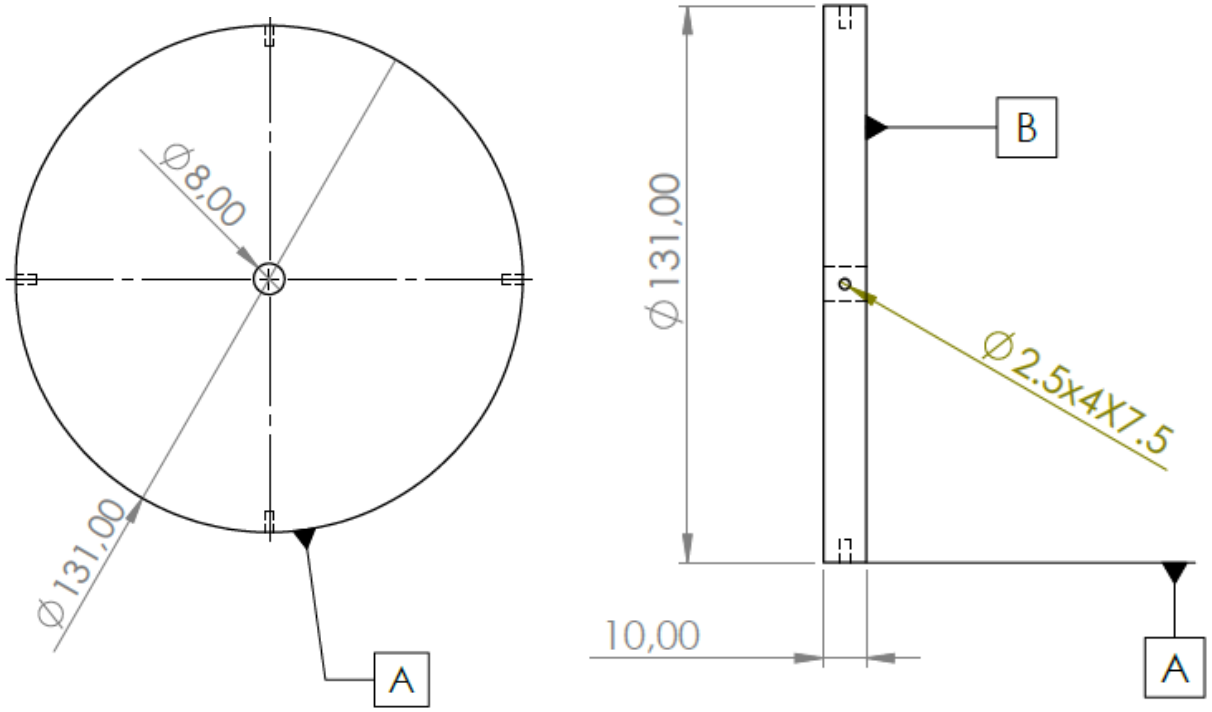


Teknik Resim

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

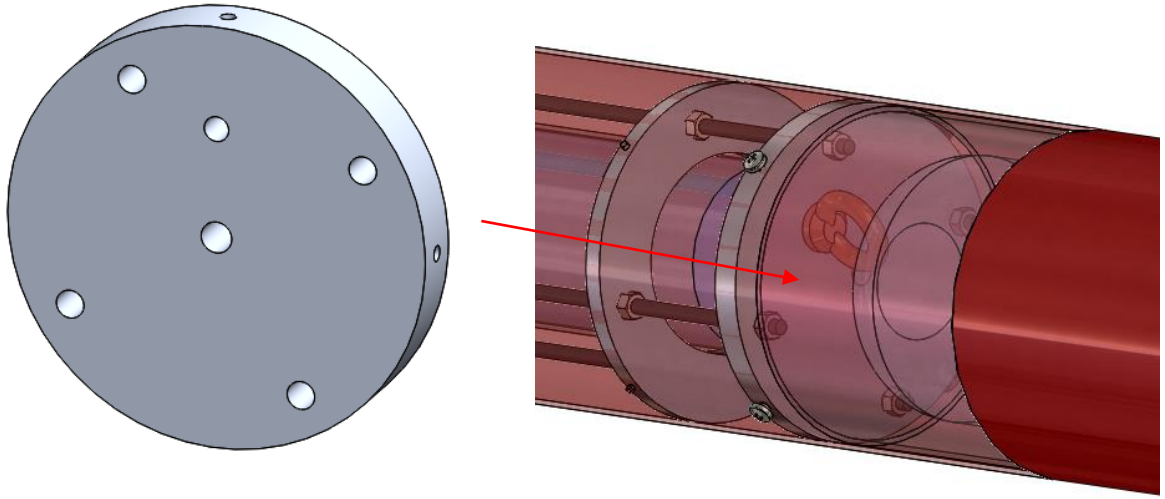


Burun Bulkhead 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

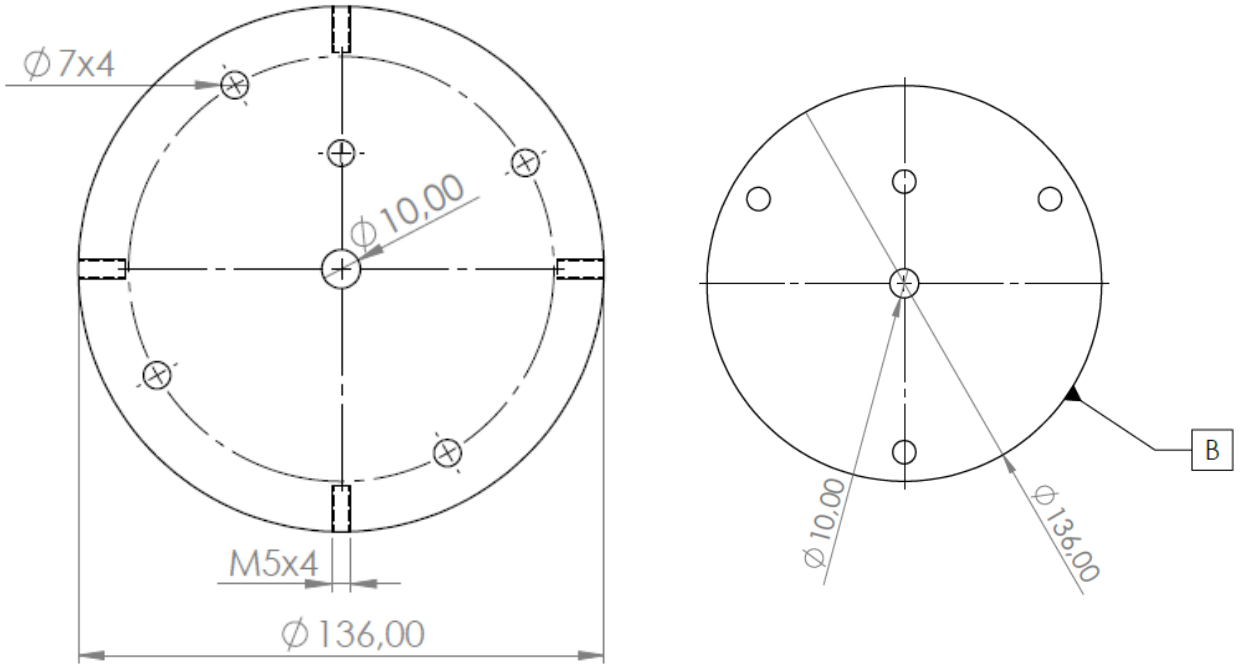


Teknik Resim

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

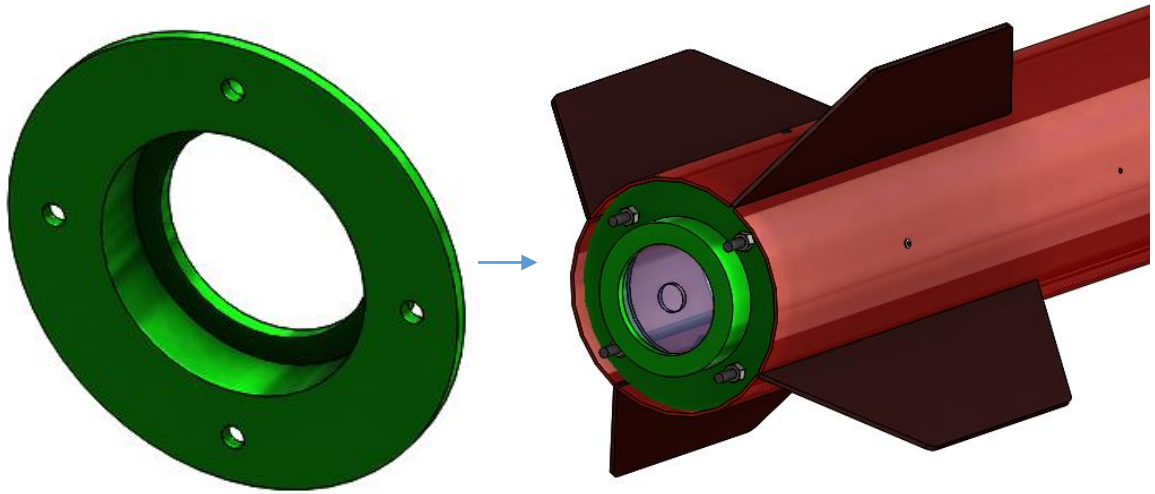


Motor Bloğu 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

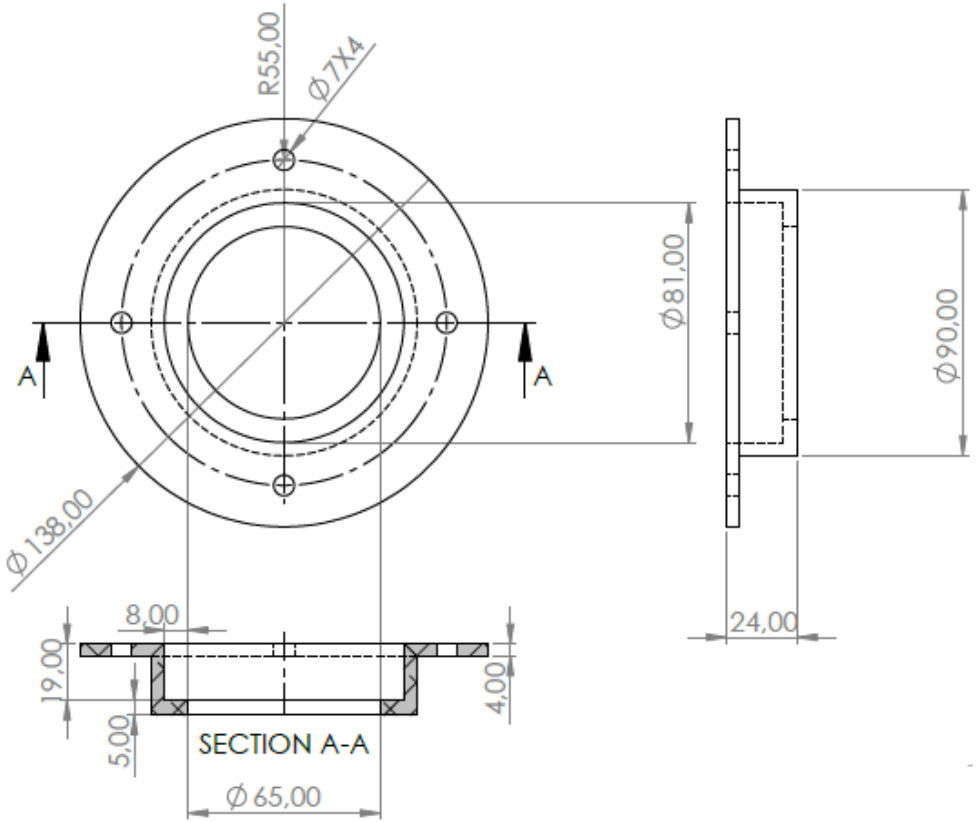


Teknik Resim

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



Sonlandırıcı Yüzük 3 Boyutlu Görünümü (CAD)



Teknik Resim

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

M8 Mapa

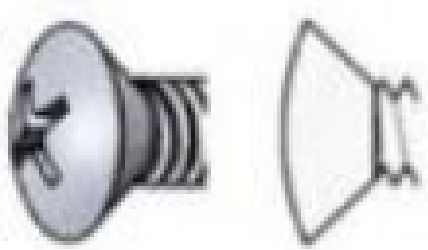
Karabina

M8-M5-M4 Somun

M6 Gijon Tij

Fırdöndü

Klemens



Metrik Mercimek Baş cıvata ve Setskur Civata

Bağlantı Elemanları 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

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

Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)				
Parça	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemleri	Bağlantı Şekli	Adet
Entegrasyon Gövdesi	Alüminyum ve fiberglas malzeme üzerinde düşünülmüştür. Bağlantı entegrasyonu ve işlenebilirliği kolay olması açısından alüminyum tercih edilmiştir.	Alüminyum boru şeklinde alınıp hassas tornalama yapılacaktır. Delikler sonra açılacaktır.	M5 Cıvata ve somun bağlantısı ile üst gövdeye bağlantı yapılacaktır.	1
İç Tüp Merkezleme Halkaları			Tij ve Motor Bloğuna M5-4-3 Civata ve somunlar ile bağlanacaktır.	3

Malzeme	Yoğunluk	Çekme Mukavemeti	Isı Dayanımı	İşlenebilirlik
Fiberglas	2.48 g/cm³	4585 MPa	1120 °C	Zor
Alüminyum	2.7 g/cm³	530-570 MPa	658 °C	Kolay

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

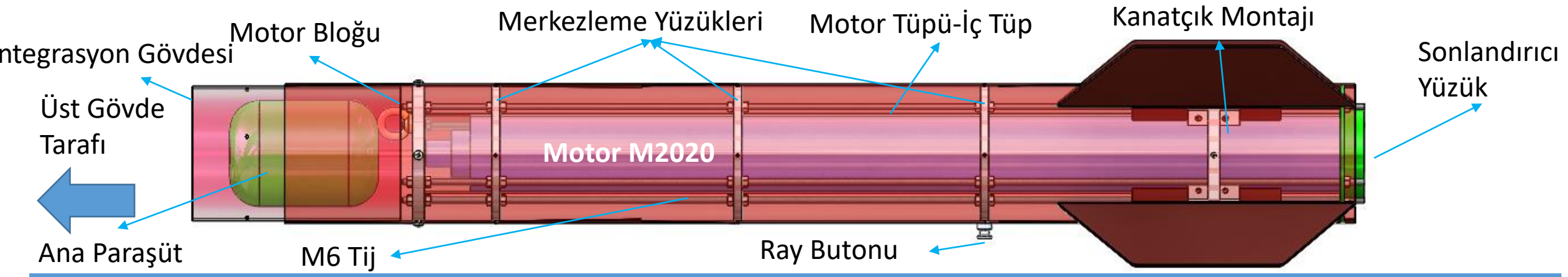
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)				
Parça	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemleri	Bağlantı Şekli	Adet
Burun Bulkhead	Alüminyum ve Fiberglas malzeme üzerinde düşünülmüştür. Gövdeye bağlantısı ve sağlamlık açısından alüminyum tercih edilmiştir.	Alüminyum bar şeklinde alınıp belirli ölçülerde kesilip daha sonra hassas tornalama yapılacaktır. Üzerinde bulunan delikler daha sonra açılacaktır.	M5-4-3 Cıvata ve somun bağlantısı Üst ve alt gövdeye bağlantıları yapılacaktır	1
Motor Bloğu				1
Sonlandırıcı Yüzük		Alüminyum plaka malzemeden kolay ve tek seferde üretmek için lazer kesim CNC yardımıyla üretimi yapılacaktır.	Bağlantı Tij'ine M8 cıvata ile bağlanacaktır	1

Malzeme	Yoğunluk	Çekme Mukavemeti	Isı Dayanımı	İşlenebilirlik
Fiberglas	2.48 g/cm³	4585 MPa	1120 °C	Zor
Alüminyum	2.7 g/cm³	530-570 MPa	658 °C	Kolay

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

Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler-Bağlantı Elemanları				
Parça	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemleri		Adet
M8 Mapa	Dövülmüş Çelik mapa tercih edilmiştir.	Hazır alınacaktır.	Paraşütler ve diğer roket elemanlarının bağlantısının yapılmasında kullanılacaktır.	6
Fırdöndü	Krom Malzemesi tercih edilmiştir. Hazır alınacaktır.			
Klemens				
Karabina				
M6 Gijon Tij	Çelik Gijon Tij tercih edilmiştir.		Alt gövde ve motor gövdesinin merkezlenmesi için Merkezleme yüzükleri ile bağlantı için kullanılacaktır.	3
M8-M5-M4-M3 Somun	Çelik			60
M5-M4-M3 Cıvata, Setskur Civata	Çelik		Bütün roket mekanik bağlantılarında kullanılacaktır.	60

Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

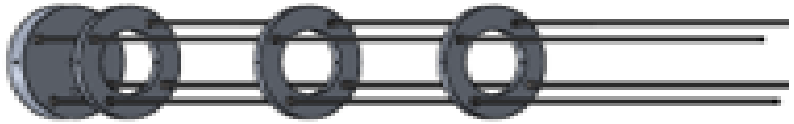


Motor Bölümü Mekanik Detay				
Parça	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemleri	Bağlantı Şekli	Adet
İç Tüp Merkezleme Halkaları	Alüminyum	Alüminyum plakadan kesilecektir, işlenecektir.	Cıvata-Somun Bağlantısı	3
Motor Bloğu	Alüminyum	Alüminyum içi dolu borudan kesilecek, işlenecektir.	Cıvata-Somun Bağlantısı	1
Sonlandırıcı Yüzük	Alüminyum	CNC kalıp alüminyum malzemeden özel işlenecektir.	Cıvata-Somun Bağlantısı	1
Alt Gövde	Fiberglas	Fiber kumaş sarma yöntemi ile üretilecektir.	-	1
Motor Tüpü-İç Tüp	Alüminyum	Alüminyum boru şeklinde alınacak, işlenecektir.	Cıvata-Somun Bağlantısı	1
M6 Gijon Tij	Alüminyum	Hazır Temin edilecektir.	Cıvata-Somun Bağlantısı	4

Motor Bölümü 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

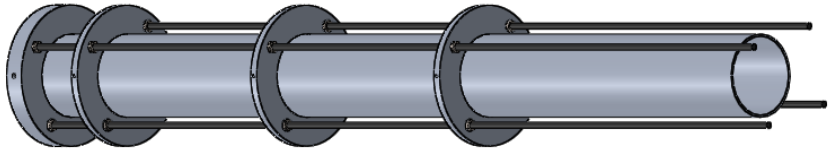
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

1



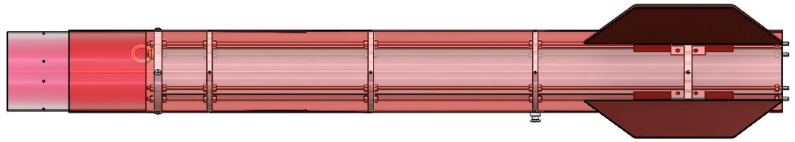
İlk önce merkezleme yüzükleri ,motor bloğu ve tijler birleştirilir. Merkezleme yüzükleri ve Motor bloğu tijlere M6 somun ile sabitlenir.

2

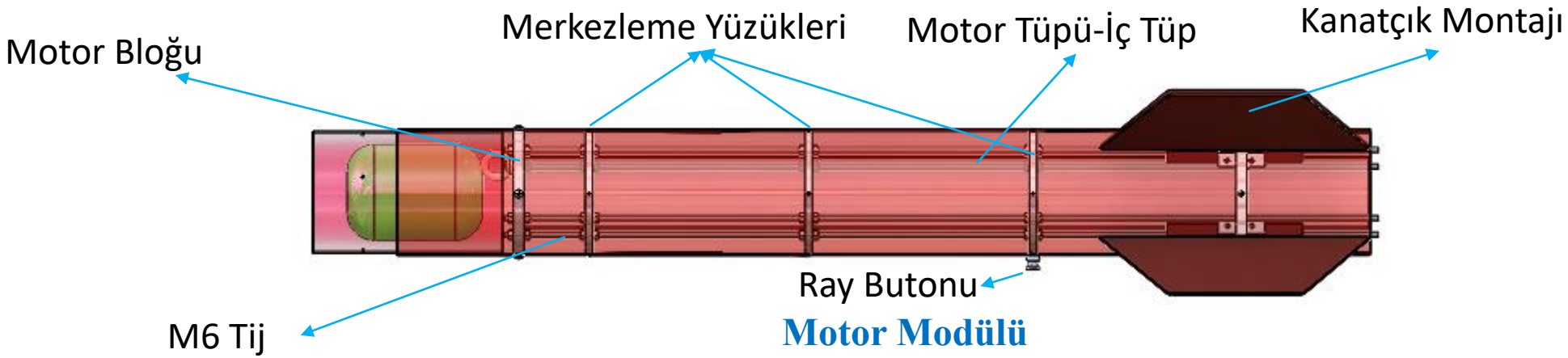


Daha sonra merkezleme yüzüklerinden iç tüp geçirilir.

3



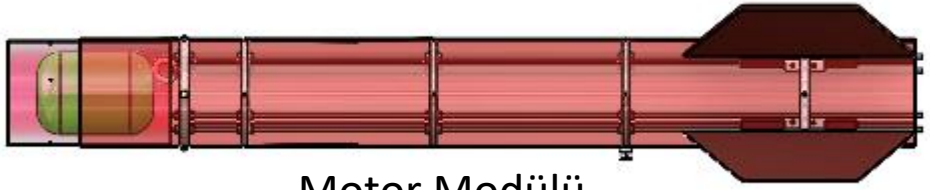
Daha sonra Alt gövdeye montajı motor bloğu ve merkezleme yüzükleri ile yapılır. Bu işlemlerden sonra Kanatçık montajı ve ray butonu bu aşamada cıvata ve somun bağlantısı ile montajlanır.



Motor Modülü

Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

4

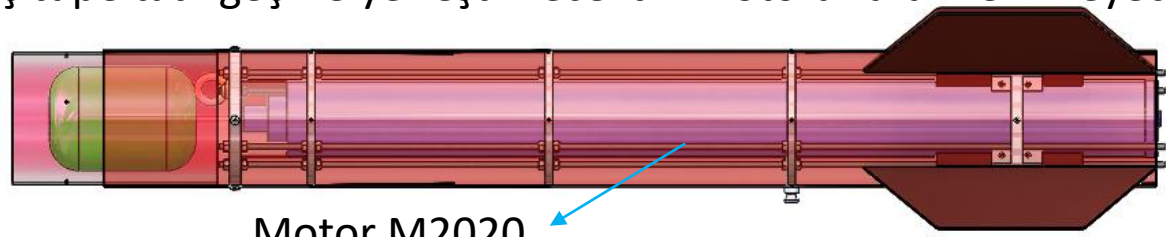


Motor Modülü

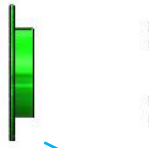
Motor M2020

4. Adım olarak MOTOR, ilk üç adımda oluşturulan motor modülünde yer alan motor Tüpüne- iç tüpe yerleştirilir. Motor herhangi bir bağlantı elemanı olmaksızın ön kısımda motor bloğu tarafından, arka kısımda ise sonlandırıcı yüzük ile sabitlenmektedir. Motor İç tüpe tatlı geçme yerleştirilecektir. Motora zarar verilmeyecektir.

5



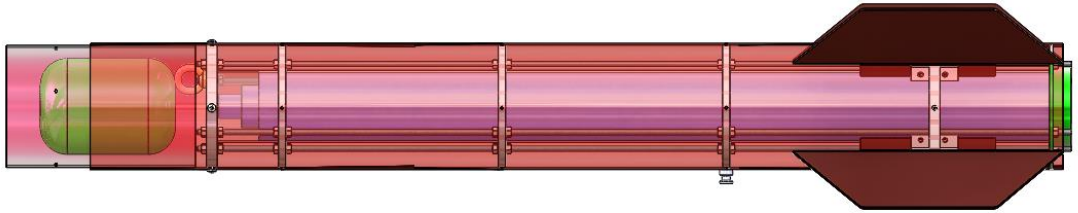
Motor M2020



M6 Tij Bağlantı Somunu

Sonlandırıcı Yüzük

<u>MOTOR ROKETE EN SON MONTAJLANMAKTADIR</u>. Motorun geri kaçmaması için Sonlandırıcı yüzük montajı yapılacaktır.



MOTOR MONTAJI EN SON YAPILMIŞ ROKET ALT GÖVDESİ

Roket Montaj Stratejisi

- Roket üst gövde ve alt gövde olmak üzere iki ana gövdeden oluşturulmuştur. Üst gövdeye montajlı Burun ve shoulder ayrı montajlanmaktadır. Üst gövde, roketin kurtarma ve aviyonik sistemler ile faydalı yükün bulunduğu gövdedir. Alt gövde ise Roket motoru ve kanatçıkların olduğu gövdedir. Bu iki ana gövde ayrı ayrı modül olarak montajlanmaktadır. Daha sonra birbirleri ile entegrasyon gövdesi ile montajlanmaktadırlar. Entegrasyon gövdesinin bir tarafı üst gövdeye sabitlenecek olup diğer tarafı roket alt gövdesine yerleştirilecektir.
- Genel ifade ile Roket yapısalları gövde içinde istenildiği zaman kolayca sökülebilmesi için cıvata somun bağlantıları ile montajlanacaktır. Aşağıda sözel anlatım bir sonraki sayfada CAD model gösterimi verilmiştir.
- İrtifa ölçümü için verilecek AltimeterTwo cihazı aviyonik sistemin olduğu yerdeki gövde kapağı açılıp AltimeterTwo için ayrılmış kısma kolayca sabitlenecektir. Sallantı ve titreşimde yerinden çıkmaması için plastik kelepçeyle önlem alınacaktır.
- Roket kurtarma sistemi olarak ***"Sıcak Gaz Üreteci"*** kullanılacaktır. Rokete montaj işlemleri Üst gövdede bulunan barut haznelere konulması ile bütün yapısal montajı bittikten motor montajı yapılmadan önce yapılacaktır. Barut yerleştirme işleminin ardından dikkatli bir şekilde roket montajı (Roket birleştirme) tamamlanacaktır. En son barut ateşleme sistemi bağlanacaktır.
- Roket gövdeleri yapısalları hazır montajlanmış olarak Montaj gününe hazır bir şekilde montaj alanına getirilecektir.

Roket Montaj Stratejisi

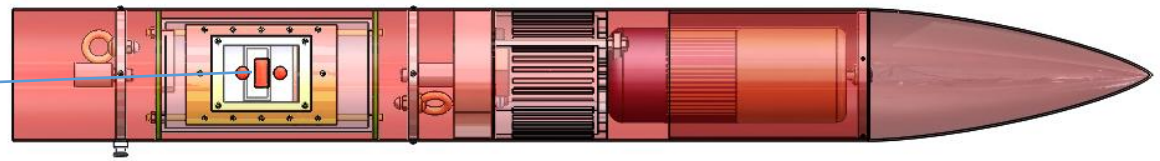
Ü1. Roket kurtarma sistemi Kara baruttur (Sıcak Gaz Üreteci) ve 2 adet bulunacaktır. Bir tanesi burun ve görev yükü tarafında diğeri ise roket motor tarafındadır. Bu iki sistemin rokete montajı da aynı şekilde M4 mercimek başlı cıvata ile roket üst gövdesine yapılacaktır. Ray butonu montajı kara barut bulkheadına M4 cıvata ile yapılacaktır Motor tarafına bakan kara barut sistemi ilk montajlanacaktır. Diğeri Aviyonik modülden sonra montajlanacaktır.

Ü2.Aviyonik sistemler bir modül olarak rokete hazır bir şekilde iki adet kara barut kurtarma sisteminin arasına montajlanacaktır. Montaj işlemi Mercimek başlı M3 cıvata ile iki taraflı bir şekilde üst gövdeye yapılacaktır. ***Hakem Altimetresi,*** Altimetre Two, bu modüle oluşturulan elektronik kapak sayesinde atış günü kolaylıkla yerleştirilecektir.

Ü3. Görev Yükü rokete yerleşimi rokette belirtilen yerinde yapılacaktır. Siyah renk ile renklendirilmiş Görev Yükü paraşütü ise şok kordonu ile Görev yüküne bağlanacaktır.

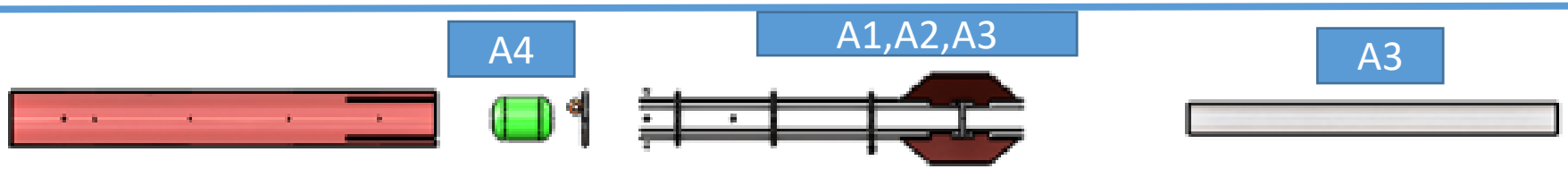
Ü4. Burun, shoulder sayesinde sıkı geçme olarak üst gövdeye entegre edilecektir. Burun ve shoulderin içinde bir adet bulkhead ve mapa bulunacaktır. Bulkhead Roket Burnuna M3 setkur vida ile sabitlenecektir. Mapa Burnun roket ile olan bağlantısını yapacaktır. Turuncu renkli sürüklenme paraşütü bu kısımda şok kordonuna bağlı bir şekilde yerleştirilecektir.

Hakem Altimetresi Konumu

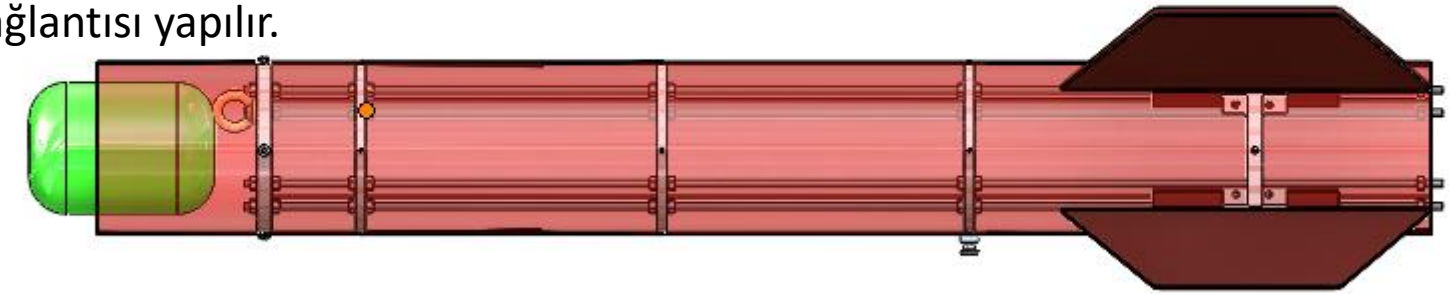


Bütünleştirilmiş Üst Roket Gövdesi

Roket Montaj Stratejisi

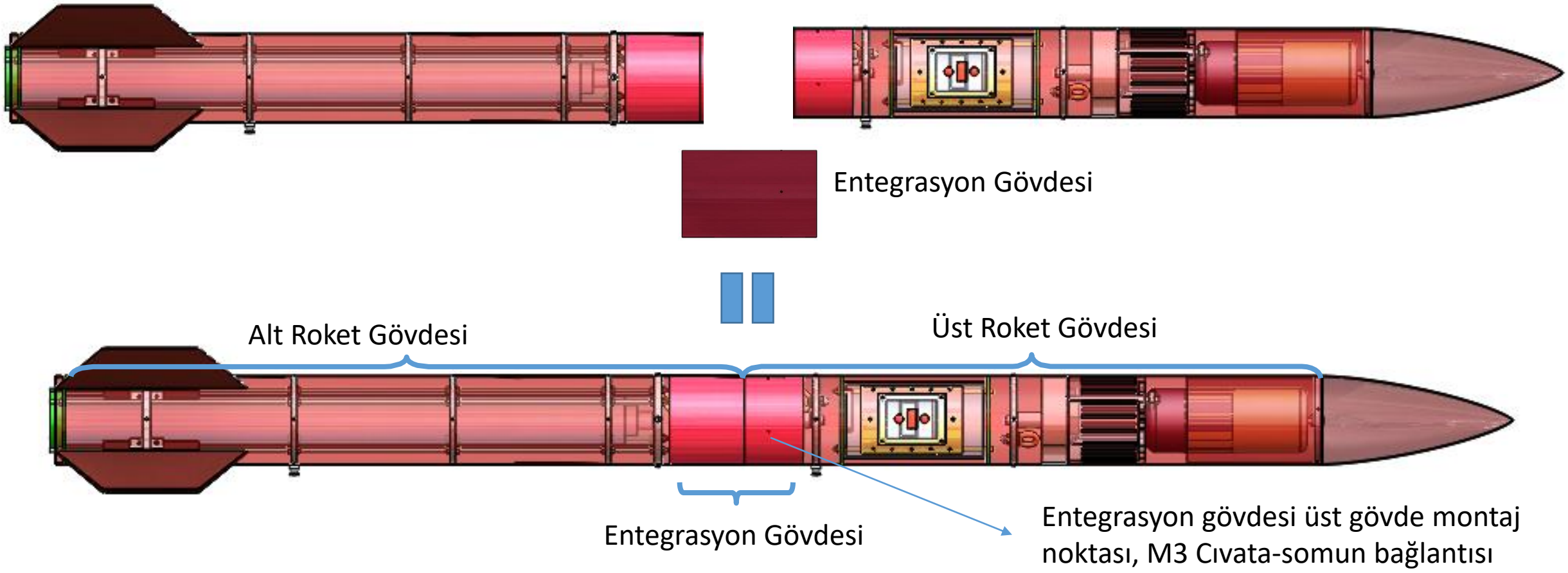


A1. İlk önce merkezleme yüzükleri ,motor bloğu ve tijler birleştirilir. Merkezleme yüzükleri M3 mercimek başlı cıvata ile roket alt gövdesine, Motor bloğu ise tijlere M6 somun ile sabitlenir.
A2. Daha sonra merkezleme yüzüklerinden iç tüp geçirilir.
A3. Daha sonra Alt gövdeye montajı motor bloğu ve merkezleme yüzükleri ile yapılır. Bu işlemlerden sonra Kanatçık montajı ve ray butonu bu aşamada cıvata ve somun bağlantısı ile montajlanır. Kanatçıklar, 1 tane PLA malzemeden ürettiğimiz kanat tutuculara M5 vida ile vidalanacaktır. Sağlamlıkları test edildikten sonra alt gövdeye M4 vida ile vidalanacaktır. Ayrıca sarsıntıdan etkilenmesi ve kanatların alt gövdeyle arasında boşluk kalmaması için epoksi ile gövdeye yapıştırılacaktır.
A4. Yeşil renk ile gösterilen Ana Paraşüt alt gövdenin motor bloğu tarafına yerleştirilir, şok kordonu ile gövde ve paraşüt bağlantısı yapılır.



Bütünleştirilmiş Alt Roket Gövdesi-Motor ve Sonlandırıcı Yüzük en son takıldığı için burada gösterilmemiştir.

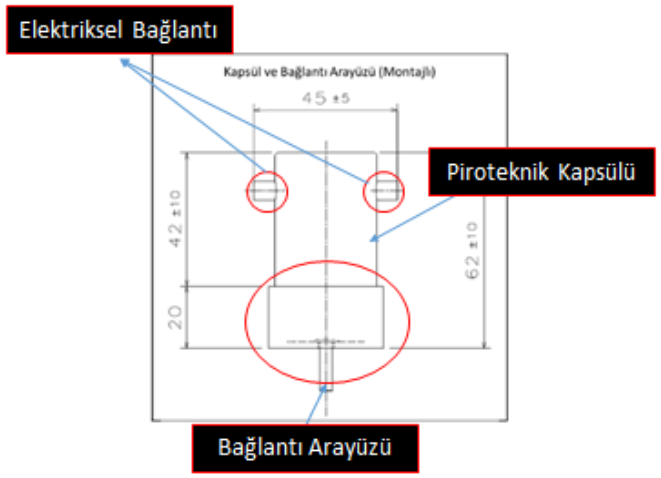
Roket Montaj Stratejisi



Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

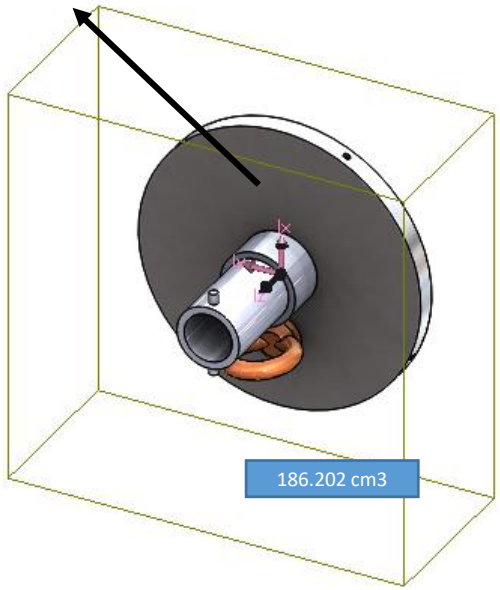
Görev Yükü Kurtarma Sistemi

Sıcak Gaz Üreteci (Kara Barut)

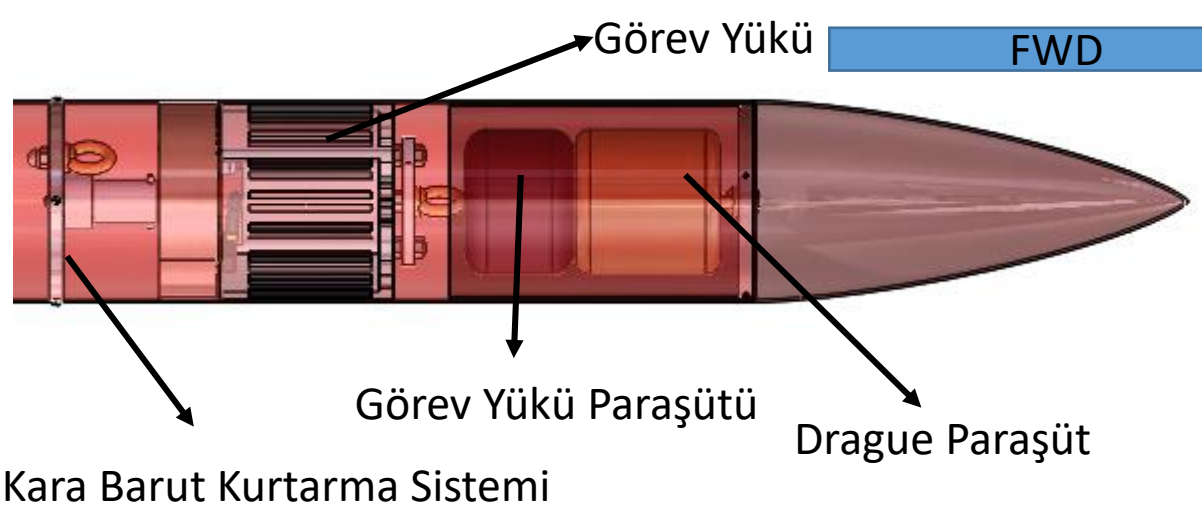


Kapsül ve Bağlantı Arayüzü (Montajlı)

Bulkhead



Kurtarma Sistemi 3 Boyutlu Görünümü (CAD)



Kurtarma Sistemi 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

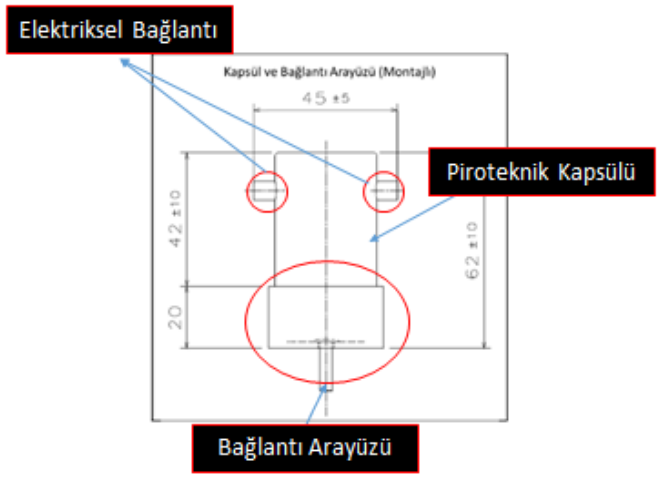
Sıcak gaz üretecini aktifleştirmek için üreteç üzerinde bulunan bağlantı noktalarına gerilim uygulanacaktır. Kurtarma işlemi roket 3000m irtifaya çıktığında ateşleme gerçekleşecek ilk Görev yükü çıkacaktır. Kara barut kurtarma sisteminde yer alan ara duvar elektronik sistem ile ayırıcı bir görev üstlenmektedir.

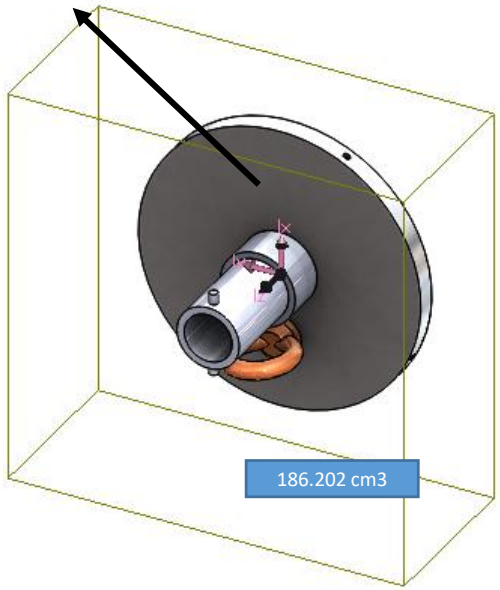
Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

Drogue Paraşüt Kurtarma Sistemi

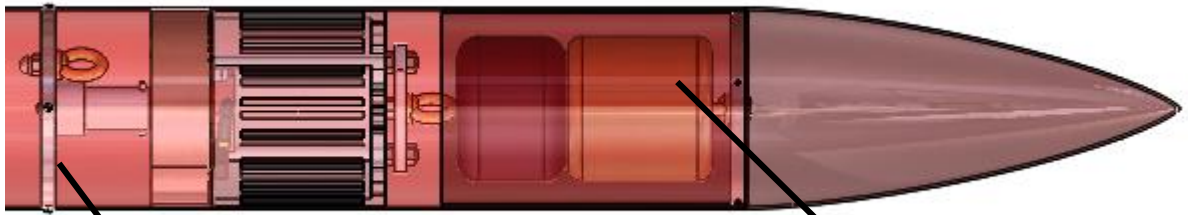
Sıcak Gaz Üreteci (Kara Barut)

Bulkhead





FWD



Drague Paraşüt

Kara Barut Kurtarma Sistemi

Paraşüt Açma Sistemi 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

Paraşüt Bölümleri 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

Sıcak gaz üretecini aktifleştirmek için üreteç üzerinde bulunan bağlantı noktalarına gerilim uygulanacaktır. Kurtarma işlemi roket 3000m irtifaya çıktığında ateşleme gerçekleşecek drague paraşütü açılacaktır. Kara barut kurtarma sisteminde yer alan ara duvar elektronik sistem ile ayırıcı bir görev üstlenmektedir.

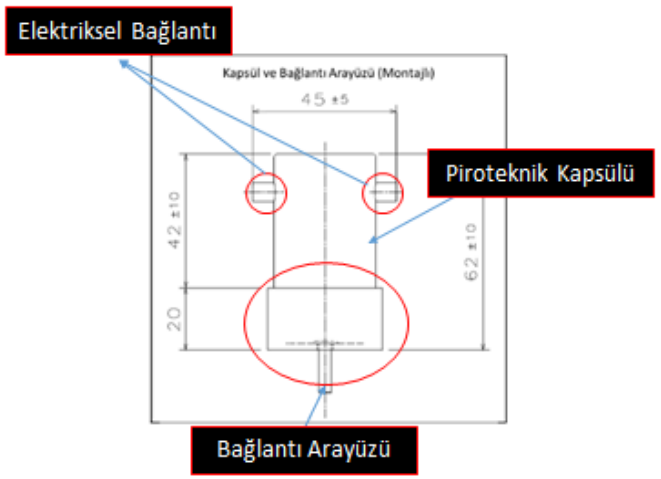
Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

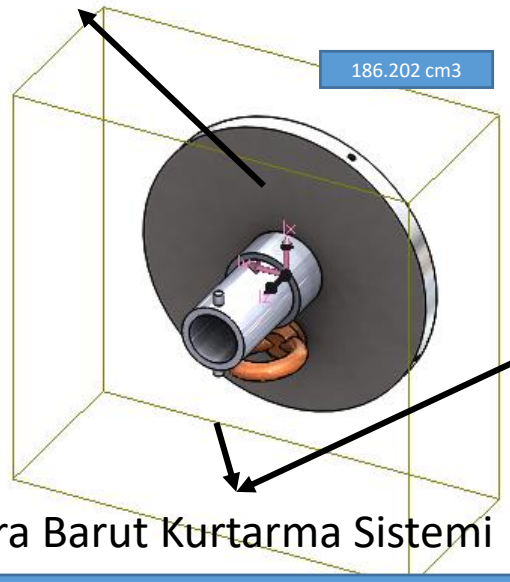
Ana Paraşüt Kurtarma Sistemi

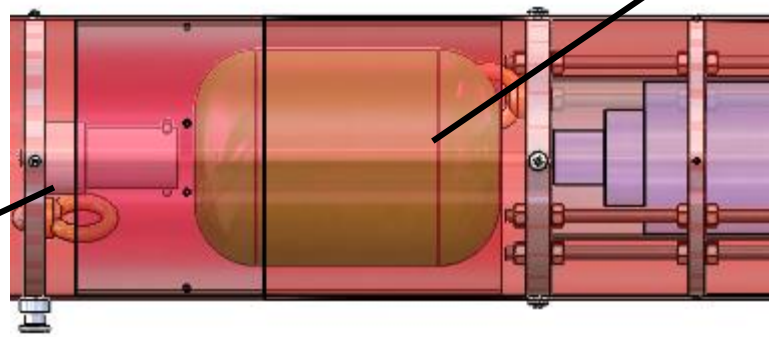
Sıcak Gaz Üreteci (Kara Barut)

Bulkhead

Ana Paraşüt







Kara Barut Kurtarma Sistemi

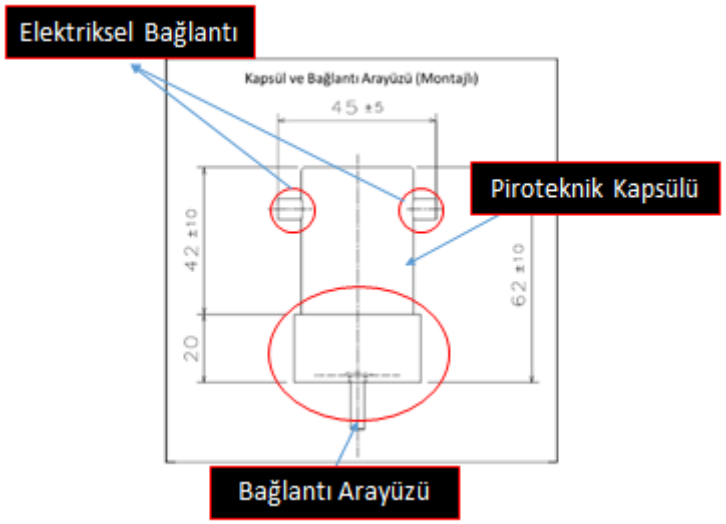
Paraşüt Açma Sistemi 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

Paraşüt Bölümleri 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

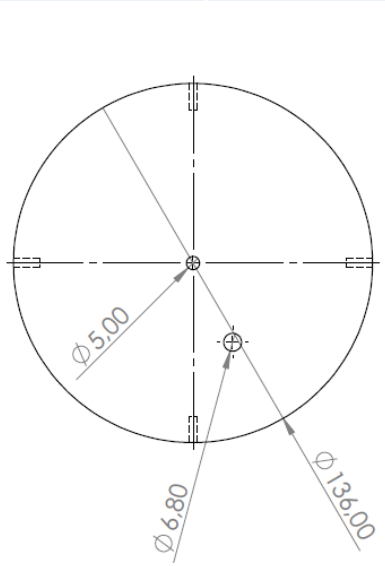
Sıcak gaz üretecini aktifleştirmek için üreteç üzerinde bulunan bağlantı noktalarına gerilim uygulanacaktır. Kurtarma işlemi roket 3000m irtifaya çıkıp Görev yükünü bırakıp dragüe paraşütünü açtıktan sonra 500m de gerçekleşecek olup Ana paraşüt açılacaktır. Kara barut kurtarma sisteminde yer alan ara duvar elektronik sistem ile ayırıcı bir görev üstlenmektedir.

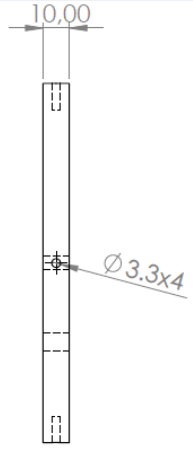
Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi				
Parça	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemleri	Bağlantı Şekli	Adet
Kara Barut Bulkhead	Alüminyum	Alüminyum plakadan kesilecektir, işlenecektir.	Cıvata-Somun Bağlantısı	2
Sıcak Gaz Üreteci	Alüminyum	NC işleme yapılacaktır.	Cıvata-Somun Bağlantısı	2
M6 Civata	Çelik	Hazır Temin edilecektir.		2
M8 Mapa	Dövülmüş Çelik	Hazır Temin edilecektir.		2



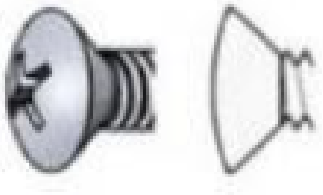
Sıcak Gaz Üreteci (Kara Barut)





Kara Barut Bulkhead

M8 Mapa



M4 Mercimek Başlı Civata

Sıcak Gaz Üreteci Gereksinimleri

- Piroteknik malzeme kullanarak roket ayrılması gerçekleştirilecektir.
- Sıcak gaz üreteç sistemlerinde piroteknik malzeme kullanımı alanda Hakem heyeti tarafından verilecek olan piroteknik kapsül malzeme ile gerçekleştirilecektir.
- Öncül tasarımda tasarlanan ölçüler ve basınç bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ayrılma	Basınçlandırılacak hacim çapı (mm)	Basınçlandırılacak hacim (m^3)	Ulaşılmak istenen basınç (Bar)
1. Ayrılma	136	0,00682409	0,827371
2. Ayrılma	136	0,00339753	0,827371

Tasarlanan kurtarma sistemlerinin ön sıcaklık ve basınç analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde Barut kurtarma sistemi ve çevresinin içinde bulunduğu durum değerlendirilmiştir. Ana paraşüt ayrılma noktasında paraşütün korunması için yanmaz kumaş kullanımı yapılacak olup tepe noktasında roket birincil paraşüt ve görev yükü kurtarma sistemi burut kurtarması için elektronik sistemlerin zarar görmemesi için sıcaklık izalatörü kullanılacaktır.

Kurtarma Sistemi – Paraşütler-1

Paraşüt Hesabı
SÜRÜKLENME KUVVETİ FD=0.5*ρ*Cd*A*v^(2) FD=sürüklenme kuvveti ρ=havanın öz kütlesi(1.225kg/m3) Cd=çembersel paraşüt için sürüklenme katsayısı(0.8m2) A=paraşüt alanı=π*(D^(2)/4) **(D=paraşüt çapı)** v=paraşüt hızı **Roket Ağırlığı** FG=m*g FG=roket ağırlığı m=roket ağılığı g=yerçekimi ivmesi(9.81m/s2) **FD=FG** **D=((8 m g) / (ρ Cd v^(2) π))$^{1/2}$**

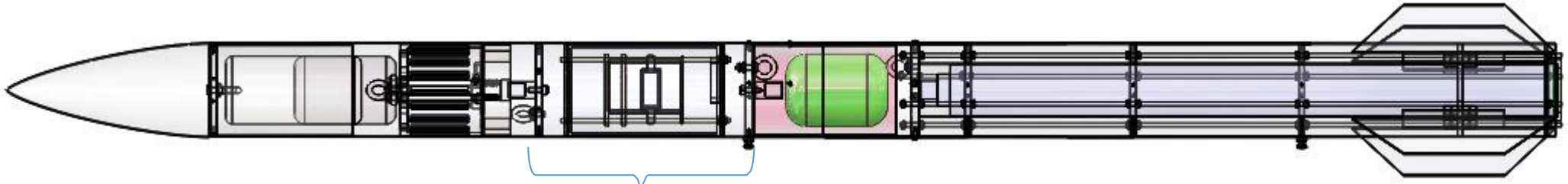
Paraşüt Görevi	Düşüş Hızı	Taşınan Ağırlık	Yaklaşık Paraşüt Çapı	Renk
Birincil Paraşüt	30m/s	22,595 kg	900 mm	Turuncu
İkincil Ana Paraşüt	8m/s	18,095kg	2800 mm	Koyu Yeşil
Görev Yükü Paraşütü	8m/s	4.5 kg	1400mm	Siyah

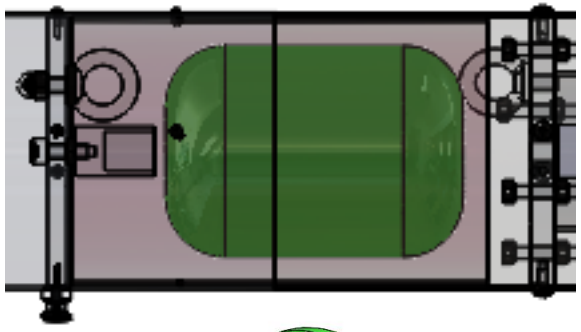
KABULLER

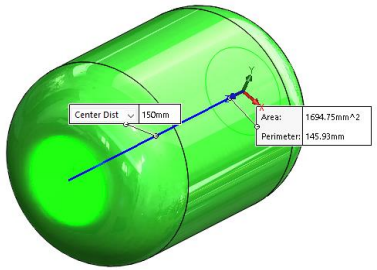
- Hesap kolaylığı için değerler tam sayılara yuvarlanmıştır.
- Hesaplanan paraşüt çapları open rockete girilerek güvenli olduğu doğrulanmıştır.
- Paraşütler çembersel paraşüt olarak tasarlanmıştır ve sürüklenme katsayısı 0.8 m2 olarak kabul edilmiştir.

[2] https://www.webpages.uidaho.edu/dl2/on_target/tv.htm
[3] https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/parachute-design/

Kurtarma Sistemi – Paraşütler
İkincil (Ana) Paraşüt



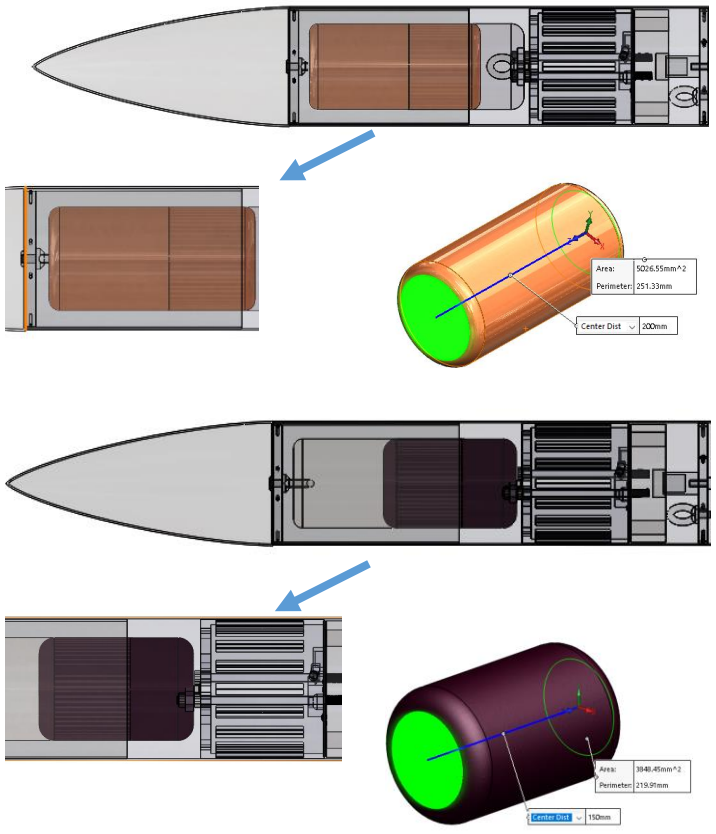




Paraşüt Sistemi	İkincil (Ana) Paraşüt
Paraşüt Çapı (mm)	2800
Paraşüt Rengi	Koyu Yeşil
Düşüş Hızı (m/s)	8
Yaklaşık Taşınan Ağırlık (kg)	18,095
Yaklaşık Katlanmış Çap (mm)	120-130
Yaklaşık Kubbe Deliği Çapı (mm)	100

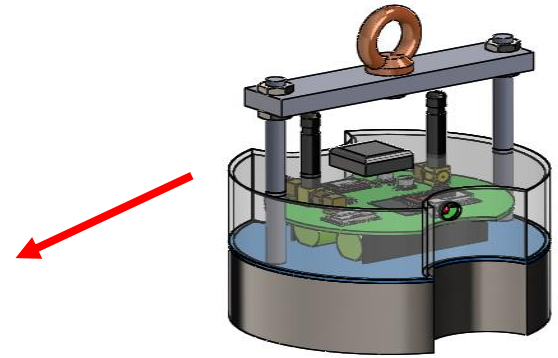
İkincil Ana paraşüt Üst gövde, Alt gövde ve Burun konisini indirmektedir. Roketin üst gövdesinde bulunan Aviyonik sitemde GPS ve Haberleşme modülleri bulunmaktadır.

Kurtarma Sistemi – Paraşütler Birincil (Drogue) Paraşütü ve Görev Yükü Paraşütü

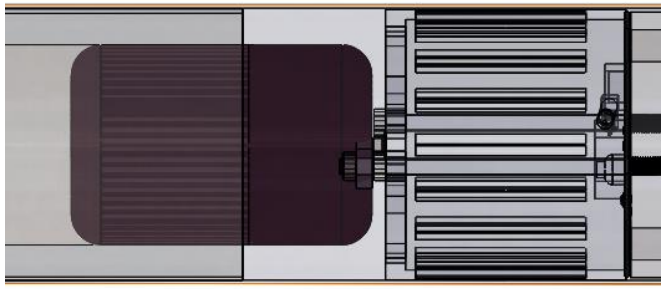


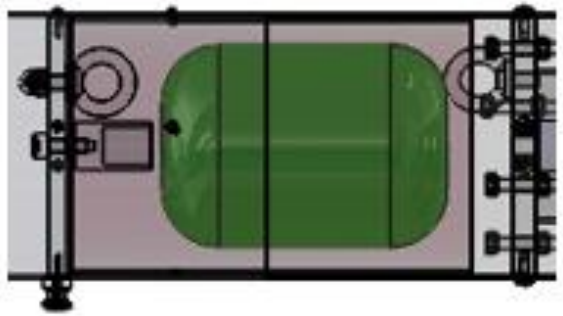
Paraşüt Sistemi	Birincil (Drogue) Paraşüt	Görev Yükü Paraşütü
Paraşüt Çapı (mm)	900	1400
Paraşüt Rengi	Turuncu	Siyah
Düşüş Hızı (m/s)	30	8
Yaklaşık Taşınan Ağırlık (kg)	22,595	4,5
Yaklaşık Katlanmış Çap (mm)	50-60	75-85
Yaklaşık Kubbe Deliği Çapı (mm)	100	100

Birincil (Drogue) paraşüt Üst gövde, Alt gövde ve Burun konisini indirmektedir. Roketin üst gövdesinde bulunan Aviyonik sitemde GPS ve Haberleşme modülleri bulunmaktadır.
Görev Yükü paraşütü Görev yükünü taşımaktadır. Görev yükü üzerinde GPS ve Haberleşme modüleri bulunmaktadır.



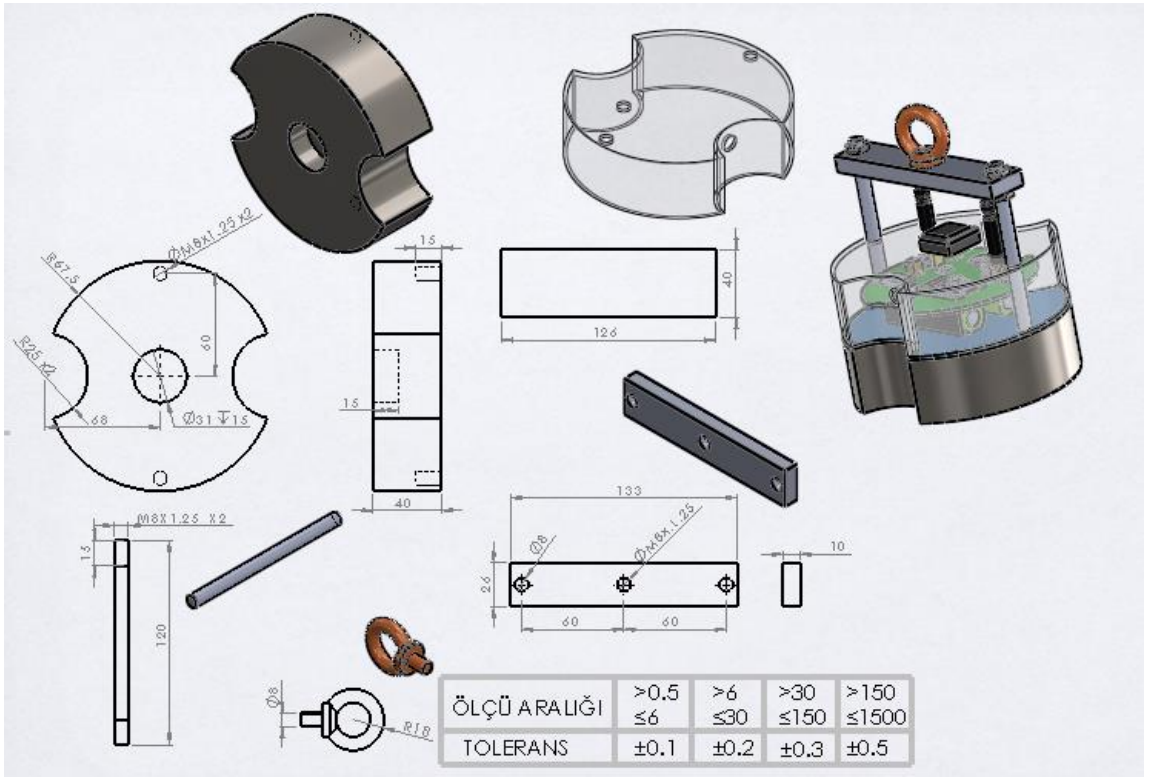
Kurtarma Sistemi – Paraşütler -2



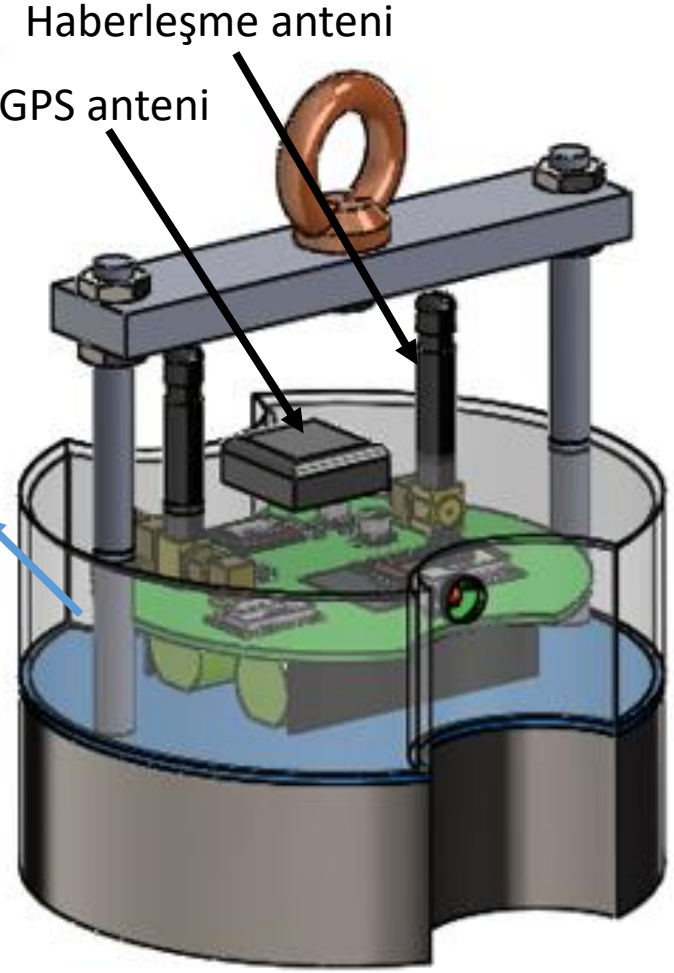


Paraşüt Sistemi	Paraşüt Alanı (m^2)	Paraşüt Sisteminin Taşayacağı Kütle (kg)	Paraşüt Sürükleme Katsayısı	Düşüş Hızı (m/s)
Birincil Paraşüt	0,12617085	22,595	0,8	30
İkincil Paraşüt	1,420914046	18,095	0,8	8
Görev Yükü Paraşütü	0,353363537	4.5	0,8	8

Görev Yükü



ÖLÇÜ ARALIĞI
>0.5 ≤6
>6 ≤30
>30 ≤150
>150 ≤1500
TOLERANS
±0.1
±0.2
±0.3
±0.5



Haberleşme anteni
GPS anteni

Görev Yükü

- Faydalı yük, roketin çıkacağı tepe noktasına erişmesinden hemen sonra birinci paraşütün açılması ile birlikte roketten ayrılacaktır. Kara barut sistemi ile ayırma yapılarak ayrılacaktır.

- Faydalı yük, sadece kendi paraşütüyle iniş yapacaktır. Başka herhangi bir sistem yada gövdeye bağlantısı olmayacaktır.

- Faydalı Yük bilgisayarında 1 adet AtMega328P mikro denetleyici, 1 Adet NEO-7M GPS, 1 adet E22-900T30S Haberleşme Modülü ve 1 adet BME680 (basınç,sıcaklık ve nem sensörü) bulunmaktadır. GPS den alınan veriler işlendikten sonra Haberleşme modülü sayesinde yer istasyonu bilgisayarına aktarılacaktır. Bu sayede faydalı yükün konumu ve hızı anlık olarak bilinecektir.

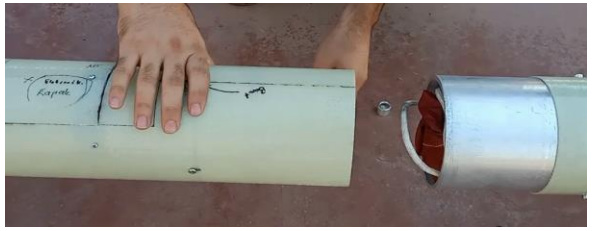
- Faydalı yük 4500 -0 +200 gram olarak tasarlanmıştır.

- Faydalı Yük kolay montaj yapılacak veya sökülecek şekilde tasarlanmıştır.

- 3.2.3.4 maddesinde istenildiği gibi basınç, sıcaklık ve nem verileri 5Hz frekansla yer istasyonuna aktarılacaktır.

Kurtarma Sistemi Prototip Testi

Prototip olarak kullanılan Roket gövdeleri geçen senenin roket gövdeleridir. Çap ve Gövde özellikleri bu seneki roket ile aynıdır. Sadece Prototip aşamasında sistem testleri için kullanılmıştır.

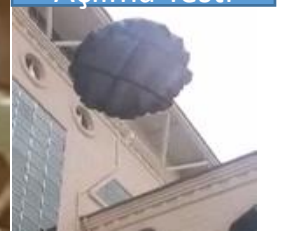


Prototip düzeyinde montaj ve kurulma aşamaları

Üst Kurtarma Sistemi

Alt Kurtarma Sistemi

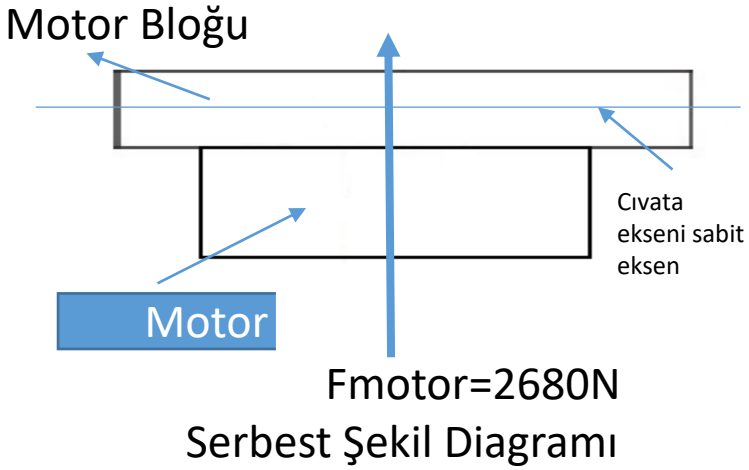
Paraşüt Açılma Testi



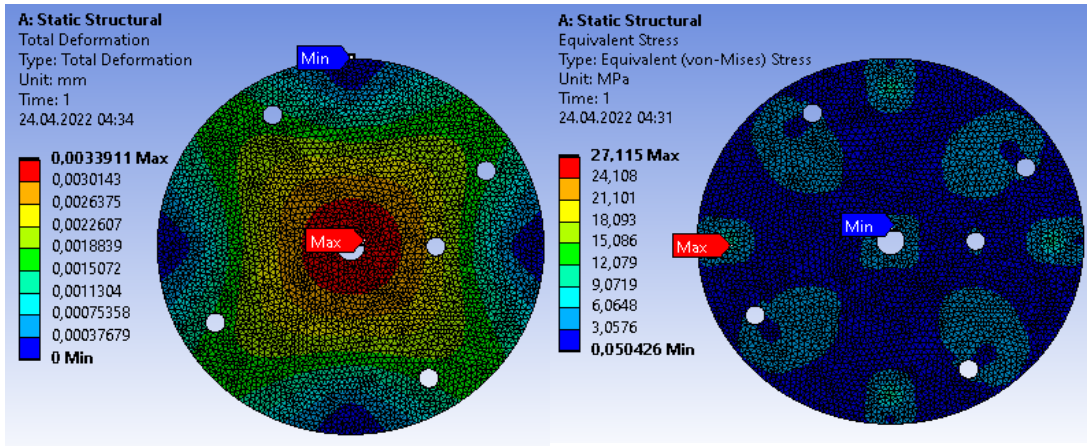
Prototip düzeyinde Paraşüt Kurtarma sistemleri ve paraşüt test görüntüleri

Kurtarma Sistemi Prototip testi ile Roketin montajlanması ve kullanılacak kurtarma sistemlerinin çalışıp çalışmadığı test edilmiştir. Montaj işlemlerinin kolaylıkla yapıldığı gözlemlenmiştir. Alt ve Üst Kurtarma sistemlerinin görevlerini yerine getirdikleri videoda da görülmektedir. Tasarlanan ve prototip olarak üretilen gövde ve sistemler testten başarı ile geçmiştir. Ayrıca, kullanılacak paraşütlerin açılma/fonksiyonellik testleri yapılmış uygunlukları prototip aşamasında görülmüştür.

Yapısal/Mekanik Mukavemet Analizleri (Motor Bloğu)



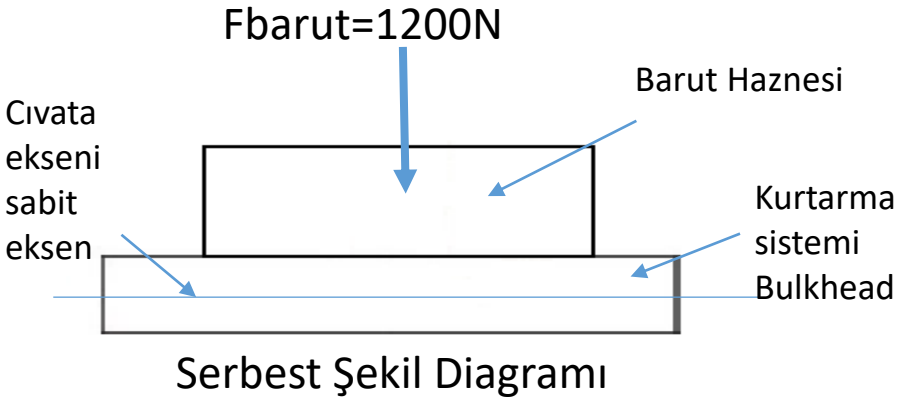
Serbest Şekil Diagramı



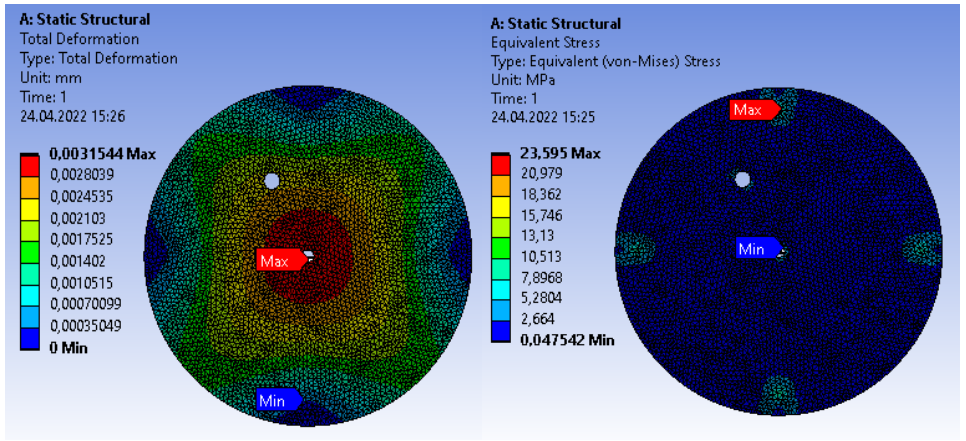
Serbest şekil diagramında gösterildiği gibi Motorun, motor bloğuna etki ettiği kuvvet davranışları Ansys-Static Structural ile incelenmiştir.

Motorun uygulamış olduğu maksimum trust, 2680 N, temel sınır koşulu seçilmiş, motor bloğunun roket gövdesi ile montajlandığı 4 nokta (cıvata bağlantı noktası) diğer sınır koşulu olarak seçilmiştir. Bu sınır koşullarının tasarlanan motor bloğu üzerine etkisi, ince mesh unsuru kullanılarak, 1 mm, statik analiz ile incelenmiştir. Bu statik analizde toplam deformasyon ve eşdeğer gerilmeler araştırılmıştır. Motorun kuvvet uyguladığı yönde motor bloğunda meydana gelen toplam deformasyon 0.003 mm olarak, motor bloğu merkez bölgesinde hesaplanmıştır. Bu değer çok küçük olup alüminyum alaşımı ve 12 mm kalınlığındaki bir motor bloğu için olumsuz etki oluşturmayacaktır. Bir diğer sonuç ise eşdeğer gerilmedir. Maksimum 27.115 MPa olarak hesaplanan bu değerin özellikle roket gövdesi bağlantı noktalarında fazla olduğu görülmüştür. Emniyet gerilmesini geçmediği için tasarlanan motor bloğu üzerinde olumsuz etkisi olmayacaktır. Bu sonuçlar ile tasarlanan motor bloğu bu şartlar altında uygun mekanik özelliklere sahiptir. Bağlantı elemanı olarak ise 4 adet 8.8 Civata kalitesine sahip M5 cıvata seçilmiştir.

Yapısal/Mekanik Mukavemet Analizleri (Barut Patlama Bulkheadı)



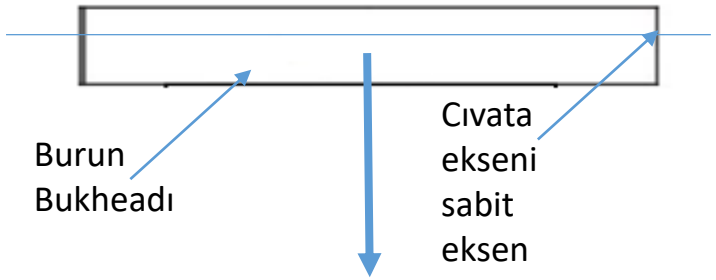
Serbest Şekil Diagramı



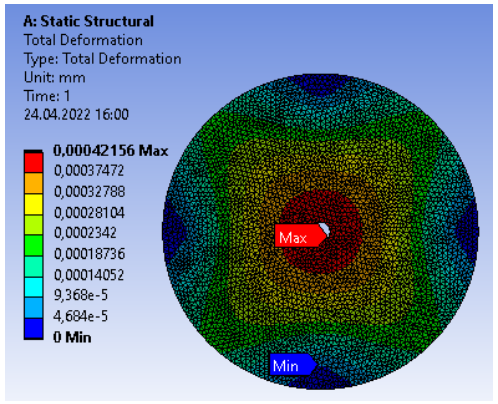
Serbest şekil diagramında gösterildiği gibi Barutun, Bulkhead'a etki ettiği kuvvet davranışları Ansys-Static Structural ile incelenmiştir.

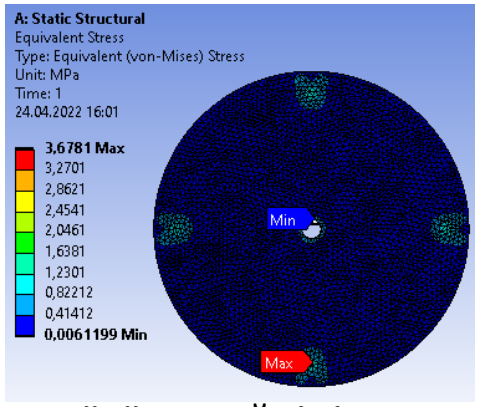
Barutun patladıktan sonra uygulamış olduğu maksimum kuvvet, 1200 N, temel sınır koşulu seçilmiş, Kara barut kurtarma sisteminin roket gövdesi ile montajlandığı 4 nokta (cıvata bağlantı noktası) diğer sınır koşulu olarak seçilmiştir. Bu sınır koşullarının tasarlanan Kara barut bulkheadı üzerine etkisi, ince mesh unsuru kullanılarak, 1 mm, statik analiz ile incelenmiştir. Bu statik analizde toplam deformasyon ve eşdeğer gerilmeler araştırılmıştır. Kara barut patlamasının kuvvet uyguladığı yönün tersinde bulkhead üzerinde meydana gelen toplam deformasyon 0.003 mm olarak, kara barut bulkheadı merkez bölgesinde hesaplanmıştır. Bu değer çok küçük olup alüminyum alaşımı ve 10 mm kalınlığındaki bir bulkhead için olumsuz etki oluşturmayacaktır. Bir diğer sonuç ise eşdeğer gerilmedir. Maksimum 23,595 MPa olarak hesaplanan bu değerin özellikle roket gövdesi bağlantı noktalarında fazla olduğu görülmüştür. Emniyet gerilmesini geçmediği için tasarlanan bulkhead üzerinde olumsuz etkisi olmayacaktır. Bu sonuçlar ile tasarlanan motor bloğu bu şartlar altında uygun mekanik özelliklere sahiptir. Bağlantı elemanı olarak ise 4 adet 10.9 Civata kalitesine sahip M4 cıvata seçilmiştir.

Yapısal/Mekanik Mukavemet Analizleri (Burun Konisi Bulkheadı)



Froket gövdesi=180N
Serbest Şekil Diagramı





Serbest şekil diagramında gösterildiği roket kurtarma sistemi çalıştıktan sonra Roket gövdesinin, Burun Bulkhead'ına etki ettiği kuvvet davranışları Ansys-Static Structural ile incelenmiştir.

Roket kurtarma sistemi çalıştıktan sonra roket gövdesi ve birincil paraşütün aşağı iniş sırasında burun bulkheadına uygulamış olduğu maksimum kuvvet, 180 N, temel sınır koşulu seçilmiş, Burun bulkheadının Burun ile montajlandığı 4 nokta (cıvata bağlantı noktası) diğer sınır koşulu olarak seçilmiştir. Bu sınır koşullarının tasarlanan Burun bulkheadı üzerine etkisi, ince mesh unsuru kullanılarak, 1 mm, statik analiz ile incelenmiştir. Bu statik analizde toplam deformasyon ve eşdeğer gerilmeler araştırılmıştır. Roket gövdesinin kuvvet uyguladığı yön tersinde bulkhead üzerinde meydana gelen toplam deformasyon 0.0004 mm olarak, burun bulkheadı merkez bölgesinde hesaplanmıştır. Bu değer çok küçük olup alüminyum alaşımı ve 10 mm kalınlığındaki bir bulkhead için olumsuz etki oluşturmayacaktır. Bir diğer sonuç ise eşdeğer gerilmedir. Maksimum 3,67 MPa olarak hesaplanan bu değerin özellikle roket gövdesi bağlantı noktalarında fazla olduğu görülmüştür. Emniyet gerilmesini geçmediği için tasarlanan bulkhead üzerinde olumsuz etkisi olmayacaktır. Bu sonuçlar ile tasarlanan burun bulkheadı bu şartlar altında uygun mekanik özelliklere sahiptir. Bağlantı elemanı olarak ise 4 adet 8.8 Civata kalitesine sahip M3 setkur cıvata seçilmiştir.

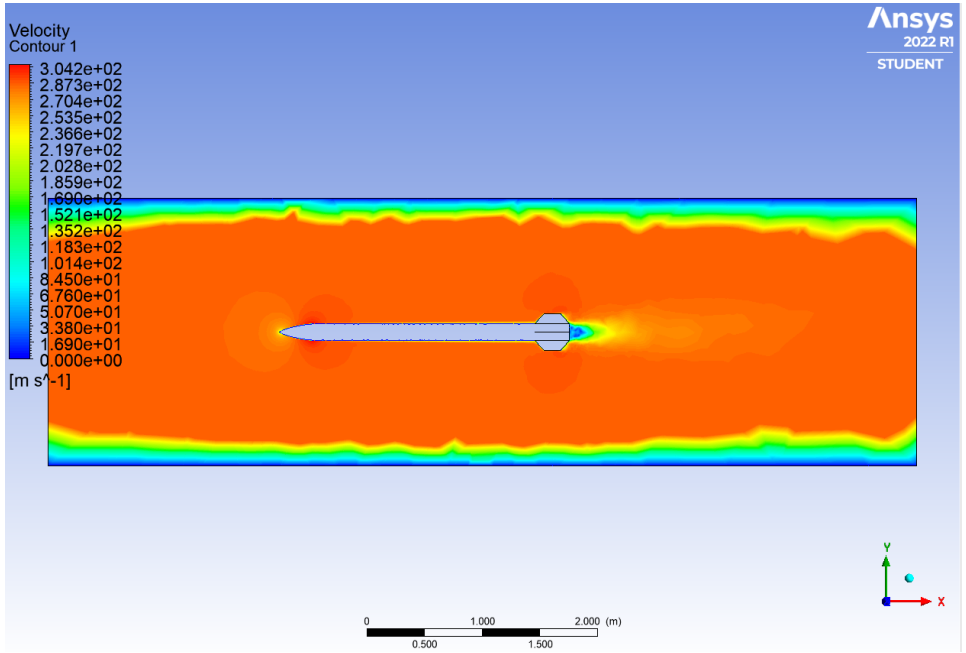
Analizler

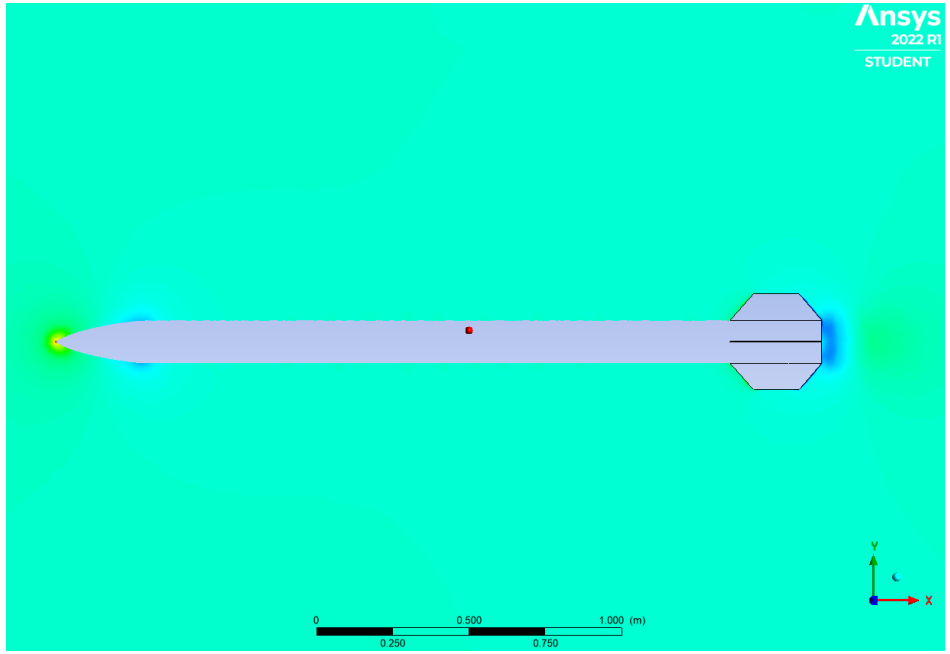
Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Analizleri

Analizin Yapılacağı Program	Analiz Yöntemi	Analizden elde edilecek veriler	Analizin yorumlanması
ANSYS, Fluent	Roket bütünü genel akış analizi	Roketin uçuş anında içinde bulunan davranışlarının verileri elde edilecektir	Yapılacak analizlerde elde edilecek olan verilere bağlı olarak drag force ve diğer kuvvetlere bağlı olarak sonuçları ve karşılaştırmaları
ANSYS, Fluent	Burun akış analizi	Roket burnunun uçuş anındaki davranışları	Yapılacak analizlerde elde edilecek olan verilere bağlı olarak drag force ve diğer kuvvetlere bağlı olarak sonuçları ve karşılaştırmaları
ANSYS, Fluent	Kanatçıklar akış analizi	Roket kanatçıklarının uçuş anındaki davranışları	Yapılacak analizlerde elde edilecek olan verilere bağlı olarak drag force ve diğer kuvvetlere bağlı olarak sonuçları ve karşılaştırmaları

Analizler

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Analizleri-Roket Bütünü

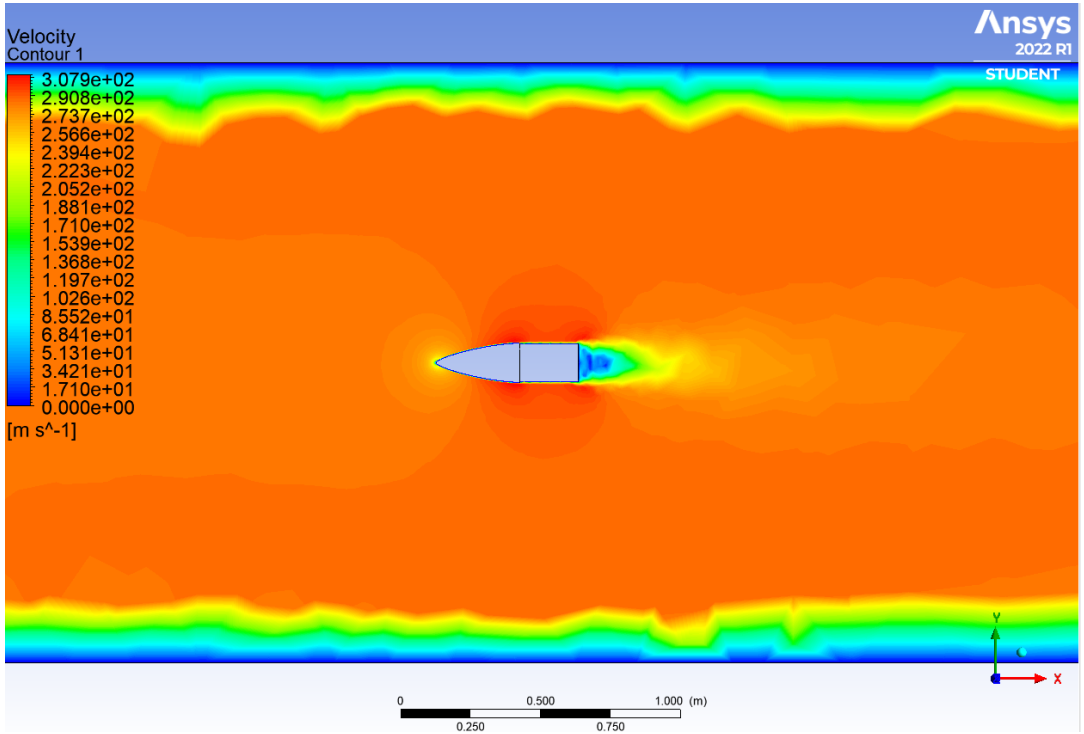


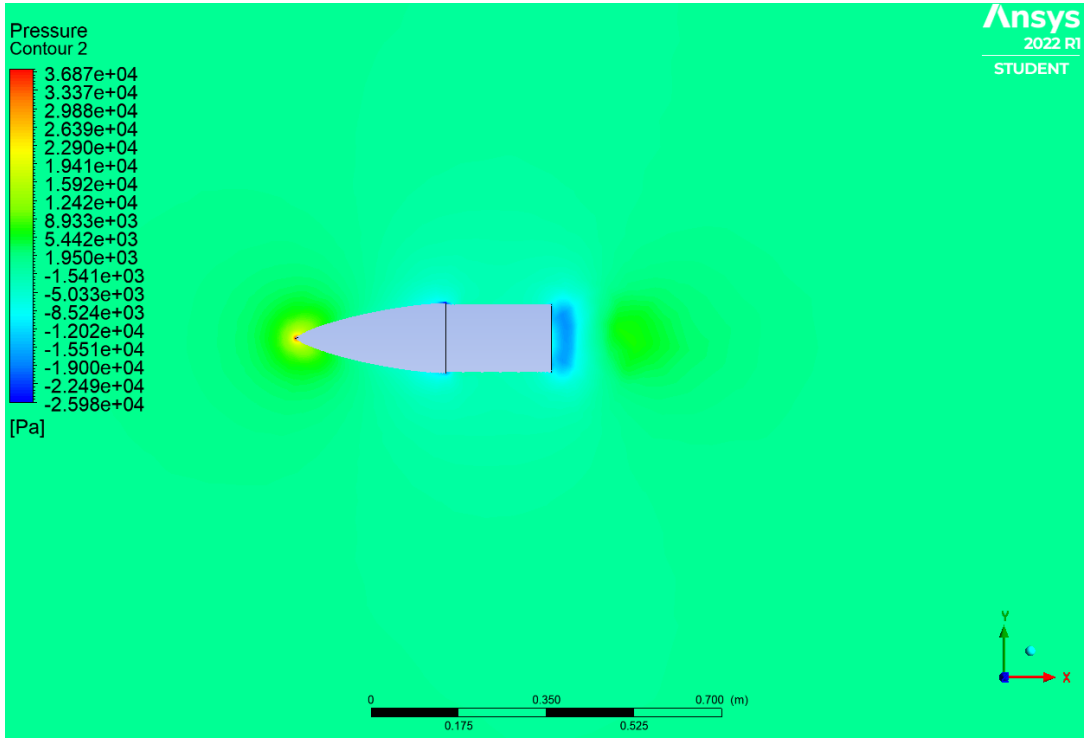


Tüm rokete yapılan akış analizi sonucu roketin maksimum hareket şartlarındaki davranışları incelenmiştir. Yapılan incelemede en yüksek basıncın burun yüzeyinde en düşük basıncın ise roket kanatçıkları arkasında olduğu, roket yüzeyindeki hava hızı ise roket burnunda maksimum hızdan düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu analizler sonucu karar verilen malzemelerin roket atış şartlarında uygunluğu sağlanmıştır.

Analizler

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Analizleri-Roket Burnu

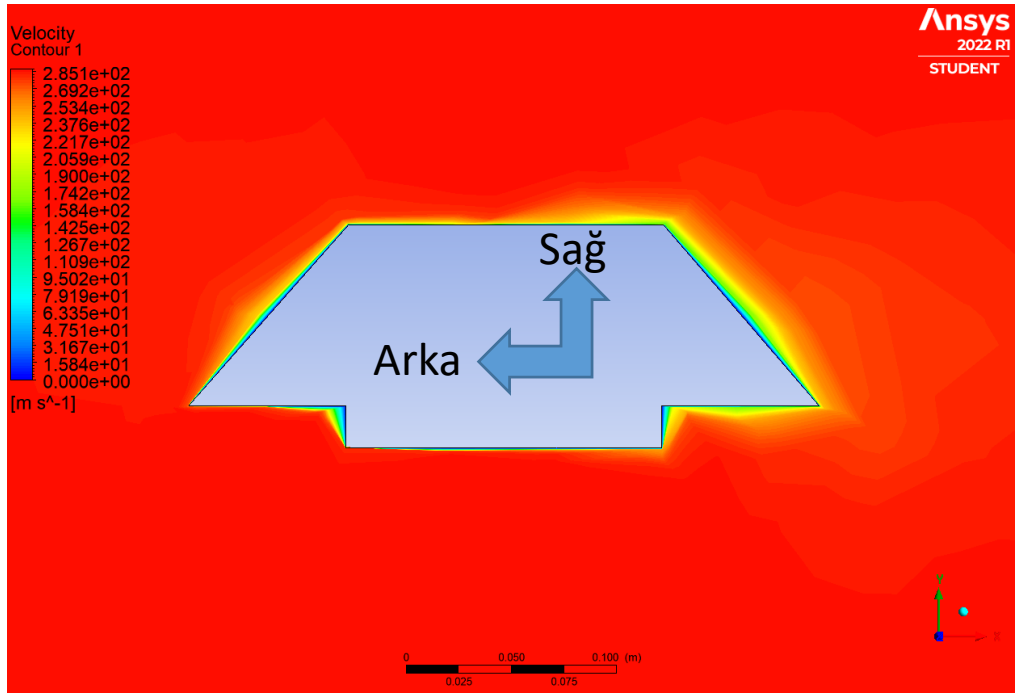


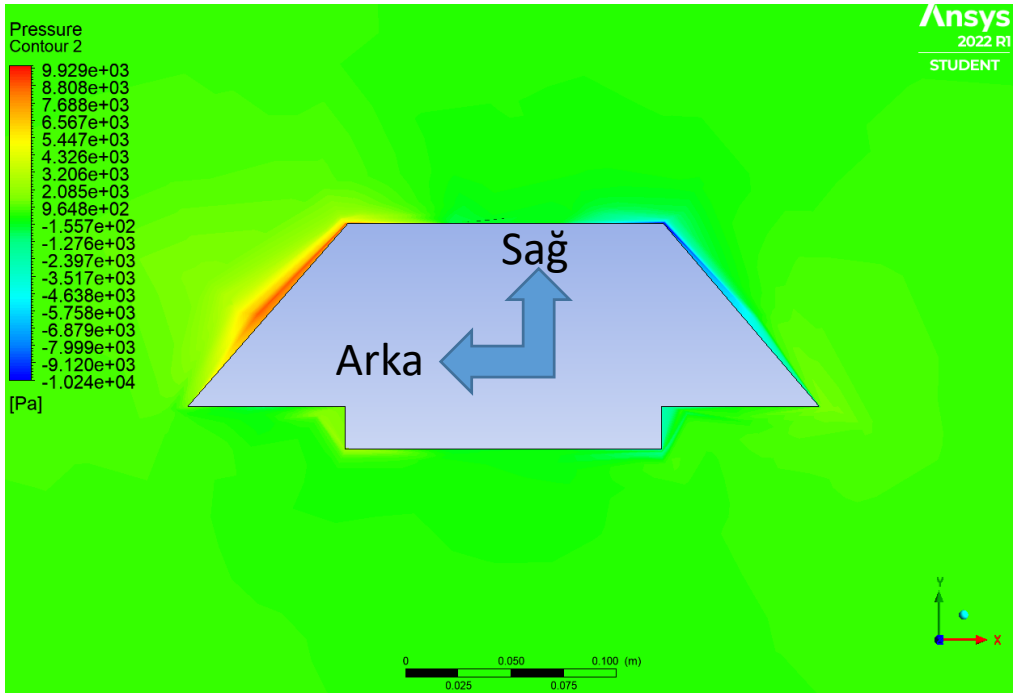


Tasarlanmış burun konisi üzerinde akış analizleri yapılmıştır. Burun üzerine etkiyen basınç ve üzerinde hareket eden hava akışı incelenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, burun ucunda basınç ile karşılaşması ,burun yüzeyinde ilerlemesi sonucu hızın da artarak basıncın azaldığı gözlemlenmiştir. Bu inceleme ile tercih edilen malzeme mukavemetlerine uygunluğu kanıtlanmıştır.

Analizler

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Analizleri-Kanatçık





Tasarlanmış Kanatçık üzerinde akış analizleri yapılmıştır. Burun üzerine etkiyen basınç ve üzerinde hareket eden hava akışı incelenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, Kanatçık ucunda basınç ile karşılaşması , Kanatçık yüzeyinde ilerlemesi sonucu hızın da artarak basıncın azaldığı gözlemlenmiştir. Bu inceleme ile tercih edilen malzeme mukavemetlerine uygunluğu kanıtlanmıştır.

Aviyonik – Özet

Roket üzerinde iki adet uçuş bilgisayarı bulundurulacaktır ve bu uçuş bilgisayarları tamamen özgün tasarımlar olacaktır.

- Birinci Ana Uçuş Bilgisayarında kurtarma sistemini tetiklemek için ivme ve basınç verileri kullanılacaktır. Basınç (MS5803-14BA) ve gyro (BNO055) sensörlerinden alacağımız veriler AtMega328p mikro denetleyicisinde işlenecek ve mosfet sürücüsüyle mosfet tetiklenecektir. Gps ve haberleşme modülleri roketin anlık irtifasını ve konumunu öğrenmemizi sağlayacaktır.

  Kurtarma Sistemini Tetikleyecek Parametreler: Yükseklik farkı ve Eksen

- İkinci Ana Uçuş Bilgisarında kurtarma sistemini tetiklemek için basınç (BME280) ve gyro (MPU6050) sensörlerinden alacağımız veriler kullanılacaktır. Basınç ve gyro sensörlerinden alacağımız veriler AtMega328p mikro denetleyicisinde işlenecek ve mosfet sürücüsüyle mosfet tetiklenecektir.

  Kurtarma Sistemini Tetikleyecek Parametreler: Yükseklik farkı ve Eksen

Aviyonik - Özet

İki Aviyonik Arası Geçiş

İki uçuş bilgisayarı arasında hiçbir bağlantı olmayacaktır.
Her ikisi de tamamen birbirinden bağımsız çalışacaktır.
Bu yüzden iki uçuş bilgisayarı arasında bir geçiş olmayacaktır.

	1. UÇUŞ BİLGİSAYARI	2. UÇUŞ BİLGİSARI
BENZERLİKLER	AtMEGA328P işlemcisi, Ublox-NEO7M GPS, ve E22-900T30S haberleşme modülleri yer alıyor.	AtMEGA328P işlemcisi, Ublox-NEO7M GPS, ve E22-900T30S haberleşme modülleri yer alıyor.
FARKLILIKLAR	Kurtarma parametresi BNO055 ve MS5803-14BA sensörlerinden alacağımız yükseklik ve eksen verileri kullanılacaktır.	Kurtarma parametresi BME280 ve MPU6050 sensörlerinden alacağımız yükseklik ve eksen verileri kullanılacaktır.

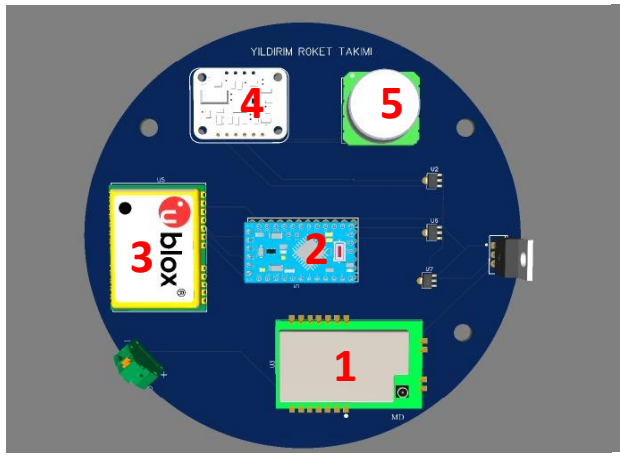
Aviyonik - Özet

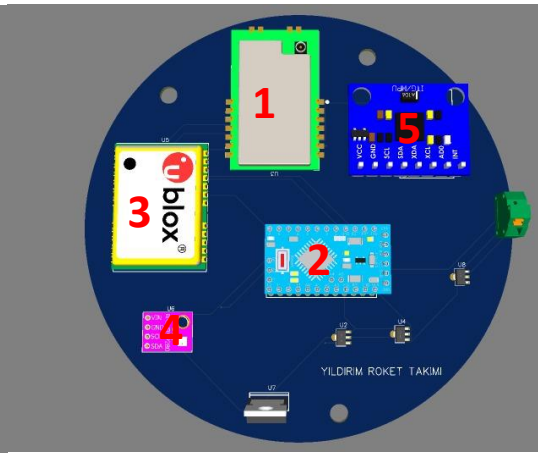
1. Uçuş Bilgisayarı	
NO	**PARÇA İSMİ**
1	Haberleşme Modülü
2	Mikro Kontrolcü
3	GPS
4	İvme-Eksen Sensörü
5	Basınç Sensörü

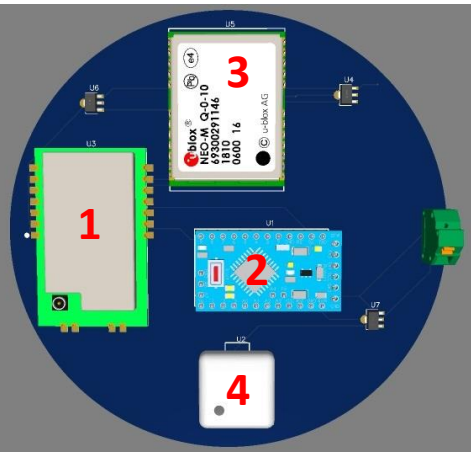
2. Uçuş Bilgisayarı	
NO	**PARÇA İSMİ**
1	Haberleşme Modülü
2	Mikro Kontrolcü
3	GPS
4	İvme-Eksen Sensörü
5	Basınç Sensörü

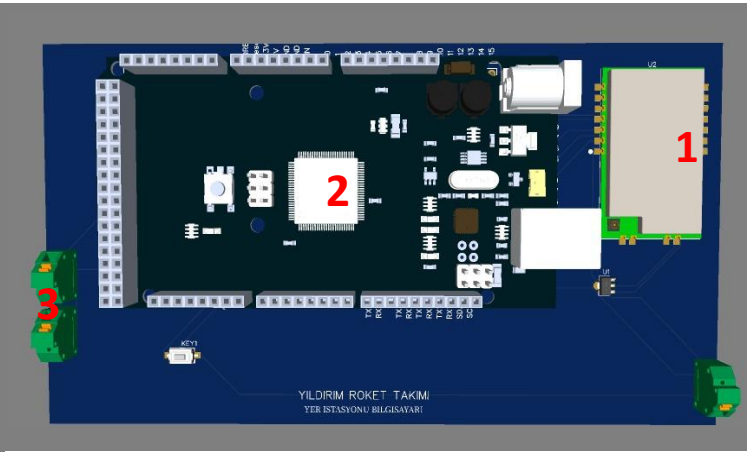
Faydalı Yük Bilgisayarı	
NO	**PARÇA İSMİ**
1	Haberleşme Modülü
2	Mikro Kontrolcü
3	GPS
4	Gaz, Basınç, Sıcaklık ve Nem Sensörü

Yer İstasyonu Bilgisayarı	
NO	**PARÇA İSMİ**
1	Haberleşme Modülü
2	Mikro Kontrolcü
3	Anten çıkışları







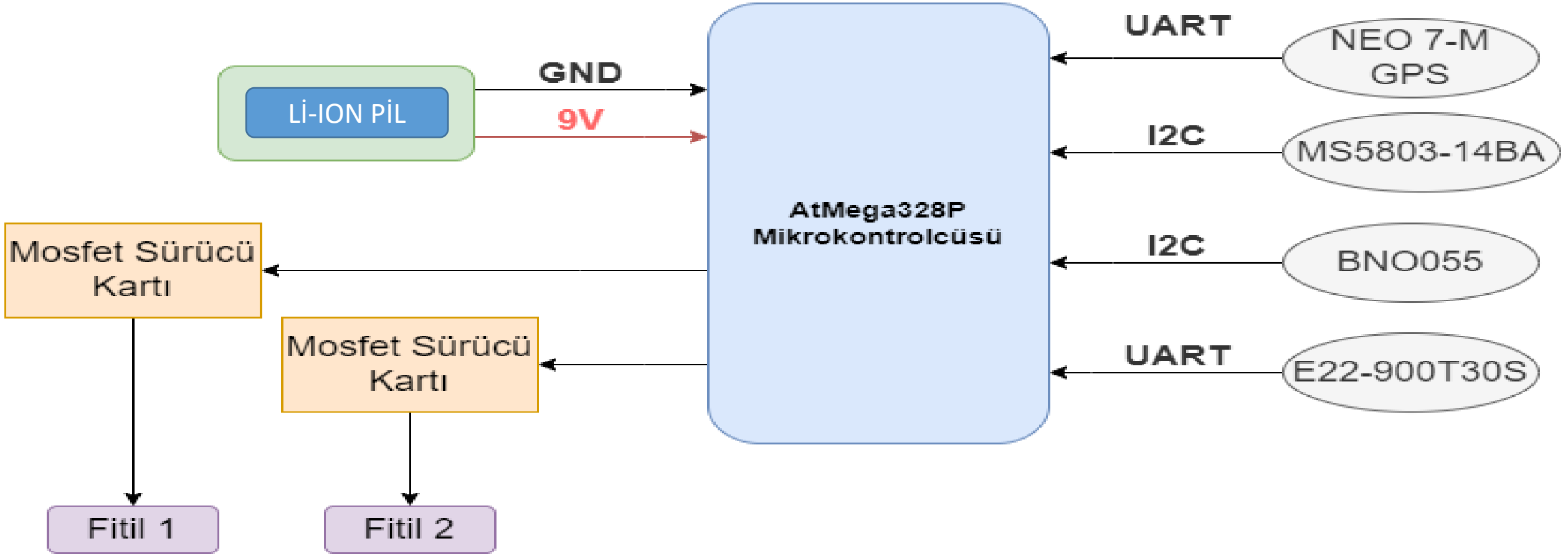


Aviyonik – 1.Sistem Detay/1

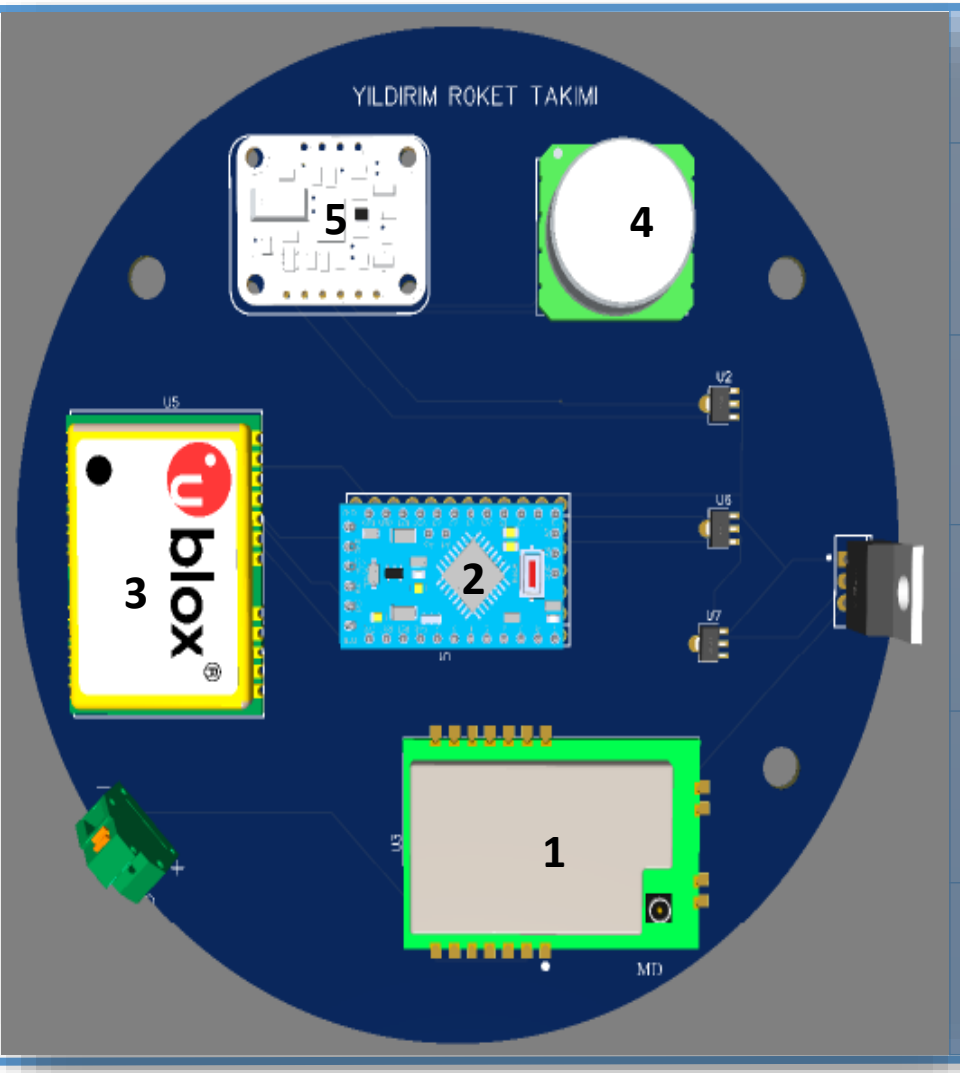
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
Arduino Pro Mini	Atmega328p	-	-
Basınç Sensörü	MS5803-14BA	EVET	Alınan basınç verilerinden yükseklik ve yükseklik farkı hesaplanacaktır
Gyro Sensörü	BNO055	EVET	Roketin yer yüzeyi normali ile yaptığı açıyı bulmak için kullanılacaktır.
Haberleşme Modülü	E22-900T30S (LoRa 868Mhz 1W)	HAYIR	-
GPS Modülü	UBLOX Neo-7M	HAYIR	-

Aviyonik – 1.Sistem Detay/2

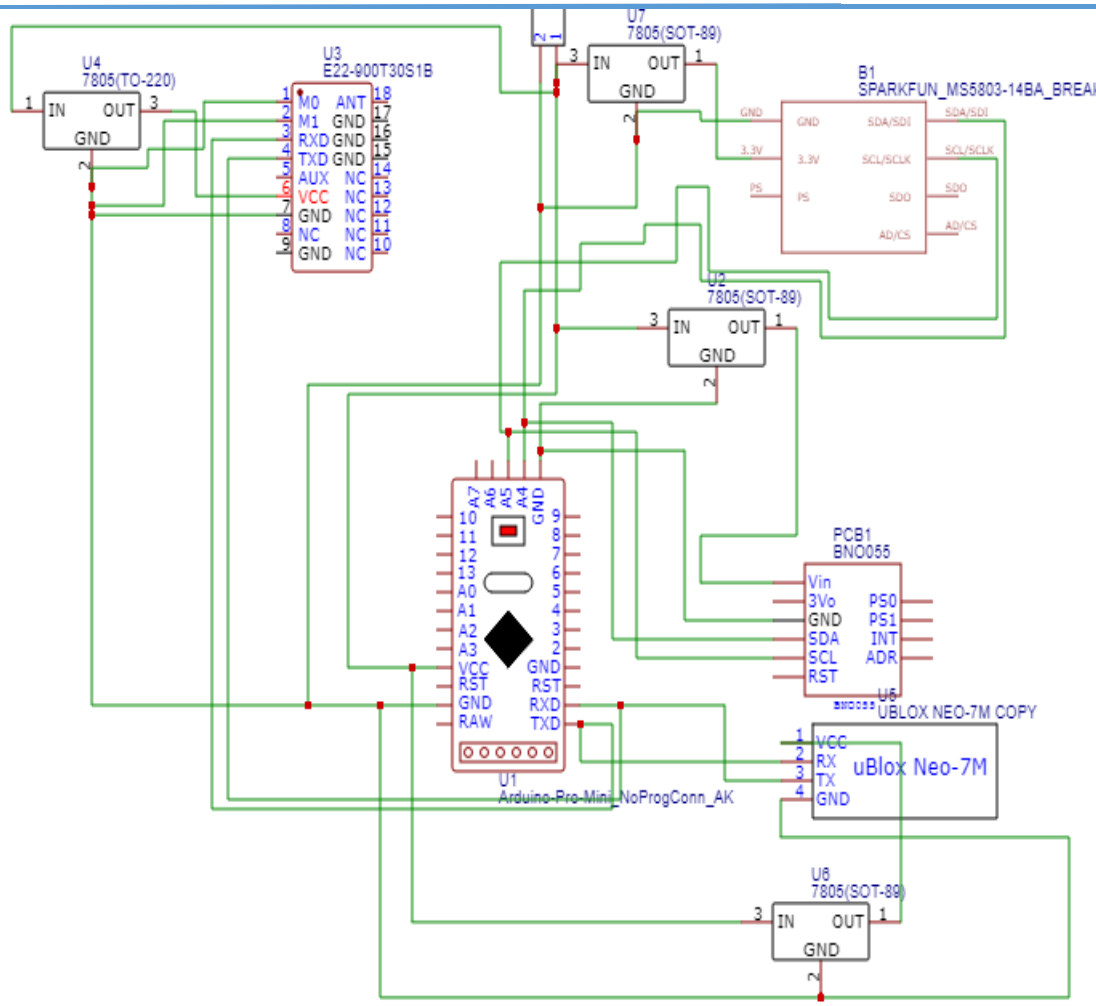
1. Uçuş Bilgisayarı Blok Diyagramı



Aviyonik – 1.Sistem Detay/2



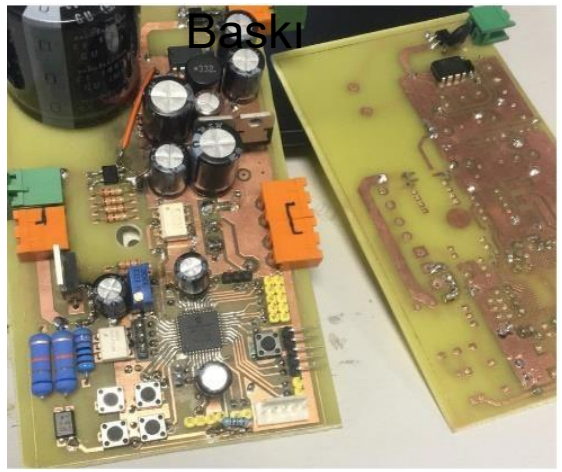
NO	ADI
1.	E22-900T30S (Haberleşme modülü)
2.	ATMEGA328P (Mikrodenetleyici)
3.	UBLOX Neo-7M (GPS)
4.	MS5803-14BA Basınç Sensörü
5.	BNO055 Gyro Sensörü



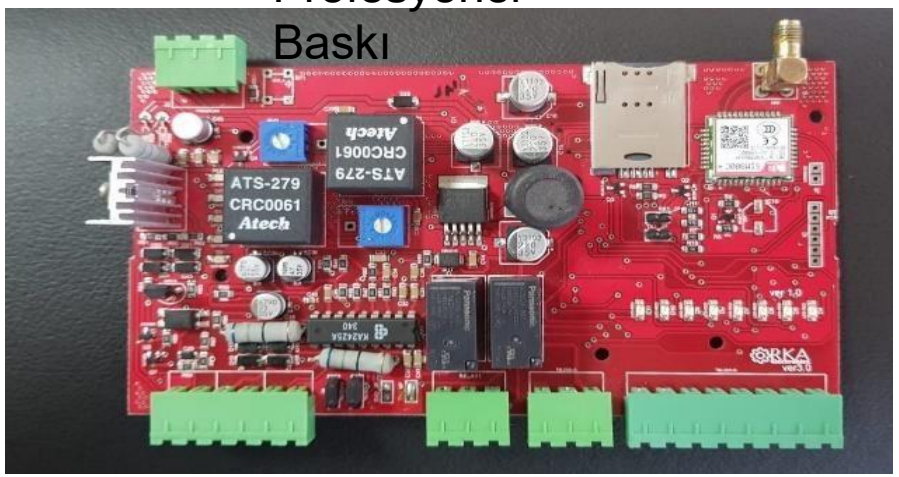
Aviyonik – 1.Sistem Detay/2

Kartların Üretim Yöntemleri:

Elde Baskı



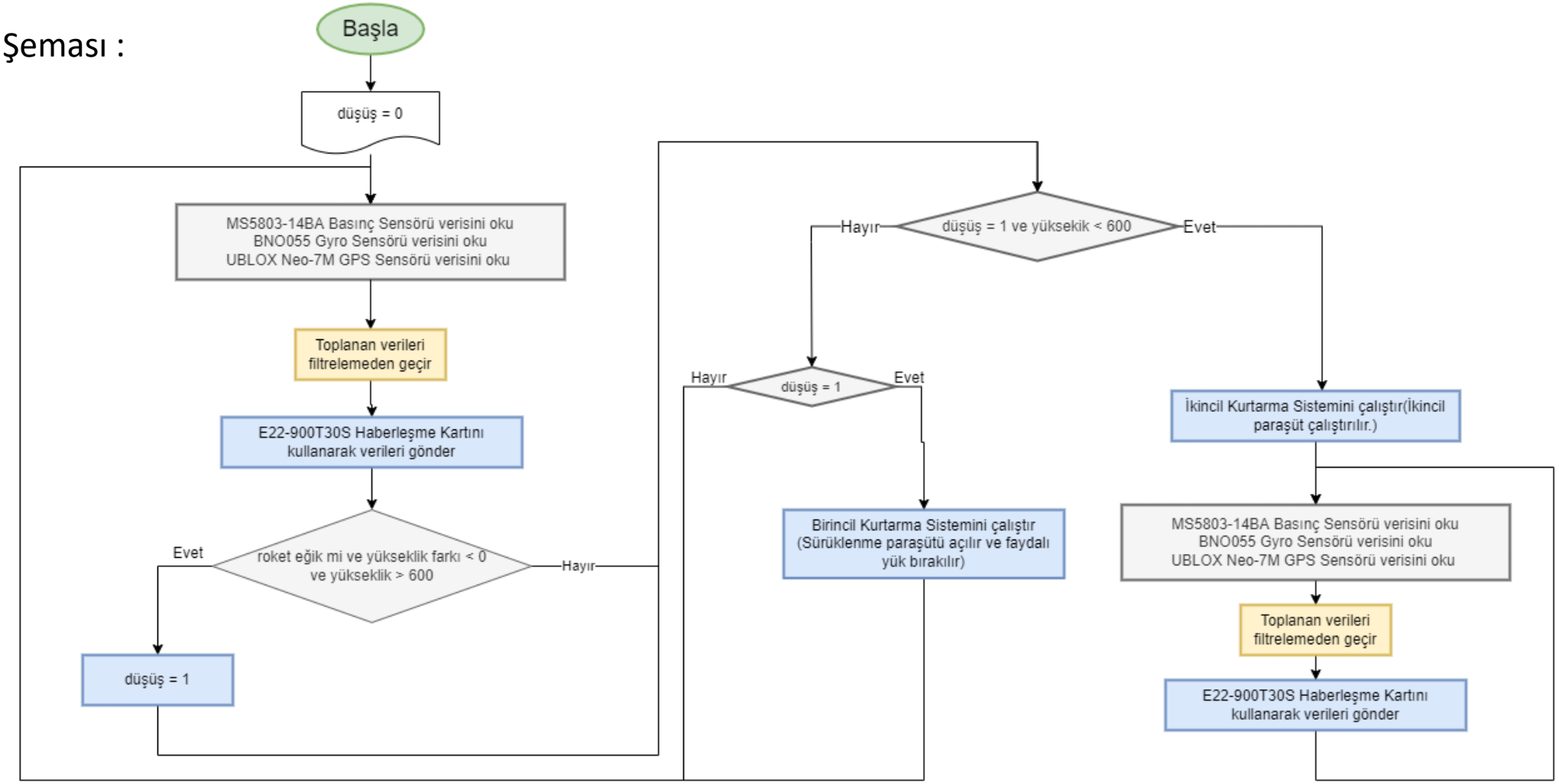
Profesyonel Baskı



- Öncelikli olarak test edilecek kartların laboratuvar ortamında bakır levha üzerine elde basma yöntemi ile üretilecektir.
- Üretilen kartların üzerinde bütün devre elemanları yerleştirilip çalışabilirliği doğrulandıktan sonra kartların üretilmesi için profesyonel şirketlerden yardım alınacaktır.
- Kartların üretilme işlemini ÇİN menşeili bir firma tarafından yaptırılıp dizgi işleminin ise TÜRK menşeili bir firma tarafından yada elimizle gerçekleştirilecektir.

Aviyonik – 1.Sistem Detay/3

Algoritma Şeması :



Aviyonik – 1.Sistem Detay/3

Roket eğik mi	Roketin eğiminin belirli bir açıdan düşük olması test edilmektedir.
Yükseklik Farkı	Son yükseklik ile bir önceki yükseklik arası farkın negatif olması test edilmekte böylece roketin düşüşe geçtiğini anlarız.
Yükseklik > 600	Roketin 600 metreye kadar sistemlerin yanlışlıkla çalışmasını önlemiş oluyoruz.
Düşüş = 1	Böylece roketin daha önce apogee noktasına gelip gelmediğini test etmiş oluyoruz.

Veri Filtreleme :

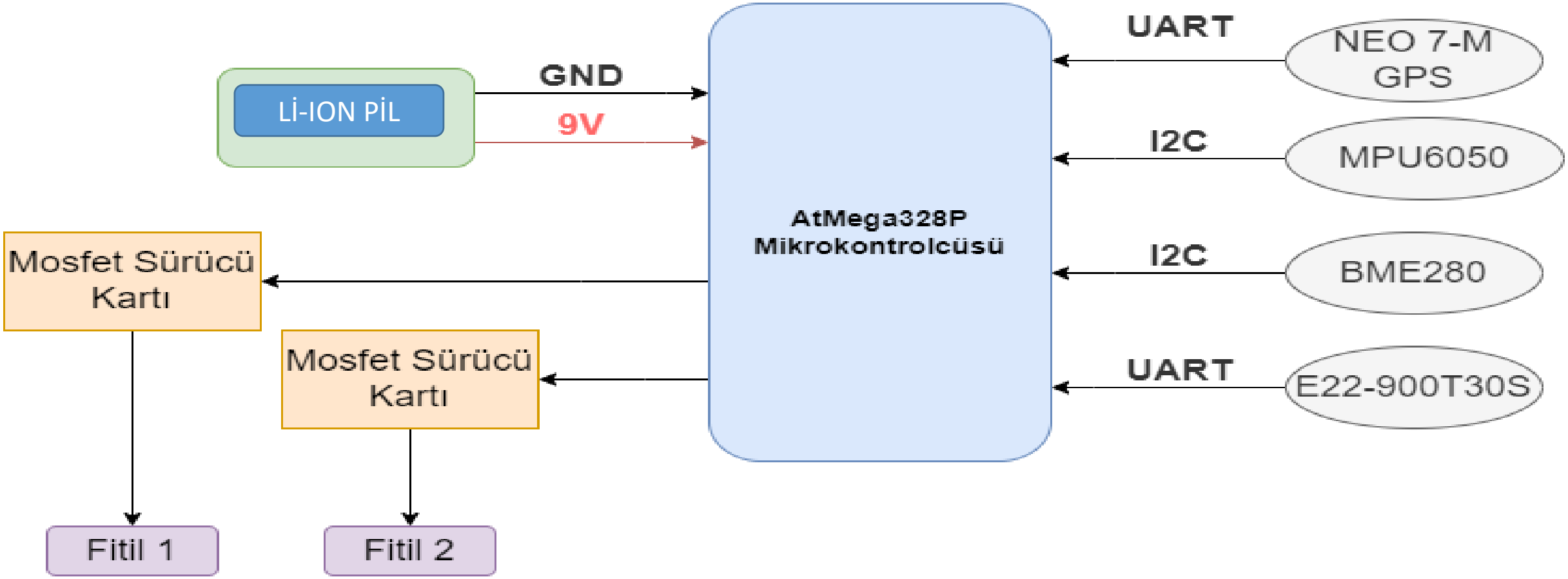
• Median-Avarage Filter: Basınç ve IMU sensörlerinden okunan veriler üzerinde kullanılır. Sensörlerden birden fazla veri okunur. Okuduğu verilerden öncelikle en alt ve en üst değere sahip sağlıksız veriler elenir. Geriye kalan veriler gruplandırılır ve her grubun ortancası alınarak yeni veri listesi oluşturulur. Oluşturulan yeni veri listesinin ortalaması alınır. Böylece daha sağlıklı ve güvenilir veri elde edilmiş olunur.

Aviyonik – 2.Sistem Detay/1

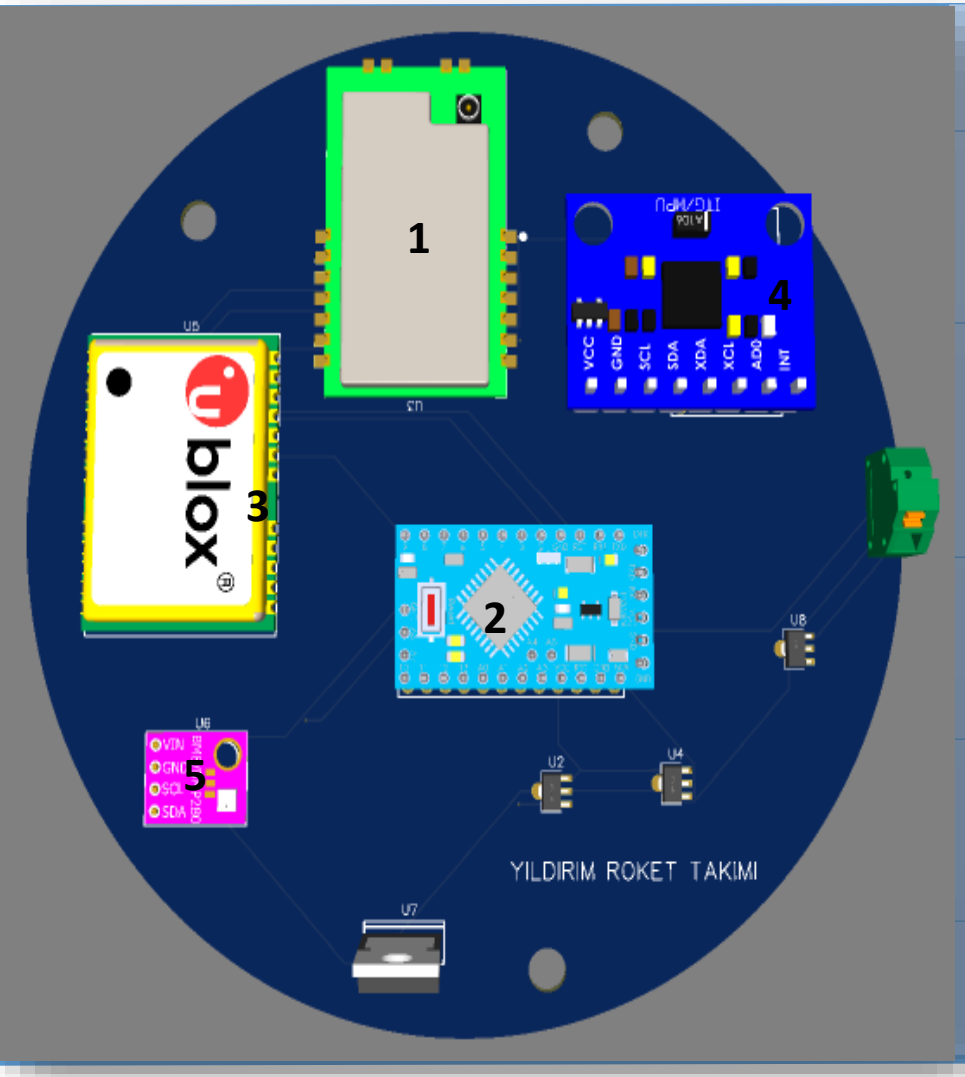
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
Arduino Pro Mini	Atmega328p	-	-
Basınç Sensörü	BME280	EVET	Alınan basınç verilerinden yükseklik ve yükseklik farkı hesaplanacaktır
Gyro Sensörü	Mpu6050	EVET	Roketin yer yüzeyi normali ile yaptığı açıyı bulmak için kullanılacaktır.
Haberleşme Modülü	E22-900T30S (LoRa 868Mhz 1W)	HAYIR	-
GPS Modülü	UBLOX Neo-7M	HAYIR	-

Ana Aviyonik Sistem Detay/2

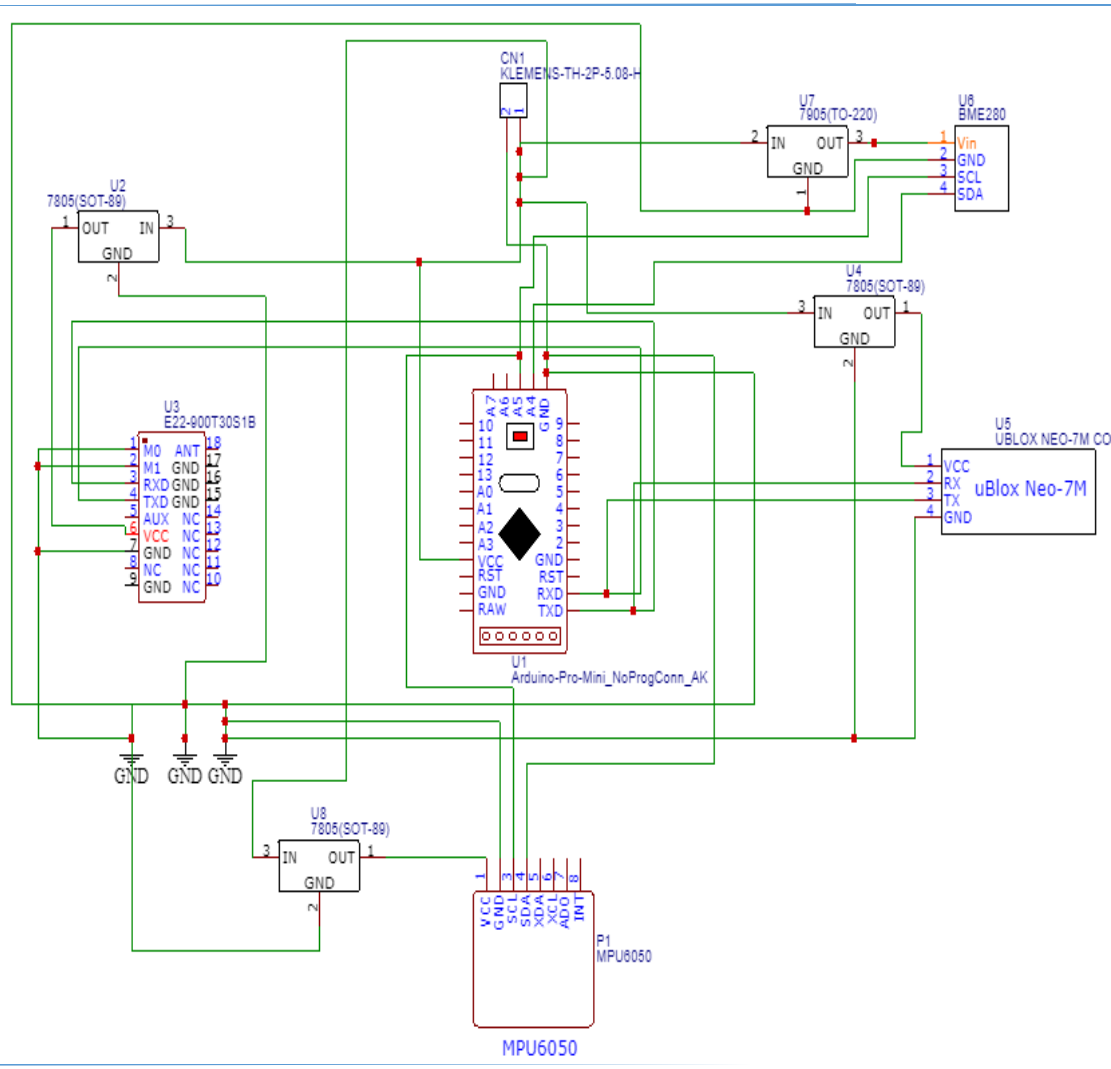
2. Uçuş Bilgisayarı Blok Diyagramı



Aviyonik – 2.Sistem Detay/2



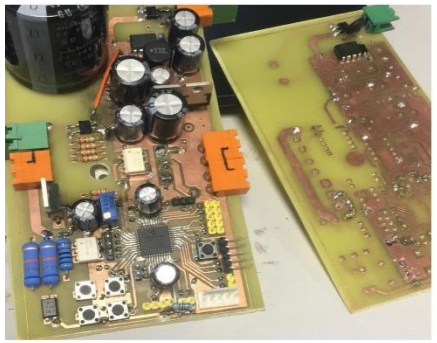
NO	ADI
1.	E22-900T30S (Haberleşme Modülü)
2.	ATMEGA328P (Mikrodenetleyici)
3.	UBLOX Neo-7M (GPS)
4.	MPU6050 (Gyro Sensörü)
5.	BME280



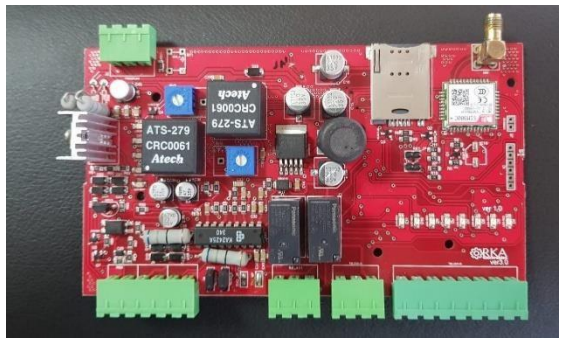
Aviyonik – 1.Sistem Detay/2

Kartların Üretim Yöntemleri:

Elde Baskı



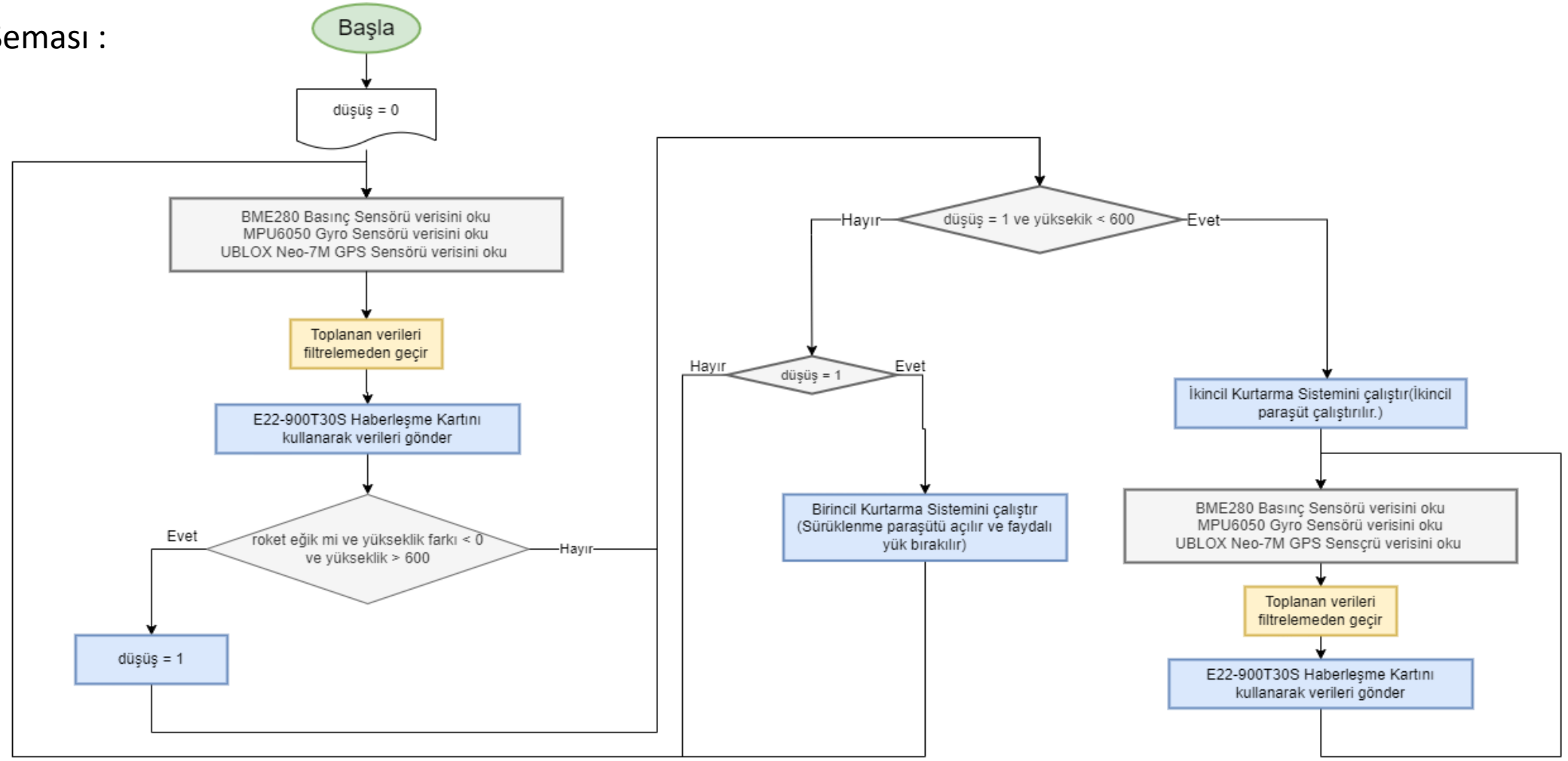
Profesyonel Baskı



- Öncelikli olarak test edilecek kartların laboratuvar ortamında bakır levha üzerine elde basma yöntemi ile üretilecektir.
- Üretilen kartların üzerinde bütün devre elemanları yerleştirilip çalışabilirliği doğrulandıktan sonra kartların üretilmesi için profesyonel şirketlerden yardım alınacaktır.
- Kartların üretilme işlemini ÇİN menşeili bir firma tarafından yaptırılıp dizgi işleminin ise TÜRK menşeili bir firma tarafından yada elimizle gerçekleştirilecektir.

Aviyonik – 2.Sistem Detay/3

Algoritma Şeması :



Aviyonik – 2.Sistem Detay/3

Roket eğik mi	Roketin eğiminin belirli bir açıdan düşük olması test edilmektedir.
Yükseklik Farkı	Son yükseklik ile bir önceki yükseklik arası farkın negatif olması test edilmekte böylece roketin düşüşe geçtiğini anlarız.
Yükseklik > 600	Roketin 600 metreye kadar sistemlerin yanlışlıkla çalışmasını önlemiş oluyoruz.
Düşüş = 1	Böylece roketin daha önce apogee noktasına gelip gelmediğini test etmiş oluyoruz.

Veri Filtreleme :

• Median-Avarage Filter: Basınç ve IMU sensörlerinden okunan veriler üzerinde kullanılır. Sensörlerden birden fazla veri okunur. Okuduğu verilerden öncelikle en alt ve en üst değere sahip sağlıksız veriler elenir. Geriye kalan veriler gruplandırılır ve her grubun ortancası alınarak yeni veri listesi oluşturulur. Oluşturulan yeni veri listesinin ortalaması alınır. Böylece daha sağlıklı ve güvenilir veri elde edilmiş olunur.

Aviyonik – İletişim

LİNK BÜTÇESİ HESABI

Parametreler:

P_{RX} = Alınan Güç (dBm)

P_{TX} **= 30dBm** = Gönderici Modül Çıkış Gücü

G_{TX} **= 3 dBi** = Gönderici Anten Kazancı

L_{TX} **= 1 dB** = Gönderici Kaybı (koaksiyel kablo, konnektör…)

L_{FS} **=105.2 dB** = Yol Kaybı, Serbest Uzay Kaybı

L_M **= 6 dB** = Polarizasyon Kayıpları

G_{RX} **= 18 dBi** = Alıcı Anten Kazancı

L_{RX} **= 1 dBi =** Alıcı Kayıpları (koaksiyel kablo, konnektör…)

LFS (Yol Kaybı, Serbest Uzay Kaybı) Hesabı:

LFS (dB) = 32.45dB + 20*log [frekans (MHz)] +20*log[mesafe(km)]

LFS (dB) = 32.45dB + 20*log [868] + 20*log [5] = 105.2 dB

$$P_{RX}=P_{TX} + G_{TX} - L_{TX} - L_{FS} - L_M + G_{RX} - L_{RX}$$
$$=30 + 3 - 1 - 105.2 - 6 + 18 - 1 = -63.2 \text{ dBi}$$

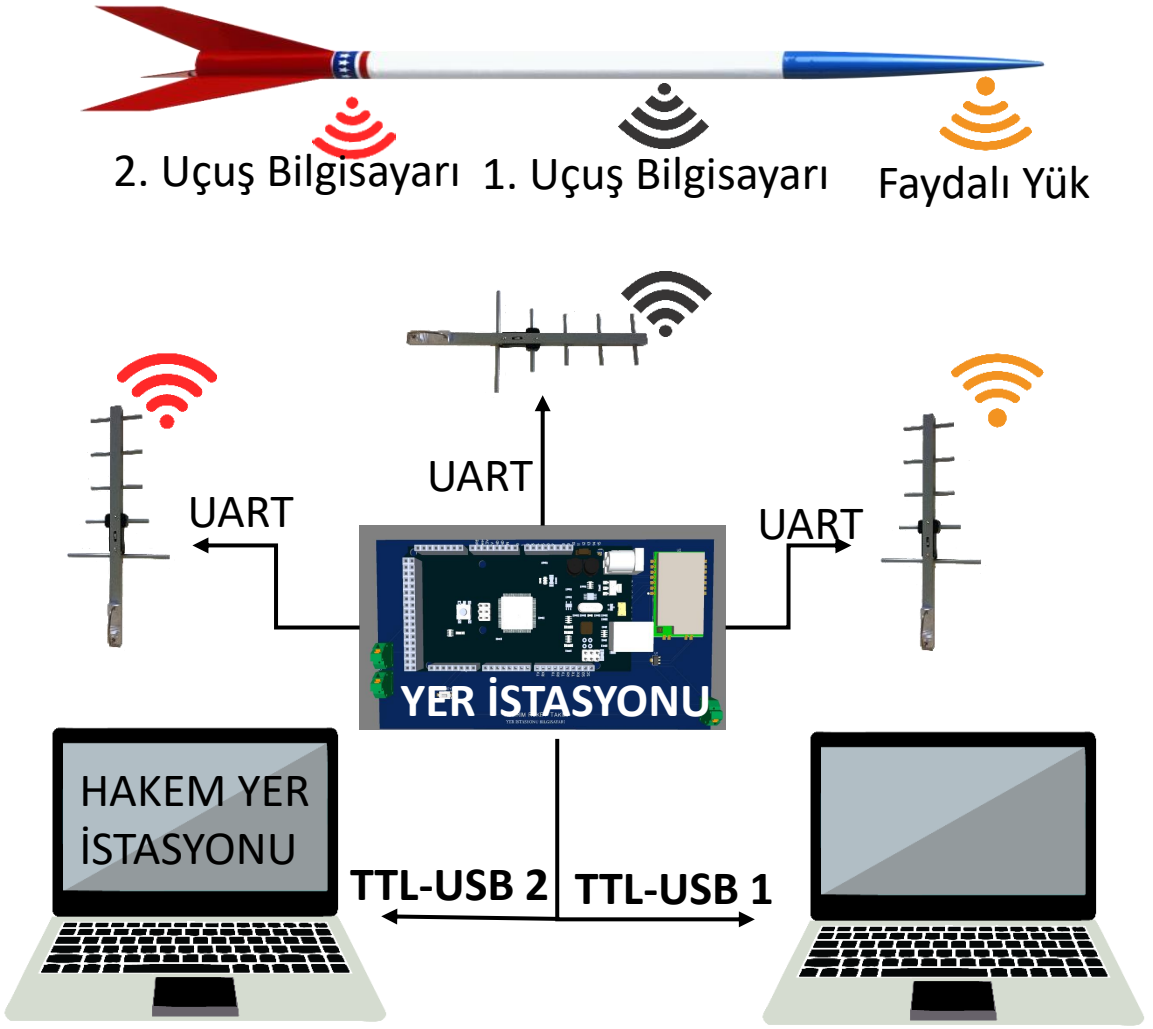
5 km mesafeden haberleşebilmek için kullandığımız anten, modül, mesafe ve kablolara göre yaptığımız hesaplar sonucu haberleşme modülümüzün -63.2 dBi alıcı hassasiyetine sahip olması gerekmektedir. Aviyonik sistem tasarlanırken bu değer göz önünde bulundurularak bizim için gerekli olan alıcı hassasiyeti değerinin neredeyse 2 katı alıcı hassasiyeti değerine sahip bir haberleşme modülü seçilmiştir. Bu sayede haberleşmenin sıkıntısız bir şekilde gerçekleşeceği öngürülmüş olup yaptığımız testler sonucunda doğrulanmıştır.

Aviyonik – İletişim

	YER İSTASYONU BİLEŞENLERİ
Antenler	Yer istasyonunda tanesi 868 Mhz olmak üzere 2 adet yagi tek yönlü anten bulunmaktadır. Antenler seçilirken gerekli olan mesafe göz önünde bulundurularak gerekenden üst seviye kazanç değerlerine sahip antenler seçilmiştir. Antenlerin Yagi tek yönlü anten olmasının nedeni sinyali tek bir noktadan ileterek daha uzak mesafelerden güvenli bir şekilde veri aktarmaktır.
Haberleşme Modülü (E22-900T30S)	868 MHz frekans bandında çalışmaktadır ve 1W çıkış gücüne sahiptir. 5000 metre mesafe için gerekli hesaplamalar yapıldığında seçtiğimiz bu modül bizim için gerekli olan koşulları sağlamaktadır.

Aviyonik – İletişim

	İLETİŞİM
Yer İstasyonuna Aktarılacak Veriler	Yer istasyonuna; 1. uçuş bilgisayarından GPS, ivme-eksen ve yükseklik verileri, 2. uçuş bilgisayarından GPS, basınç ve yükseklik verileri, faydalı yük bilgisayarından ise GPS, nem, basınç ve sıcaklık verileri aktarılacaktır.
Veri Aktarım Şekli	Ana haberleşme modülümüz olan E22-900T30' de veriler 868 MHz frekans bandında 9600 bps baudrate hızda yer istasyonuna aktarılacaktır. Veri Paketi: 2 Byte Sistem ID + Gerekli olan veri (Konum, Hız, Yükseklik,vs.) + 1 Byte CRC kodu olacak şekilde tasarlanmıştır.

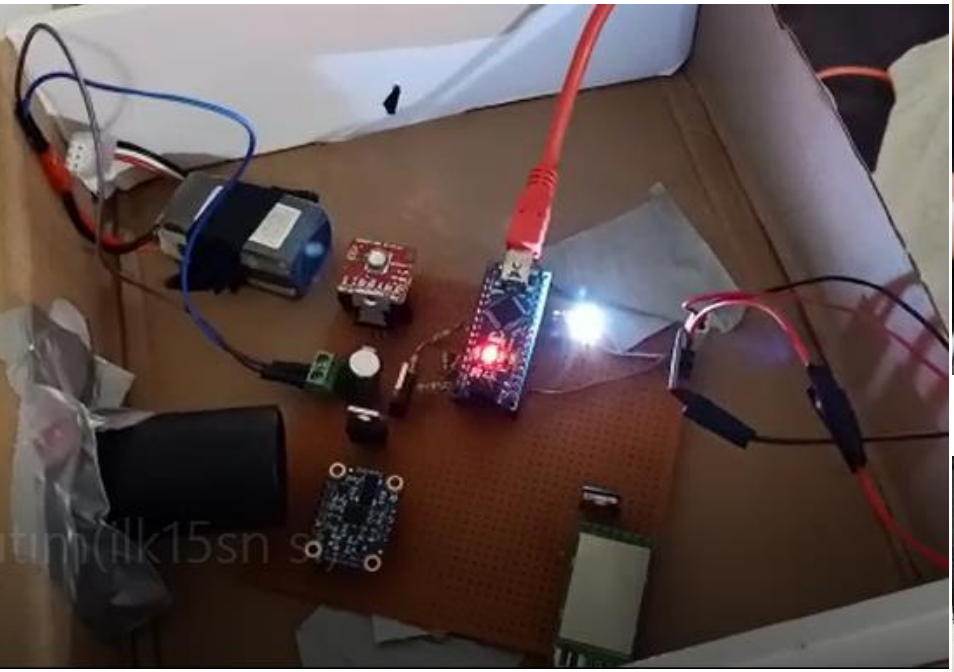


Aviyonik Prototip Testi

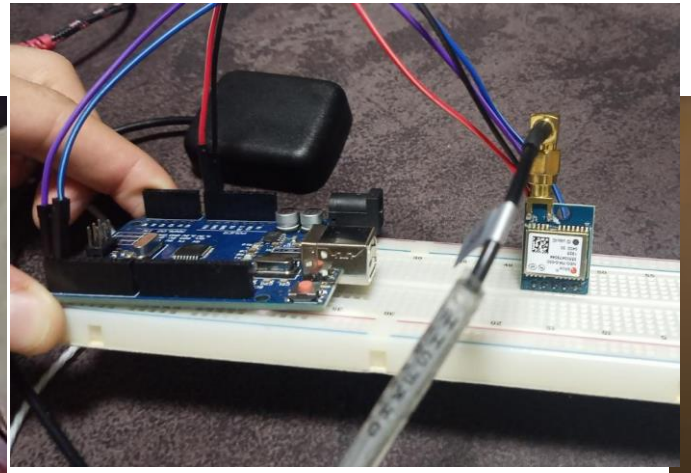
Testin Yapılacağı Yer	Test Metodu	Testin Amacı	Test Sonucu
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	1. Ana Uçuş Bilgisayarı	1. Ana uçuş bilgisayarının doğru şekilde çalışıp, sistemi kontrol edip etmediğinin testi	1. Ana uçuş bilgisayarı doğru şartlarda kurtarma sistemini tetiklemiştir.
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	2. Ana Uçuş Bilgisayarı	2. Ana uçuş bilgisayarının doğru şekilde çalışıp, sistemi kontrol edip etmediğinin testi	2. Ana uçuş bilgisayarı doğru şartlarda kurtarma sistemini tetiklemiştir.
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	Haberleşme Testi	İki sistem arasında veri kablosuz olarak iletilip iletilemediği	İki sistem arasında bilgi kablosuz olarak başarılı şekilde iletilmiştir.
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	Algoritma Testi	Algoritmanın doğru şartlarda kurtarma sistemini tetikleyip tetiklememesi	Algoritma istenilen şartlar meydana geldiğinde kurtarma sistemini başarılı şekilde tetikledi.
Ankara Çevre Yolu Ovacık Mevki	Haberleşme Testi	İki sistem arasında veri kablosuz olarak iletilip iletilemediği	İki sistem arasında veri kablosuz olarak başarılı şekilde iletilmiştir.
Hüseyin Gazi KYK Öğrenci Yurdu / ANKARA	GPS Konum Testi	Konumun doğru şekilde elde edilip edilmediği	Konum doğru şekilde elde edilmiştir ve google maps üzerinden kontrol edilmiştir.

Aviyonik Prototip Testi

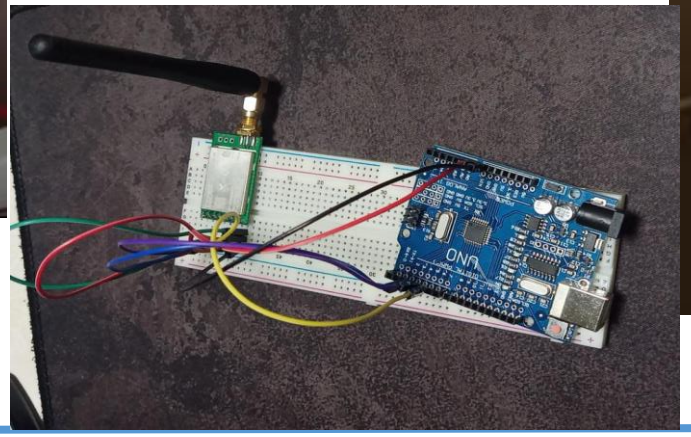
1. Uçuş Bilgisayarı



GPS



HABERLEŞME MODÜLÜ



2. Uçuş Bilgisayarı

Bütçe

YAPISAL			AVİYONİK		
MALZEME ADI	**ADET**	**FİYAT (₺)**	**MALZEME ADI**	**ADET**	**FİYAT (₺)**
Alüminyum Boru		1500	Arduino Pro Mini	3	880
Alüminyum Sac Levha		1500	E22-900T30S Haberleşme Modülleri	4	1300
Paraşütler	3	3000	Ublox Neo-7m	4	600
Bağlantı Elemanları		500	BME280	2	80
Matkap Ucu	3	500	MPU6050	2	50
3D Yazıcı Filamenti		1000	BNO055 Gyro Sensörü	2	1300
Torna-Kaynak		500	MS5803-14BA Basınç Sensörü	2	1700
Matkap	5	1000	Piller	10	800
Havya		1000	Konnektörler-Kablolar		500
			Pcb Üretim ve diğer malzemeler		1200
Ara Toplam		10500₺	Ara Toplam		8410₺
Toplam:18910₺					

Kontrol Listesi

- Bu bölümde, şartnamede yer alan gereksinimlerin hepsinin karşılanıp karşılanmadığına dair bir kontrol listesi yer almalıdır. Bu gereksinimlerin ÖTR'nin hangi bölümünde verildiği ve gereksinim karşılama metodu (teknik resim, analiz, test vb.) da ayrıca belirtilecektir.

Tam Karşılamaktadır	Kısmen Karşılamaktadır	Karşılamamaktadır

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.1. TÜM KATEGORİLER İÇİN GEÇERLİ TEMEL GEREKSİNİMLER					
1	3.1.1.	Yarışmada dört kategori bulunmaktadır; • Lise Kategorisi (5.000 feet) • Orta İrtifa Kategorisi (10.000 feet) • Yüksek İrtifa Kategorisi (20.000 feet) • Zorlu Görev Kategorisi (10.000 feet)		1	
2	3.1.2.	Yarışmaya katılan yarışmacılardan Yarışma Şartnamesi'nde belirtilmiş olan gereksinimleri karşılayacak bir roket tasarımı yapması, roketi üretmesi ve Yarışma Komitesi tarafından finalist takımlara sağlanacak roket motoru kullanılarak başarılı bir şekilde roketin ateşlenip hedef irtifaya ulaşacak şekilde uçurulması beklenmektedir.		Open rocket	
3	3.1.4.	Yarışmaya Orta İrtifa Kategorisi'nde lise, lisans ve lisansüstü öğrencileri ile mezunlar katılabilir.		2	
4	3.1.6.	Farklı öğrenim/öğretim kurumlarından kurulan karma takımlar yarışmaya kabul edilir		2	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.1. TÜM KATEGORİLER İÇİN GEÇERLİ TEMEL GEREKSİNİMLER					
5	3.1.8.	Yarışmaya takım halinde katılmak zorunludur.		2	
6	3.1.9.	Takımlar en az dört (4) en fazla altı (6) kişiden oluşmalıdır.		2	
7	3.1.10.	Bir takımın üyesi başka bir takımda üye olarak yer alamaz.		2	
8	3.1.11.	Her takımın yarışmaya bir (1) danışmanla katılması zorunludur. Takım danışmanı ile ilgili özellikler 3.1.26 no'lu maddede yer almaktadır.		2	
9	3.1.12.	Bir takım sadece bir kategoriden başvuru yapabilir. İki farklı kategoriden başvuru yaptığı tespit edilen takımlar (ve üyeleri) değerlendirilmeye tabi olmadan yarışmadan elenecektir.		2	
10	3.1.13.	Her takım yarışmaya sadece bir (1) adet roket ile katılabilir.		3	
11	3.1.14.	Son başvuru tarihinden sonra yapılan başvurular değerlendirilmeyecektir.		1	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
12	3.1.15.	Yarışmacılar gerekli görülen hesaplamaları, raporları, sunumları ve ilgili diğer dokümantasyonları Yarışma Komitesinin belirlediği standartlara uygun olarak hazırlamalıdır.		KTR	
13	3.1.16.	Takımlar, başvuru bitiş tarihinden sonra sırasıyla Ön Tasarım Raporu (ÖTR), Kritik Tasarım Raporu (KTR), Atış Hazırlık Raporu (AHR) ve Atış Sonrası Değerlendirme Raporu (ASDR) hazırlayacaklardır.		KTR	
13.5	3.1.17	Uçuş benzetim raporu hem ÖTR hem de KTR aşamalarında hazırlanacak ve teslim edilecektir.		6	
14	3.1.18.	Her bir rapor sonrasında, takımlar alanında uzman hakemler tarafından değerlendirilecek ve bir sonraki rapor aşamasına geçmesi uygun görülen takımlar belirlenecektir.		KTR	
15	3.1.19.	Raporların son teslim tarihleri Yarışma Takvimi'nde belirtildiği gibidir.		KTR	
16	3.1.20.	Takımlar; Proje Planı, Proje Bütçesi, Kontrol Listesi, Görevli Personel Listesi (Takım Danışmanı dâhil olacak şekilde) hazırlamalıdır.		KTR	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
17	3.1.21.	Uluslararası öğrenci ve katılımcılar ÖTR'de özellikle belirtilmelidir.		2	
18	3.1.22.	Yarışma boyunca görev alacak takım üyeleri ve takım danışmanı listelenmelidir.		2	
19	3.1.23.	Takımlar, yarışma komitesinin kendilerine sağlayacağı motoru kullanmakla sorumludurlar.		3	
20	3.1.24.	Danışman 3.1.24. kriterleri sağlamalıdır.		2	
21	3.1.25.	Takım içerisinde bir kişi "Kaptan" bir başka kişi de "İletişim Sorumlusu" olacaktır.		2	
22	3.1.26.	Yarışma süreci boyunca TEKNOFEST yarışmalar komitesi tarafından yapılacak olan tüm bilgilendirmeler takımın iletişim sorumlusu olarak belirlediği kişiye yapılacaktır.		2	
23	3.1.27.	Süreçlerin (Başvuru Yapma, Rapor Yükleme Son Tarih, Doldurulması Gereken Form vb.) takibi iletişim sorumlusunun görevi olup iletişim sorumlusundan kaynaklı gecikmeler ve/veya aksaklıklardan TEKNOFEST yarışmalar komitesi sorumlu değildir.		2	
24	3.1.28.	Başvurular 31.01.2022 tarihine kadar www.t3kys.com başvuru sistemi üzerinden çevrimiçi olarak yapılır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
25	3.1.29.	Başvuru tarihleri arasında takım kaptanı/danışman sistem üzerinden kayıt olur, varsa danışman ve/veya takım kaptanı/takım üyelerinin kaydını doğru ve eksiksiz olarak sisteme yapar ve varsa danışman ve üyelerin e postalarına davet gönderir. Davet gönderilen üye Başvuru sistemine giriş yaparak "Takım bilgilerim" kısmından gelen daveti kabul eder ve kayıt tamamlanır. Aksi durumda kayıt tamamlanmış olmaz.		-	
26	3.1.30.	Yarışma kapsamında gerekli tüm süreçler (Başvuru, Rapor Alımı, Rapor Sonuçları, Maddi Destek Başvurusu, İtiraz Süreçleri, Üye ekleme/çıkarma işlemleri vb.) KYS sistemi üzerinden yapılmaktadır. Takımların KYS sistemi üzerinden süreçlerini takip etmesi gerekmektedir.		-	
27	3.1.31.	Üye ekleme/çıkarma işlemleri Kritik Tasarım Raporu teslim tarihine kadar yapılmaktadır.		-	
28	3.1.32.	Yarışma süreci boyunca KYS üzerinden başvuru yapma, rapor yükleme, form doldurma işlemleri Takım kaptanı ve/veya danışmanın yetkisi dahilinde olup yarışma süreçleri bu kişiler üzerinden yönetilmektedir.		-	
29	3.1.33.	Yarışmacı, başvuru yapmadan önce yarışma hakkındaki tüm açıklamaları ve katılım koşullarını okuyup onaylamak (başvurunun yapılması yarışmacının kuralları onayladığının göstergesi olarak kabul edilecektir) suretiyle yarışmaya katılacaktır.		-	
30	3.1.34.	Ödül kazanma şartlarını sağlayan her kategoriden ilk üç takıma para ödülü verilecektir. Ödül kazanma şartları ve ödül miktarları ödüllerle ilgili bölümde açıklanmıştır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
31	3.1.35.	Roket yarışması kapsamında “en iyi takım ruhu” ve “en özgün tasarım” ödülleri de yarışmada değerlendirmeler sonucu hak kazanan takımlara 4 kategori için de verilecektir.		-	
32	3.1.36.	TEKNOFEST Yarışmalar Komitesi Roket Yarışması alanında bulunacak üye sayısını herhangi bir gerekçeyle sınırlandırma yetkisine sahiptir. Sınırlandırma yapılması durumunda Yarışma Komitesi tarafından gerekli bilgilendirme yapılacaktır.		-	
33	3.1.37.	Finale kalan takımlara sağlanacak ulaşım ve konaklama desteği sınırlıdır. Destek verilecek kişi sayısı TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından takımlara daha sonra bildirilecektir.		-	
34	3.1.38.	Yarışmacıların teslim etmiş olduğu herhangi bir üründen veya yarışmacıdan kaynaklanan herhangi bir yaralanma veya hasardan TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi hiçbir şekilde sorumlu değildir.		-	
35	3.1.39.	Yarışmacıların üçüncü kişilere verdiği zararlardan TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi sorumlu değildir.		-	
36	3.1.40.	Takımların sistemlerini Türkiye Cumhuriyeti yasaları çerçevesinde hazırlamaları ve uygulamalarını sağlamaktan TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi sorumlu değildir.		-	
37	3.1.41.	TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi işbu şartnamede her türlü değişiklik yapma hakkını saklı tutar.		-	
38	3.1.42.	Yukarıda belirtilen şartları sağlamayan takımların başvuruları geçersiz sayılacaktır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2. ROKET GEREKSİNIMLERİ 3.2.1. ORTAK GEREKSİNİMLER					
39	3.2.1.1.	Takımlar, fırlatma sonrası rokete ait tüm bileşenleri (alt bileşenler ve sistemler dahil) ve Görev Yükünü tekrar kullanılabilir şekilde kurtarmaktan sorumludurlar. Kurtarmayı sağlamak için paraşütlerin kullanılması zorunludur..		8-29	
40	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 Yükü tüm kategorilerde roket bileşenlerinden farklı bir paraşütle kurtarılacaktır.		8-29	
41	3.2.1.3.	Orta İrtifa ve Yüksek İrtifa Kategorisindeki roketler Şekil 1'de örnek olarak belirtilen operasyon konseptini icra etmekle yükümlüdürler.		5	
42	3.2.1.4.	. Roketler tepe noktasında (apogee noktasında) Görev Yükünü ayırmakla ve birincil paraşütünü (Şekil-1'deki sarı renkli sürüklenme paraşütü) açmakla yükümlüdürler.		5	
43	3.2.1.5.	İkincil (Ana paraşüt) paraşüt en erken yere 600 m ve en geç 400 m kala açılacaktır.		5	
44	3.2.1.6.	3.2.1.6. Roket, tepe noktasına ulaşmadan önce herhangi bir ayrılma gerçekleştiremez (Görev Yükünün bırakılması, paraşütün açılması vb.).		5	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
45	3.2.1.10.	TEKNOFEST Roket Yarışmasında takımların kullanacağı motorlar Yarışma Komitesi tarafından temin ve tedarik edilecek olup takımlar ayırıca motor tedariki yapmayacaktır.		3	
46	3.2.1.11. 3.2.1.11.2.	TEKNOFEST Roket Yarışmasında Yarışma Komitesi tarafından takımlara sağlanacak motorlar her kategori için standart olup; Orta İrtifa Kategorisi için M2020 model motor.		OPEN ROCKET	
47	3.2.1.12.	Atışa Hazırlık Raporu (AHR) uygun değerendirilen takımlara bir (1) adet motor TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından montaj/entegrasyon gününde ve sahada verilecektir.		-	
48	3.2.1.13.	Motor, rokete entegre edilmeye/montaja hazır bir şekilde takımlara verilecektir.		-	
49	3.2.1.14.	Takımların motor ve motora dair herhangi bir alt bileşen için tasarım ya da üretim yapması kesinlikle yasaktır (Lise, Orta ve Yüksek İrtifa ile Zorlu Görev kategorilerinde motordan çıkacak olan ısı, gaz vb. gibi etkenler roket tasarımını etkileyen faktörler değildir)..		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
50	3.2.1.15.	Lise, Orta ve Yüksek İrtifa kategorilerinde paralel ya da seri kademeli roket tasarımları ve küme (İng. cluster) denilen tek gövde içerisindeki çoklu motor sistemleri yarışma konseptine dâhil değildir.		16-18	
51	3.2.1.16.	Bütün takımlar roket tasarımlarını TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından sağlanacak motor için yapacaklardır. TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından tahsis edilecek motor dışında başka bir motor dikkate alınarak roket tasarımı yapılması kabul edilmeyecektir.		4	
52	3.2.1.17.	Roketlerin çıktığı azamî irtifanın ispatlanabilmesi için atış hakkını kazanan takımlara birer adet hakem altimetresi TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından entegrasyon/montaj günü sonunda elden teslim edilecektir.		-	
53	3.2.1.18.	Altimetre cihazlarının şarj edilmesi ve atış günü çalıştırılması tamamen takımların sorumluluğunda olacaktır.		-	
54	3.2.1.19.	Kurtarma işlemini yapan takımların, roketin kurtarılan bileşenleriyle birlikte altimetre de değerlendirmek üzere hakem heyetine teslim edilmesi ve herhangi bir ek müdahaleye gerek kalmadan altimetreden irtifa verisinin okunabilmesi gerekmektedir.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
55	3.2.1.20.	Görev yükü roketten bağımsız olarak kurtarılacak olup rokete ait tüm parçalar bir arada kurtarılacaktır. Hem Görev Yükü hem de söz konusu parçaların konumunu belirleyen bir sistem (GPS, radyo vericisi vb.) bulunacaktır.		28-29	
56	3.2.1.21.	Takımların “Open Rocket Simulation” menüsüne (Şekil 3) uygun olarak yörünge benzetimlerini gerçekleştirmesi zorunludur. Open Rocket dosyasına Şekil 3’te belirtilen simülasyonu eklemeyen takımlar değerlendirmeye alınmayacaktır.		OPEN ROCKET	
57	3.2.1.22.	Roketler yerden 85°’lik yükseliş açısı ve yarışma hakemleri tarafından hakim rüzgar yönüne göre tanımlanacak atış istikamet açısı ile fırlatılacaktır. Fırlatma rampası 6 m uzunluğunda bir raya sahip olacaktır. (Ek-2’de fırlatma rampası ile ilgili teknik resim paylaşılmıştır.)		OPEN ROCKET	
58	3.2.1.23.	Takımlar Görev Yüklerini “Unspecified Mass” ismiyle girmeyecektir. Görev Yükü “PAYLOAD” ismi ile adlandırılıp, kütlesi en az 4000 gram (4 kg) ve tek bir parça olarak girilecektir. Şekil 3 ile verilen “Fırlatma Simülasyonu- Launch Simulation” ekranında yer alan değerler simülasyona girilmelidir. Bu değerler ile benzetim yapmamış olan takımlar elenecektir.		28-29 OPEN ROCKET	
59	3.2.1.24.	Tüm rapor şablonlarındaki tüm isterler de işbu şartnamenin birer parçasıdır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2.2. KURTARMA SİSTEMİ GEREKSİNİMLERİ					
60	3.2.2.1.	Kurtarma sistemi olarak paraşüt kullanılmalıdır.		24-27	
61	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.		27	
62	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.		27	
63	3.2.2.5.	Görev Yükü, roketin parçalarına herhangi bir bağlantısı olmadan (hiçbir noktaya şok kordonu vb. herhangi bir ekipman ile bağlanmadan) tek başına kendi paraşütü ile "bağımsız" olarak indirilmelidir.		5,28-29	
64	3.2.2.6.	Kurtarma sisteminde (paraşüt) ayırma işlemi için kimyasal sıcak gaz üreteçleri (kara barut vb.), pnömatik, hidrolik mekanik ya da soğuk gaz içeren bir sistem kullanılabilir.		19-27	
65	3.2.2.7.	Paraşüt ayırma işleminde güvenlik sebebiyle ticarî olmayan basınçlı kapların (basınçlı tank, tüp vb.) kullanılmasına kesinlikle müsaade edilmeyecektir.		19-27	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2.2. KURTARMA SİSTEMİ GEREKSİNİMLERİ					
66	3.2.2.8.	Takımların sıcak gaz üreteç sistemlerinde kendi piroteknik malzemelerini kullanmalarına izin verilmeyecektir. Söz konusu tipte sistem kullanacak takımlara Yarışma Komitesi tarafından piroteknik kapsüller verilecektir. Bu kapsüller kullanıma hazır bir şekilde yarışma alanında ekiplere teslim edilecektir.		20-23	
67	3.2.2.9.	Sahaya piroteknik malzeme getiren takımlar elenecektir.		20-23	
68	3.2.2.10.	Yarışmada kullanılabilecek ticarî basınçlı kapların entegrasyon alanında doldurulması gerekmektedir. Ticari basınçlı kapların atış alanında doldurulması kesinlikle yasaktır.		-	
69	3.2.2.11.	Takımlar, tüm etiketleri aldıktan sonra sıcak gaz üreteçlerini hakemlerden teslim alacaklar ve hakem kontrolünde roketlerine entegre edeceklerdir.		23	
70	3.2.2.12.	Sistem üzerinde bulunan haberleşme bilgisayarları yer istasyonuyla anlık konum verisini kesintisiz paylaşacaktır.		69-71	
71	3.2.2.13.	Her paraşüt birbirinden farklı renkte ve çıplak gözle uzaktan rahat seçilebilir olacaktır (paraşütlerin kesinlikle beyaz ve mavi renklerde veya bu renklerin farklı tonlarında olmaması önemlidir).		24	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
72	3.2.2.14.	Takımlar, kurtarma işlemlerinde Görev Yükü ve roketin tüm bileşenlerini azami bir saat içerisinde bulmakla yükümlüdür		-	
73	3.2.2.15.	Alan gereksinimlerinde detayları açıklanan telemetri verisi paylaşma kuralları çerçevesinde konum verisini aktarmayan takımlar uçuş sonrası kurtarma operasyonuna çıkamayacaklardır.		43	
74	3.2.3.1.	Faydalı yükün kütlesi asgari dört (4) kg olmalıdır.		29	
75	3.2.3.2.	Entegrasyon alanında faydalı yük kütle ölçümü hakem heyeti tarafından yapılacak olup, ölçümün rahat bir şekilde yapılabilmesi için faydalı yükün roketten kolay bir şekilde ayrılması sağlanacak şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır.		29	
76	3.2.3.4.	Orta İrtifa kategorisinde tepe noktasında roketten ayrılan Görev Yükü, tepe noktasından itibaren atmosfere ait basınç, sıcaklık ve nem verilerinin 5 Hz frekansla (her farklı veri grubundan saniyede 5 veri yayımlanması) yer istasyonuna iletilmesi gerekmektedir.		29	
77	3.2.3.7.	Bilimsel bir görevi yerine getirmeye yönelik Görev Yükleri canlı organizma, aşındırıcı kimyasal malzeme ve radyoaktif materyal barındıramaz ve çevreye/canlılara zararlı olamazlar.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2.4. AERODİNAMİK GEREKSİNİMLERİ					
78	3.2.4.1.	Lise ve Orta İrtifa ile Zorlu Görev kategorilerinde yarışacak roketlerin ses altı hızlarda uçması gerekmektedir.		4	
79	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).		8	
80	3.2.4.4.	Uçuş kontrol yüzeyleri sabit olmalıdır. Aktif kontrol yapılmayacaktır.		11-12	
81	3.2.4.5.	Tüm kategorilerdeki roketlerin 0.3 Mach hızındaki stabilite değeri 1.5 ile 2.5 arasında olmalıdır.		4	
82	3.2.4.6.	Open Rocket ana tasarım sayfasında 0.3 Mach için stabilite değeri hesaplanmakta olup takımlar bu değeri dikkate almalıdırlar.		4	
83	3.2.4.7.	Rampadan asgari çıkış hızları; Lise Kategorisi için 15 m/s, Orta İrtifa Kategorisi için 25 m/s, Yüksek İrtifa Kategorisi için 30 m/s ve Zorlu Görev Kategorisi için 20 m/s'dir.		3, OPEN ROCKET	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2.5. YAPISAL BÜTÜNLÜK GEREKSİNİMLERİ					
84	3.2.5.1.	Roket içi basınç yönetimi sağlanarak roket içerisinde ortaya çıkabilecek aşırı basınçlanma problemini önlemeye yönelik basınç sensörlerinden sağlıklı veri alınması sağlanmalı ve burundan hemen önceki gövde bitim alanında, aviyonik sistemlerin bulunduğu gövde parçasında ve motorun hemen bitimindeki alanda 3.0-4.5 mm arasında çapa sahip toplamda asgari üç (3) deliğin bulunması gerekmektedir. Bu üç (3) delik haricinde açılacak olan ilave delikler ve onların ilgili tasarımsal uygunluğu tamamen yarışmacıların sorumluluğundadır.		15	
85	3.2.5.2.	Roketler hem uçuş boyunca maruz kalacağı yapısal yüklere hem de taşıma/rampaya yerleştirme esnasında maruz kalacağı yüklere dayanıklı olmalıdır. Orta irtifa, Yüksek İrtifa ve Zorlu Görev Kategorilerinde takımlar roketlerin maruz kalacağı kuvvetleri analizler ve hesaplar ile göstereceklerdir.		15-18	
86	3.2.5.3.	PVC ve benzeri herhangi bir polimer malzeme, sıkıştırılmış kağıt/kraft ve paslanmaz çelik ana roket gövdesi, gövdeler arası iç entegrasyon elemanı ya da roket üzerinde herhangi bir noktada vidalı birleşim yerinde kullanılamazlar. Yarışmada sadece alüminyum ve kompozit gövdelerin kullanımına izin verilmektedir.		19-27	
87	3.2.5.4.	Kullanılacak mapaların (İng. eye bolt) tek parça ve dövülmüş çelikten imal edilmiş olması gerekmektedir. Büküm mapalarının kullanımına izin verilmeyecektir. Bu kural mapa yerine kullanılabilecek her parça için de geçerlidir.		38	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
88	3.2.5.5.	Burun omuzluğunun diğer gövdeye girecek kısmının gövde dış çapının en az bir buçuk (1.5) katı olması gerekmektedir. Entegrasyon gövdelerinin entegre edilecekleri gövdelerin her ikisine de gövde dış çapının en az (0.75) katı kadar girmesi beklenmektedir. Bu duruma uymamak diskalifiye sebebidir. Örnek burun omuzluğu Şekil 4'te ve örnek entegrasyon gövdeleri Şekil 5'te gösterilmiştir.		19,21	
89	3.2.5.6.	Takımlara kaydırma ayakları TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından sağlanacaktır.		-	
90	3.2.5.7.	Kaydırma ayakları, gövdenin yapısal olarak güçlendirilmiş bölgelerine takılmalıdır. Bir rokette asgari iki (2) adet kaydırma ayağı bulunmalıdır. Bunlardan bir tanesi motor bölgesinde, motorun ağırlık merkezi ile gövde sonu arasında olmalıdır. Roketin ağırlık merkezi iki kaydırma ayağının arasında olmalıdır..		15,28-29	
91	3.2.5.8.	Kaydırma ayaklarının teknik resmi EK-2'de yer almaktadır.		-	
92	3.2.5.9.	Roket kesit alanında çıkıntı yaratan ve roketin yapısal/aerodinamik bütünlüğünü bozacak parçaların (bu kapsamda sadece sensör, anten ve kamera gibi zarurî elemanlara izin verilecektir) roketin yanması bittikten sonra kütle merkezinin ilerisinde yer alması sağlanacak şekilde önceden sabitlenmiş olmalıdır.		8	
93	3.2.5.10.	Uçuş bilgisayarı ve görev yükündeki tüm anahtarlar roketin nozülünden azami 2500 mm mesafede olmalıdır (Şekil 6).		4	
94	3.2.5.11.	Roket motoru, bütün gövde bağlantıları tamamlandıktan sonra gerektiğinde demonte edilebilir bir şekilde montajlanmalıdır.		28-30	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2.6. AVİYONİK GEREKSİNİMLERİ					
95	3.2.6.1.	Rokette bulunan ayrılma ve kurtarma sistemleri uçuş kontrol bilgisayarı tarafından yönetilir		54-73	
96	3.2.6.2.	Roketlerin uçuş boyunca telemetri verilerinin yer istasyonuna aktarılmasını sağlayan haberleşme bilgisayarı bağımsız olabileceği gibi Uçuş Kontrol Bilgisayarına da entegre görev yapabilir.		69-71	
97	3.2.6.5.	Özgün uçuş kontrol bilgisayarı geliştiren Lise takımları geliştirdikleri uçuş kontrol bilgisayarını (yedek uçuş kontrol bilgisayarı olarak) ticari bilgisayara (asıl uçuş kontrol bilgisayarı olarak) ilave olarak kullanabilirler. Bunu tercih eden Lise takımları özgün tasarım ödülü değerlendirmesine alınacaktır.		-	
98	3.2.6.6.	Ticari uçuş kontrol bilgisayarında konum belirleme ve haberleşme sistemi bulunmuyorsa takımların ayırıca haberleşme bilgisayarı geliştirmesi zorunludur.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
99	3.2.6.7.	Orta irtifa kategorisinde en az iki (2) uçuş kontrol bilgisayarının kullanılması zorunludur. Bu uçuş kontrol bilgisayarlarından en az bir (1) tanesinin özgün uçuş kontrol bilgisayarı olması zorundadır. Kullanılan uçuş kontrol bilgisayarlarından en az bir (1) tanesinin haberleşme bilgisayarı özelliklerini taşıması gerekmektedir.		54-73	
100	3.2.6.9.	Sistemde kullanılan uçuş kontrol bilgisayarlarının arasında herhangi bir elektriksel veya kablosuz bağlantı olamaz.		55	
101	3.2.6.10.	Kullanılan uçuş kontrol bilgisayarları birbirinden tamamen bağımsız olmalıdır. Her bilgisayarın kendisine ait işlemcisi, sensörleri, güç kaynağı, kablolaması olmalıdır.		54-68	
102	3.2.6.11.	Kullanılan uçuş kontrol bilgisayarları, ayrılma sistemi eyleyicisine birbirinden bağımsız hatlar ile bağlanmalıdır.		55	
103	3.2.6.12.	Uçuş kontrol bilgisayarları ve/veya bağlı oldukları sistemlerden biri kısmen veya tamamen bozulsa bile diğeri roketin kurtarma işlevlerini aksaksız ve durmaksızın yerine getirmelidir.		55	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
104	3.2.6.13.	Uçuş kontrol bilgisayarlarında en az iki (2) adet sensör bulunmalıdır ve uçuş kontrol algoritmasında bu sensörlerden gelen veriler kullanılmalıdır.		56	
105	3.2.6.14.	Bütün uçuş kontrol bilgisayarında en az bir (1) adet basınç sensörü olmak zorundadır.		56	
106	3.2.6.15.	Uçuş kontrol bilgisayarında iki (2) adet basınç sensörü kullanılması durumunda kullanılan sensörlerin birbirinden farklı olması gerekmektedir (Farklı uçuş kontrol bilgisayarlarında kullanılan sensörler birbirleri ile aynı olabilir).		56	
106	3.2.6.16	. Uçuş kontrol algoritmasında GPS'den gelen veriler ile ayrılma sistemi tetiklenmemelidir.		57	
107	3.2.6.17.	Ayrılma sistemlerine bağlı eyleyiciler yedekli olmak zorunda değildir (yaylı bir sistemde yay, DC motorlu bir sistemde DC motor ya da ateşleme teli).		-	
108	3.2.6.18.	Eğer eyleyici tek ise, ana ve yedek uçuş bilgisayarı tarafından kontrol edilmelidir. Bu eyleyici sistemler kontrolsüz bir şekilde çalışmamalıdır (Örneğin sistemin açılışı ve kurulumu) ve istemsiz olarak kurtarma sisteminin aktive edilmediğinden emin olunmalıdır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
109	3.2.6.19.	Kurtarma sistemleri istemsiz olarak aktif konuma gelmemelidir.		62,68	
110	3.2.6.20.	Bütün takımların, roketlerinden ve faydalı yüklerinden anlık olarak veri alan bir yer istasyonuna sahip olması gerekmektedir.		56	
111	3.2.6.21. 3.2.6.21.1 3.2.6.21.2 3.2.6.21.3	Yer istasyonu gereksinimleri aşağıda sıralanmıştır; Atış günü bütün yarışmacıların yer istasyonları Ek-4'te verilen haberleşme protokolüne uygun olarak Hakem Yer İstasyonu ile anlık olarak haberleşmek zorundadır. Roketlerin kurtarılmasına çıkılması için rokete ait konum verilerinin yarışmacı yer istasyonundan Hakem Yer İstasyonuna anlık olarak iletilmiş olması gerekmektedir. Atış günü roket aviyonikleri aktifleştirildikten sonra ekiplerin yer istasyonları ile iletişim kurmak için azamiiki (2) dakika süresi olacaktır. Bu süreninsonundasistemlerinaçılıp kapatılmasına izin verilmeyecektir. İki (2) dakika sürenin sonunda sağlıklı bir haberleşme sağlayamayan ekiplerin kararı vermeleri halinde roketlerini rampadan indirip yarışmadan çekilebileceklerdir.		54-56	
112	3.2.6.22.	Roket parçalarının yer istasyonundan uzak yerlere düşeceği göz önüne alınmalı ve alıcı-verici antenlerin menzili roketlerin uçuş yörüngesi dikkate alınacak şekilde seçilmelidir.		69	
113	3.2.6.23.	RF modülünün gücü değerlendirilerek link bant genişliği bütçesinin yapılması ve ilgili tasarım raporlarında sunulması gerekmektedir.		69	
114	3.2.6.24.	Roket üzerindeki aviyonik alt sistemler ve sensörler uçuş esnasında maruz kalacakları titreşim, basınç ve şok gibi etkiler altında görevlerini rahatlıkla yerine getirmelidir. Bu kapsamda gerekli koruyucu önlemler alınmalı, tasarım doğrulama aşamasında ilgili testler gerçekleştirilmeli ve sonuçları ilgili tasarım raporlarında sunulmalıdır.		-	
115	3.2.6.25.	Roketin üzerinde bulunan uçuş bilgisayarları roket rampada iken anahtarlar açılarak kontrol edilmelidir.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
116	3.2.6.26.	Uçuş kontrol bilgisayarlarına dışarıdan erişilebilir (Örneğin gövde üzerinden erişilebilir anahtar bulunmalıdır) bir şekilde güç verilebilecek şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır. İpli, şöntlü veya rokete dışarıdan tornavida vb. aletler kullanılarak sistemlerin başlatılmasına izin verilmeyecektir.		-	
117	3.2.6.27.	Uçuş bilgisayarı açıldığında rokete bağlı herhangi bir sistem aktif hale gelirse takım diskalifiye edilecektir.		62-68	
118	3.2.6.28.	Görev Yükü içerisindeki elektronik devrelere de roket gövdesi üzerinde yer alacak uygun anahtarlarla güç verilebilecek şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır.		-	
119	3.2.6.29.	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. Mekanik anahtar vasıtasıyla bağlantı kesildiğinde güç besleme elemaninin herhangi bir sistem elemanıyla (LED göstergeler, güç çeviriciler, regülatorler de dahil olmak üzere) bağlantısı olmayacaktır.		-	
120	3.2.6.30.	Sistemde Li-Po vb. pil kullanacak takımların “Li-Po Safe Bag” kullanmaları gerekmektedir.		58,64	
121	3.2.6.31.	Kullanılacak pilin güvenliğinden takım sorumludur.		-	
122	3.2.6.32.	Kullanılacak piller roketin ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede ve yeterince dolu olmalıdır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
123	3.2.6.33.	Uçuş algoritmalarında ayrılma sekanslarını tetikleyecek asgari iki kriter belirlenmelidir.		61-67	
124	3.2.6.34.	Karar verme parametrelerinde sensörlerden okunan veriler esas olmalıdır.		61-67	
125	3.2.6.25.	Sensörlerden okunan veriler doğrudan kullanılmamalı ve herhangi bir hatalı okuma ya da sensör hatası durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu gibi durumlar için alınacak önlemler (filtreleme vs.) ilgili tasarım raporlarında detaylı anlatılmalıdır.		68,62	
126	3.2.6.36.	Özgün uçuş bilgisayarları ve tüm uçuş algoritmaları takım üyelerinin kendi özgün tasarımları olmalıdır. Takım üyeleri özgün sistemler ile ilgili detayları açıklayabilmeli ve özellikle uçuş algoritmalarını değiştirebilecek yetkinlikte olmalıdır. Tasarımlarının özgün olmadığı tespit edilen takımlar diskalifiye edilecektir.		62,68	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2.7. GENEL GÜVENLİK GEREKSİNİMLERİ					
127	3.2.7.1.	Tasarım ve üretim aşamalarında kullanılacak malzeme, donanım ve süreçler insan sağlığına ve çevreye zarar vermemelidir.		-	UYULACAKTIR
128	3.2.7.2.	Tasarım, insan hatasını en aza indirecek sadelikte ve gürbüzlükte (gürültü etkilerine ve belirsizliklere karşı dayanıklı) olmalıdır.		-	UYULACAKTIR
129	3.2.7.3.	Tasarım, üretim ve test süreçleri için planlamalar ve risk azaltma çalışmaları yapılmalı ve ilgili tasarım raporlarında bu çalışmaların yapıldığı kanıtlanmalıdır.		-	UYULACAKTIR
130	3.2.7.4.	Tasarım, üretim, entegrasyon ve atış günlerinde güvenliği tehlikeye atacak unsurlar belirlenmeli, gerekli tedbirler eksiksiz planlamalı ve icra edilmelidir.		-	UYULACAKTIR
131	3.2.7.5.	Fırlatma, uçuş ve kurtarma aşamalarında sistemin güvenliğini tehlikeye atacak risklerin varlığı önceden listelenmeli ve risk azaltıcı tedbirler planlanıp icra edilmelidir.		-	UYULACAKTIR

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
3.2.8. YARIŞMA ALANI GEREKSİNİMLERİ					
132	3.2.8.1.	Yarışma alanına gelen takımlar iki (2) gün boyunca atış alanında kalacaklardır.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
133	3.2.8.2.	İlk gün entegrasyon günü, ikinci gün ise atış günü olacaktır.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
134	3.2.8.3.	İki gün içerisinde gerçekleştirilecek faaliyetler ve alandayken uyulması gereken kurallar detaylı olarak EK-5'de sunulmuştur.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
135	3.2.8.4.	Yarışmacıların tamamı, yarışma alanına gelirken çelik burunlu iş ayakkabısı giymek zorundadır. Aksi halde yarışma alanına alınmayacaklardır.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
136	3.2.8.5.	Temel olarak yarışmacı takımlardan entegrasyon gününde beş (5) uygunluk etiketini azamî sekiz (9) saatlik süre içerisinde toplamaları beklenmektedir.			Bütün gereksinimlere uyulacaktır
137	3.2.8.6.	Roketlerin yarışma alanına sağlam ulaştırılmaları tamamen takımların sorumluluğundadır.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
138	3.2.8.7.	Entegrasyon ve uygunluk denetimlerini zamanında tamamlayamayan takımların atış yapmalarına kesinlikle izin verilmeyecektir. (Not: Tüm sistemlerin kontrollerinin hızlıca sağlanması için roketin olabildiğince modüler ve hızlı entegre edilebilir bir sistem olarak tasarlanmış ve üretilmiş olması gerekmektedir.)		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
139	3.2.8.8.	Entegrasyon günü sonunda uygunluk denetimleri tamamlanan takımların motorları roketlerine takılacak ve tamamen güçsüz (deactive) olarak bir sonraki güne kadar TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından saklanacaktır (Aviyonik sistemler kapalı olarak).		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
139	3.2.8.9.	EK-5 verilen atış alanında (entegrasyon, izleme ve fırlatma alanlarını ihtiva eden alan) uyulması gereken kurallara ve aşağıda belirtilen maddelere uyulmaması durumunda takımlar diskalifiye edilecektir.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
140	3.2.8.10.	Yarışma alanında, aşağıda belirtilen alet ve ekipmanların yarışmacılar tarafından kullanılmasına izin verilmeyecektir (sahaya girişte yapılacak kontrollerde söz konusu alet ve ekipmanların girişine izin verilmeyecektir). Ekiplerin, yarışma alanına bu tür ekipmanlara ihtiyaç duyulmayacak şekilde hazır olarak gelmeleri gerekmektedir. • Taşlama motoru, avuç içi taşlama vb. aşındırıcılar • Elektrik hattına direkt bağlı matkap vb. deliciler Freze, el frezesi vb., • Havya vb., lehim ekipmanları • Zımba ve çivi tabancaları • Daire ve dekupaj testere		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır

KONTROL LİSTESİ

NoÖTR	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
141	3.2.8.11.	Yarışma alanında, kullanımına izin verilmeyen alet ve ekipmanların kullanılmasını gerektiren bir üretim veya değişiklik ihtiyaçlarının karşılanması için Yarışma Komitesi tarafından sahada bir atölye kurulacaktır.			Bütün gereksinimlere uyulacaktır
142	3.2.8.12.	Takımların sahaya gelmeden önce gerekli üretim ve entegrasyon/montaj faaliyetlerini tamamlamaları beklenmektedir. Takımlar sahaya geldiğinde kendi imkanlarıyla yapacağı üretim ve entegrasyon/montaj faaliyetleri dışında Yarışma Komitesinin sunacağı atölyeden istifa etmek durumunda kalırsa, söz konusu işler için ceza puanı (atölyeyi kullanma süresine bağlı olarak uygulanacak ceza puanı) yarışmadaki toplam puana etkileyecektir. Uygulanacak ceza puanları Tablo 1'de belirtilmiştir.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
143	3.2.8.13.	Takımların atölyeden talep ettiği işler yetkili Yarışma Komitesi üyesi tarafından değerlendirilecek ve yapılacak işin ölçeği (küçük-orta-büyük) kıymetlendirilecektir. Kıymetlendirme sonrası takımın genel değerendirmesine gerekli ceza puanı Yarışma Komitesi tarafından uygulanacaktır.			Bütün gereksinimlere uyulacaktır
144	3.2.8.14.	Atölyeden 25 dakikayı geçecek ve/veya atölye imkanlarını aşan işler için destek alınmayacaktır.			Bütün gereksinimlere uyulacaktır

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
145	3.2.8.15	Bir takımın atölyeden alacağı destek 45 dakikayı geçemez.			Bütün gereksinimlere uyulacaktır
146	3.2.8.16.	Dremel, akülü vidalama vb. aletlerin kullanılmasına izin verilmektedir.			Bütün gereksinimlere uyulacaktır
147	3.2.8.17.	Dremel, akülü vidalama vb. aletlere disk kesme vb. uçları takılarak tehlikeli işlemler yapılmasına izin verilmeyecektir.			Bütün gereksinimlere uyulacaktır

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
148	3.2.8.17.1.	Entegrasyon/monatj günü diskalifiye olmaya yol açan diğer durumlar: • Entegrasyon/montaj alanı hakemlerinin yönlendirme ve talimatlarına uyulmaması, • Yasaklı malzeme ve el aletlerinin alana sokulması (teşebbüsü dahil), • İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı (İSG) kurallarına uyulmaması, • EK-6'daki pandemi önlemlerine uyulmaması, • Enerjik malzeme (kara barut ve/veya roket motoru) temin edildikten sonra matkap, lehim makinesi vb. delici, kesici ya da kıvılcım çıkarmaya elverişli aletler ile çalışılması, • Belirlenen süre içerisinde beş (5) yeşil etiketin tamamının alınmaması, • Belirlenen süre içerisinde beş (5) yeşil etiketin tamamının alınması sonrasında roketin TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine teslim edilmemesi, • Entegrasyon/montaj gününde herhangi bir güç kaynağı ve/veya elektrik bileşeni aktif olarak roketin Yarışma Komitesine teslim edilmesi, • Roketin rampada asgari mukavemet şartlarını sağlayamaması.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
149	3.2.8.17.2.	Atış günü diskalifiye olmaya yol açan diğer durumlar: Atış sorumlularının yönlendirme ve talimatlarına uyulmaması, • Entegrasyon/montaj alanındaki hakemlerden alınmış ve roket atışının yapılabileceğini gösteren takım kartının (yeşil etiketlerin bulunduğu takım kartı) kaybedilmesi, • Atışa hazırlık için tanınan 10 (on) dakikalık hazırlık süresinin aşılması (Zorlu Görev Kategorisi için bu süre 30 dakikadır), • Atışa hazırlık için tanınan süre içerisinde roketin uçuşuna engel olacak şekilde sisteme zarar verilmesi, • Atışa hazırlık için tanınan süre içerisinde yapılan işlemler sırasında yeşil etiket alınan sistemler üzerinde değişiklik/tamir/düzeltme vb. faaliyetinde bulunulması, • Roket üzerinde bulunan aviyonik sisteme ya da Görev Yükü aviyoniğine yetkililerin izini olmadan enerji verilmesi, • Atış öncesindeki herhangi bir aşamada ayrılma sisteminin herhangi bir sebepten dolayı faal (active) olması, • Roketin, rampaya taşınması esnasında ya da rampada yüklü iken yapısal bütünlüğünün bozulması (Örneğin burnun ya da gövdenin ayrılması vb.), • Rampada aktifleştirilen uçuş bilgisayarlarının iki (2) dakika içerisinde yer istasyonuyla haberleşmemesi (Bu kriter lise kategorisi için 10 dakika ile sınırlıdır).		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
4.1. RAPOR İÇERİKLERİ İLE ALAKALI ORTAK GEREKSİNİMLER					
150	4.1.1.	Yarışmacı takımların hazırladıkları raporlarda başka takımların güncel veya geçmiş rapor içeriklerinden kopya çekmek, ortak çalışma/test/analiz yapmak yasaktır. Tespit edildiği takdirde (yarışma tamamlanmış olsa bile) söz konusu takımlar diskalifiye edilecektir. Bu durum, takımlar birbirlerinin raporlarına ve çalışmalarına referans vererek paylaşım yapsalar dahi yasaktır. atış yapılmış olsa dahi bu durum fark edildiğinde		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
151	4.1.2.	Takımların rapor içeriklerinde kendi üretmedikleri tablolar, görseller, denklemler ve benzeri içeriklerin kullanımında ilgili içeriğin alındığı belgeye referans vererek kullanması beklenmektedir. Bu duruma aykırı bir içerik tespit edildiğinde takım kopya çekmiş sayılacak ve yarışmadan diskalifiye edilecektir.		-	
152	4.1.3.	Takımların, referans verecekleri içeriklerde APA (American Psychological Association) referans tipini kullanmaları gerekmektedir. (İsmi verilen referans tipi ile alakalı ihtiyaç duyulan bilgilere “American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.).” belgesinden ulaşabilirsiniz.)		-	
153	4.1.4.	İlgili raporların (ÖTR ve KTR) teslimatında takımlar tarafında kontrol listesi doldurulacak ve Yarışma Komitesine raporla birlikte teslim edilecektir. Örnek kontrol listesi EK-1’de sunulmuştur.		-	
154	4.1.5.	Tablo 2 ve Tablo 3’te raporların diskalifiye kriterlerine örnekler (geçmiş yıllarda uygulanan kriterler) sunulmuş olup güncel diskalifiye kriterleri yarışma boyunca güncellenmektedir (En doğru diskalifiye kriterleri ilgili tasarım raporlarının güncel rapor şablonunda yer alacaktır).		-	
155	4.1.6.	Her raporlama aşaması, bir öncekinin diskalifiye kriterlerini de kapsayacaktır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
4.3. KRİTİK TASARIM RAPORU (KTR)					
156	4.3.1.	Takımlar, Kritik Tasarım Raporunda (KTR) tasarımlarının nihaî üretim, entegrasyon ve test aşamalarına geçmeye hazır olduğuna dair gerekli gerekli analiz ile testleri yapmaktan ve sunmaktan		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
157	4.3.2.	Takımların tasarladıkları roketin şartnamede verilen araç gereksinimleri ile görev başarım kriterlerini eksiksiz sağlayacağına yönelik tüm kanıtlar eksiksiz olarak Yarışma Komitesine sunulacaktır.		-	
158	4.3.3.	ÖTR'de ilk versiyonu sunulan Hata Modları ve Etkileri Analizi Takımların roket tasarımlarını son haline getirmiş olmaları gerekmektedir (Tasarlanmış olan roketle ilgili tüm yapısal, akışkanlar dinamiği, uçuş algoritması yeterlilik vb. analizleri tamamlanmış olmalıdır. Böylece, seçimi yapılmış olan malzemeler, üretim yöntemleri, roket ve bileşenlerinin uçuş koşullarına dayanıklılığı ve uçuş algoritmasının uygunluğu kanıtlanmış olmalıdır).		-	
159	4.3.4.	Benzetim süreçleri iteratif olup, roket tasarımının geçirdiği aşamalar neden-sonuç ilişkileriyle birlikte KTR'de sunulmalıdır.		-	
160	4.3.5.	Detaylı Bilgisayar Destekli Tasarımların (İng. CAD), kullanılan CAD programı üzerinden entegrasyon videolarının hazırlanması gerekmektedir. Raporda yazan ya da yazmayan her detay CAD tasarımında gösterilmeli ve anlatılmalıdır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
4.3. KRİTİK TASARIM RAPORU (KTR)					
161	4.3.6.	Sistem entegrasyon şeması kullanılarak açıklanmalıdır (Yani, “Zorlu Görev kategorisi için kademeler birbirlerine nasıl bağlanır” “Burun gövdeye nasıl bağlanır”, “Paraşüt gövdeye nasıl bağlanır”, “Motor yeniden çıkartılabilecek şekilde gövde içerisine nasıl sabitlenir” vb. gibi sorulara yanıt niteliğinde, tüm sistemlerin montajının detayları CAD programından alınmış görseller ile desteklenerek sunumda anlatılmalıdır).		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
162	4.3.7.	Gövde, burun, elektronik kart vb. gibi tüm sistemlerin nerede, nasıl ve hangi malzemeler ile üretileceğinin bilgisi detaylı olarak verilmelidir.		-	
163	4.3.8.	Zaman, üretim ve test planlarının hazırlanmış olması gerekmektedir (Planların içeriğinde hangi hafta hangi üretimlerin yapılacağı, hangi tarihlerde bileşenlerin test edileceği gibi detaylı bilgilere yer verilmelidir).		-	
164	4.3.9.	Tasarımın üretilebilir olduğunun kanıtlanması ve analiz/test sonuçlarının TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine sunulması gerekmektedir.		-	
165	4.3.10.	KTR’de belirtilen her kriter ve tasarım detayının yarışmada kullanılacak sistem/alt sistem/bileşen için kullanılacağı değerlendirilecek ve Yarışma Komitesi bu doğrultuda geri bildirimlerde bulunacaktır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
4.3. KRİTİK TASARIM RAPORU (KTR)					
166	4.3.11.	TEKNOFEST Yarışma Komitesi tarafından takımlara sağlanacak sıcak gaz üretecine esas olacak nihaî analizler (basınç, sıcaklık vb. beklentileri) KTR'de sunulmalıdır.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
167	4.3.12.	Raporu destekleyici ".ork" uzantılı Open Rocket dosyaları da rapor ile birlikte teslim edilmelidir.		-	
168	4.3.13.	Takımların KTR'de istenilen tüm bilgileri ilgili bölümlerde sunmaları beklenmektedir. Raporun yanlış yerlerine eklenmiş bilgiler değerlendirmeye alınmayacaktır.		-	
169	4.3.14.	KTR değerlendirme sonuçlarına göre finale kalan ve maddi destek almaya hak kazanan takımlar Yarışma Takviminde belirtilen tarihte duyurulacaktır.		-	
170	4.3.15.	KTR'de sunulmak üzere TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından istenilen bilgiler, analiz ve değerlendirmeler Türkçe dilbilgisi kurallarına uygun ve rahat anlaşılır ve takip edilebilir şekilde raporda sunulmalıdır. Bu şartı yerine getiremeyen takımlar için raporun ilgili bölümünde gerektiğinde %20 (yüzde yirmi) nispetinde puan eksiltmesi uygulanacaktır.		-	
171	4.3.16.	Takımların sunacağı KTR'nin TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından etkin ve verimli değerlendirilmesi için "Giriş Kriterleri" (Entry Criterias) bulunmaktadır. Takımların KTR'de sunmaları beklenen çıktıların Giriş Kriterlerine uyması beklenmektedir. Aksi halde KTR hiçbir şekilde değerlendirmeye alınmayacaktır. Eğer "Giriş Kriterleri" sağlanmışsa, KTR için "Çıkış Kriterleri" (Exit Criterias) dikkate alınarak hakemler tarafından değerlendirme yapılacaktır. Giriş ve Çıkış Kriterleri tasarım raporları şablonları ile birlikte duyurulacaktır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
4.3. KRİTİK TASARIM RAPORU (KTR)					
166	4.3.11.	TEKNOFEST Yarışma Komitesi tarafından takımlara sağlanacak sıcak gaz üretecine esas olacak nihaî analizler (basınç, sıcaklık vb. beklentileri) KTR'de sunulmalıdır.		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
167	4.3.12.	Raporu destekleyici ".ork" uzantılı Open Rocket dosyaları da rapor ile birlikte teslim edilmelidir.		-	
168	4.3.13.	Takımların KTR'de istenilen tüm bilgileri ilgili bölümlerde sunmaları beklenmektedir. Raporun yanlış yerlerine eklenmiş bilgiler değerlendirmeye alınmayacaktır.		-	
169	4.3.14.	KTR değerlendirme sonuçlarına göre finale kalan ve maddi destek almaya hak kazanan takımlar Yarışma Takviminde belirtilen tarihte duyurulacaktır.		-	
170	4.3.15.	KTR'de sunulmak üzere TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından istenilen bilgiler, analiz ve değerlendirmeler Türkçe dilbilgisi kurallarına uygun ve rahat anlaşılır ve takip edilebilir şekilde raporda sunulmalıdır. Bu şartı yerine getiremeyen takımlar için raporun ilgili bölümünde gerektiğinde %20 (yüzde yirmi) nispetinde puan eksiltmesi uygulanacaktır.		-	
171	4.3.16.	Takımların sunacağı KTR'nin TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından etkin ve verimli değerlendirilmesi için "Giriş Kriterleri" (Entry Criterias) bulunmaktadır. Takımların KTR'de sunmaları beklenen çıktıların Giriş Kriterlerine uyması beklenmektedir. Aksi halde KTR hiçbir şekilde değerlendirmeye alınmayacaktır. Eğer "Giriş Kriterleri" sağlanmışsa, KTR için "Çıkış Kriterleri" (Exit Criterias) dikkate alınarak hakemler tarafından değerlendirme yapılacaktır. Giriş ve Çıkış Kriterleri tasarım raporları şablonları ile birlikte duyurulacaktır.		-	

KONTROL LİSTESİ

No	Gereksinim Madde No	Gereksinim Tanımı	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
4.3. KRİTİK TASARIM RAPORU (KTR)					
172	4.3.17.	Sistem üzerinde bulunan ve bataryalar tarafından beslenen tüm elektronik bileşenler anahtarlama devre şematiklerini içerecek şekilde KTR'de belirtilecektir		-	Bütün gereksinimlere uyulacaktır
173	4.3.19.	KTR'de takımların diskalifiye olma sebepleri Şartname Tablo 4'te belirtilmiştir 1.Final tasarımda, roketin motor en son entegre edilebilir/montajlanabilir veya gerektiğinde çıkarılabilir şekilde tasarlanmaması 2.İstenen prototip test videolarının teslim edilmemesi 3.Roket kesit alanında çıkıntı yaratan ve yapısal/aerodinamik bütünlüğü bozan parçaların olması (sensör, anten, kamera gibi zaruri elemanlara izin verilecektir) 4.Roketin rampada aktifleştirilebilecek şekilde tasarlanmaması (uçuş bilgisayarı ve faydalı yükün açılamaması)		-	

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA, ing. FMEA) sistemin ömür devri boyunca karşılaşabileceği hata türlerini öngörüp bunlara yönelik etki analizi yapılmasını ve tasarımda önlemler alınmasını hedefleyen kritik bir mühendislik çalışmasıdır. Hem sistem hem de alt sistemler seviyesinde yapılan bu analiz ile daha güvenilir ve hataya toleranslı ürünler tasarlanması hedeflenmektedir.

Ciddiyet/Şiddet Seviyesi	Kriter	Puan	Örnekler
Yıkıcı (Catastrophic)	Potansiyel ciddi yaralanmalara, kalıcı bölgesel sakatlığa, yüksek maddi kayba, roketin kaybına veya geri döndürülemez, kanuna ve yönetmeliklere aykırı ciddi çevresel hasara neden olabilecek hata.	10	Atış öncesinde motorun ateşlenmesi, motorun rampada patlaması, sivil yerleşim alanına parça düşmesi
Kritik (Critical)	Yaralanmalara, önemli ekipman, tesis vb. mülkiyetin zarar görmesine neden olabilecek, roketin görevini başaramaması ile sonuçlanan hata.	7	İrtifa/menzil vs. gereksiniminin sağlanamaması, Kademenin ayrılmaması, Uçuş sırasında veri alınamaması, roketin yapısal bütünlüğünü yitirmesi
Sınırda (Marjinal)	Hafif yaralanmalara, ufak çaplı mülkiyet zararına veya roketin hafif derecede zarar görmesine neden olabilecek ve roketin kullanılabilirliğini azaltan, görevini etkin bir şekilde yerine getirmemesine neden olan hata.	4	Görevin iptali, gereksinimler sağlanıyor olmasına rağmen optimizasyon gerektirecek eksiklikler görülmesi
Düşük (Minor)	Yaralanmaya, mülkiyet zararına veya roketin zarar görmesine neden olacak kadar ciddi olmayan, fakat planlanmamış bakım veya tamire neden olan hata.	1	Uçuş kampanyası içerisinde çözülebilecek sorunlar

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No	Öge/Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Evresi	Hata Etkisi		Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri		Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
1. Hata	Bağlantı Elemanları(Cıvata- Somun- Fırdöndü- Karabina-Buata)	Sistemlerde yer alan birden fazla yapı yada farklı sistemleri bir arada tutmak	Bağlantı elemanlarının yetkinliklerini kaybetmeleri(korozyon, ömür, ve deformasyon)	Yüksek mukavemet Uzun Ömür Yüksek kimyasal bozunma	-Depolama -Taşıma -Montaj -Üretim -Uçuş	Bağlantı elemanlarının dayanımının azalması	Roketi oluşturan bütün yapısal ve mekanik sistemlere olumsuz etki etmesi	-Kontrol -Bağlantı elemanının montaj sırasında hata vermesi	Mukavemeti güçlü, korozyona dayanıklı malzemeli bağlantı elemanları kullanılması	Mukavemet testlerinin ve sistem testlerinin yapılması	-Yeni bağlantı elemanı temini - Yapısal sistemlerin bir parametreye bağlılıklarının azaltılması - İkinci bir bağlantının farklı bir bağlantı elemanı ile yapılması	8
2. Hata	Aviyonik Sistem	Uçuş verilerinin analiz edilmesi ve görev komutlarını sağlamak	İşlemci arızası	-Anlık yüksek titreşim	-Test Uçuşu - Planlanan gerçek Uçuş	Aviyonik sistem ve uçuş bilgisayarlarının çalışmaması	Uçuş görevinin başarız olması	-Test -Ölçüm -İşitsel Uyarı Mekanizması	Uçuş sırasındaki değişken olumsuz durumlarda çalışabilecek aviyonik sistem seçimi	-Uçuş öncesi yer testleri -Ölçümler -Muayene	Yedek Aviyonik ve Uçuş bilgisayarı kullanmak	7
3. Hata	Aviyonik Sistem	Uçuş verilerinin analiz edilmesi ve görev komutlarını sağlamak	Sensör arızası	-Yüksek yüke maruz kalması	-Test Uçuşu - Planlanan gerçek Uçuş	Aviyonik sistem ve uçuş bilgisayarlarının çalışmaması	Uçuş görevinin başarız olması	-Test -Ölçüm -İşitsel Uyarı Mekanizması	Uçuş sırasındaki değişken olumsuz durumlarda çalışabilecek aviyonik sistem seçimi	-Uçuş öncesi yer testleri -Ölçümler -Muayene	Yedek Aviyonik ve Uçuş bilgisayarı kullanmak	7

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No	Öge/Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Evresi	Hata Etkisi		Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri		Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
4. Hata	Aviyonik Sistem	Uçuş verilerinin analiz edilmesi ve görev komutlarını sağlamak	Bataryanın güç aktarımı yapamaması	Batarya bağlantısının iyi yapılmaması	-Test Uçuşu - Planlanan gerçek Uçuş -Montaj	Rokette bulunan aviyoniklerin çalışmaması	Uçuş görevinin başarız olması	-Güç aktarım muayenesi -İşitsel Kontrol -Görsel Kontrol	Batarya ve güç temini sistemlerin korumalı kafeslerde tutulması	-Uçuş öncesi yer testleri -Ölçümler -Muayene	Yedek güç sistemi kullanmak	7
5. Hata	Faydalı Yük Ayırma Sistemi	Faydalı Yükün istenen zamanda roketten ayrılmasının sağlamak	İstenilen zamanda sistemin çalışmaması	Sistemlerin birbirleri ile iletişim sağlamamaları	-Uçuş -Montaj -Test Uçuşu	Faydalı Yük'ün yanlış irtafada sistemden ayrılması	Yanlış irtifada Faydalı Yük ayrılması sonucu kurtarma işleminin başarısız olması	Yer bilgisayarı ve sensör verileri	Atış alanında önce birkaç kez deneme yapılması	-Uçuş öncesi yer testleri -Ölçümler -Muayene	Tasarlanan ayrılma sistemlerinde paraşüt ve sistemleri herhangi bir olumsuzluğa karşı korumak	6
6. Hata	Roket Ayrılma Sistemi	Roketin sağlıklı bir şekilde yere inmesi için alt ve üst gövdelerin birbirlerinden ayırmasını sağlamak	İstenilen zamanda sistemin çalışmaması	Yüksek titreşim maruz kalması ve planlanan sistemin işlemini yapamaması	-Montaj -Uçuş	Roketin ayrılmadan bir bütün olarak düşmesi	Uçuş görevinin başarısız olması	Sensor verileri	Atış alanında önce birkaç kez deneme yapılması	-Uçuş öncesi yer testleri -Ölçümler -Muayene	Tasarlanan ayrılma sistemlerinde paraşüt ve sistemleri herhangi bir olumsuzluğa karşı korumak	7
7. Hata	Ana Paraşüt Ayrılma Sistemi	Roketin sağlıklı bir şekilde bütün olarak yere inmesi sağlamak	İstenilen zamanda sistemin çalışmaması	Ana paraşüt ayrılma sisteminin mekanik sistemine sıkışması	-Uçuş -Test Uçuşu	Roketin ayrılamadan bir bütün olarak tehlikeli bir şekilde irtifa kaybetmesi	Uçuş görevinin başarız olması	Görsel Muayene ve sensör verileri	Atış alanında önce birkaç kez deneme yapılması	-Uçuş öncesi yer testleri -Ölçümler -Muayene	Tasarlanan ayrılma sistemlerinde paraşüt ve sistemleri herhangi bir olumsuzluğa karşı korumak	7

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata No	Öge/Fonksiyon	Fonksiyon Tanımı	Hata Türü	Hata Nedeni	Ömür/ Görev Evresi	Hata Etkisi		Hata Tespit Yöntemi	Mevcut Tasarım Kontrolleri		Alınan Tedbirler	Şiddet Puanı (S)
8. Hata	Motor Montajı/Motor Ateşleme	Roketin istenen irtifaya ulaşmasını sağlamak	Roket motorunun montaj yada kendinden kaynaklı arızası	Uygunsuz Montaj ve ateşleme	-Montaj -Uçuş -Rampa -Ateşleme	Roket Motorunun zamansız bir şekilde patlaması	Uçuş görevinin başarız olması	Görsel tespit	Yüksek seviye güvenlik önlemleri ile roketin saklanması ve uçuş günü aynı şekilde rampaya uygun şartlarda yerleştirilmesi	Ateşleme Öncesi Görsel kontrol	Hatanın olması ve problemin gün yüzüne çıkmasına etki edilememektedir.	10
9. Hata	Kara Barut Kurtarma sistemi	Roket ayrılması ve faydalı yük ayrılmasını sağlamak	Barut sisteminin patlaması	Barut sistemin yüksek yüke maruz kalması	-Uçuş -Test Uçuşu	Montaj alanında ve testlerde ciddi yaralanmalar ile karşılaşılması	Uçuş görevinin başarız olması	Deneme Uçuş Testleri ve görsel tespit	Barut Patlatma sisteminin herhangi bir elektronik etkiye maruz kalmamasının sağlanması ve korumalı yapıda saklanması.	Montaj sırasında görsel kontrol	Yedek Barut patlatma sistemi ve koruma sistemleri üretmek ve koruyucu yapı tasarlamak	7