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

Takım Yapısı

Danışman

Veysel kırışan: Nezihe Derya Baltalı Bilim Sanat Merkezinde bilişim öğretmenidir. 2022 Teknofest Roket Yarışması THUNDERBOLT takımı danışmanıdır.

Takım Kaptanı

Yusuf Kerem Aksoy : Merkezefendi Belediyesi Anadolu İmam hatip Lisesi 10. Sınıf öğrencisi. Open Rocket tasarımı ve mekanik.

Rüştü Kağan Kıvanç: Aydem Fen Lisesi 9. sınıf öğrencisi. Aviyonik sistemlerin seçimi ve kart tasarımı.

Yiğit Gani Dodurga: Bahçeşehir Kolejinde 9. sınıf öğrencisi. Yer istasyonu yazılımı.

Ali Alp Yazıcı : Gelişim Kolejinde 9. sınıf öğrencisi. Prototip testleri ve malzeme tedariki.

Celal Ertemur: Mustafa Kaynak Anadolu Lisesinde 9. sınıf öğrencisi. Mekanik CAD tasarımı ve imalatı

Ali Erken: Merkezefendi Belediyesi Anadolu İmam hatip Lisesi 10. sınıf öğrencisi. Kurtarma sistemlerinin belirlenmesi ve imalatı.

Yarışma Roketi Genel Bilgiler

Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler

	Ölçü
Boy (mm):	2018
Çap (mm):	130
Roketin Kuru Ağırlığı (g):	10490
Yakıt Kütlesi (g):	1774
Motorun Kuru Ağırlığı (g):	1584
Faydalı Yük Ağırlığı (g):	4100
Toplam Kalkış Ağırlığı (g):	18004

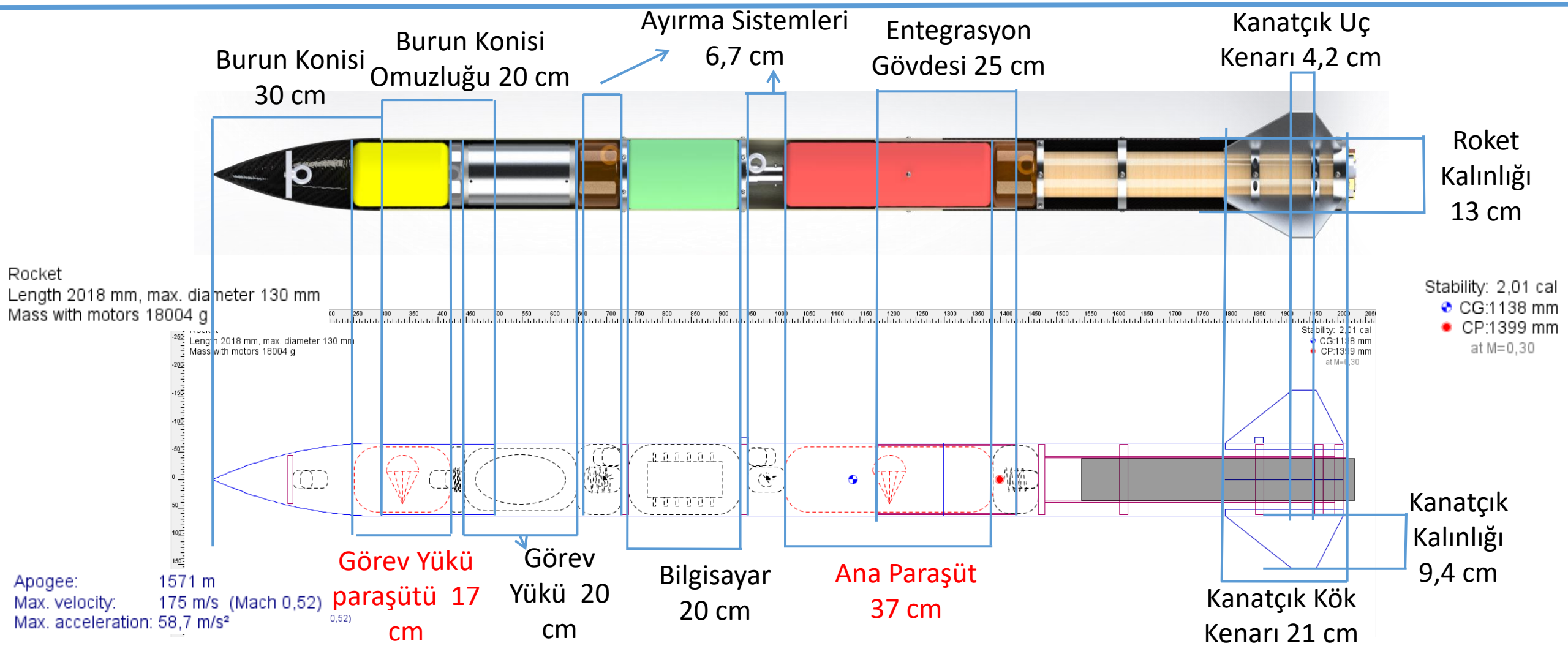
Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri

	Ölçü
Kalkış İtki/Ağırlık Oranı:	6,189
Rampa Çıkış Hızı (m/s):	25,1
Stabilite (0.3 Mach için):	2,01
En büyük ivme (g):	5,9857
En Yüksek Hız (m/s):	175
En Yüksek Mach Sayısı:	0.52
Tepe Noktası İrtifası (m):	1576

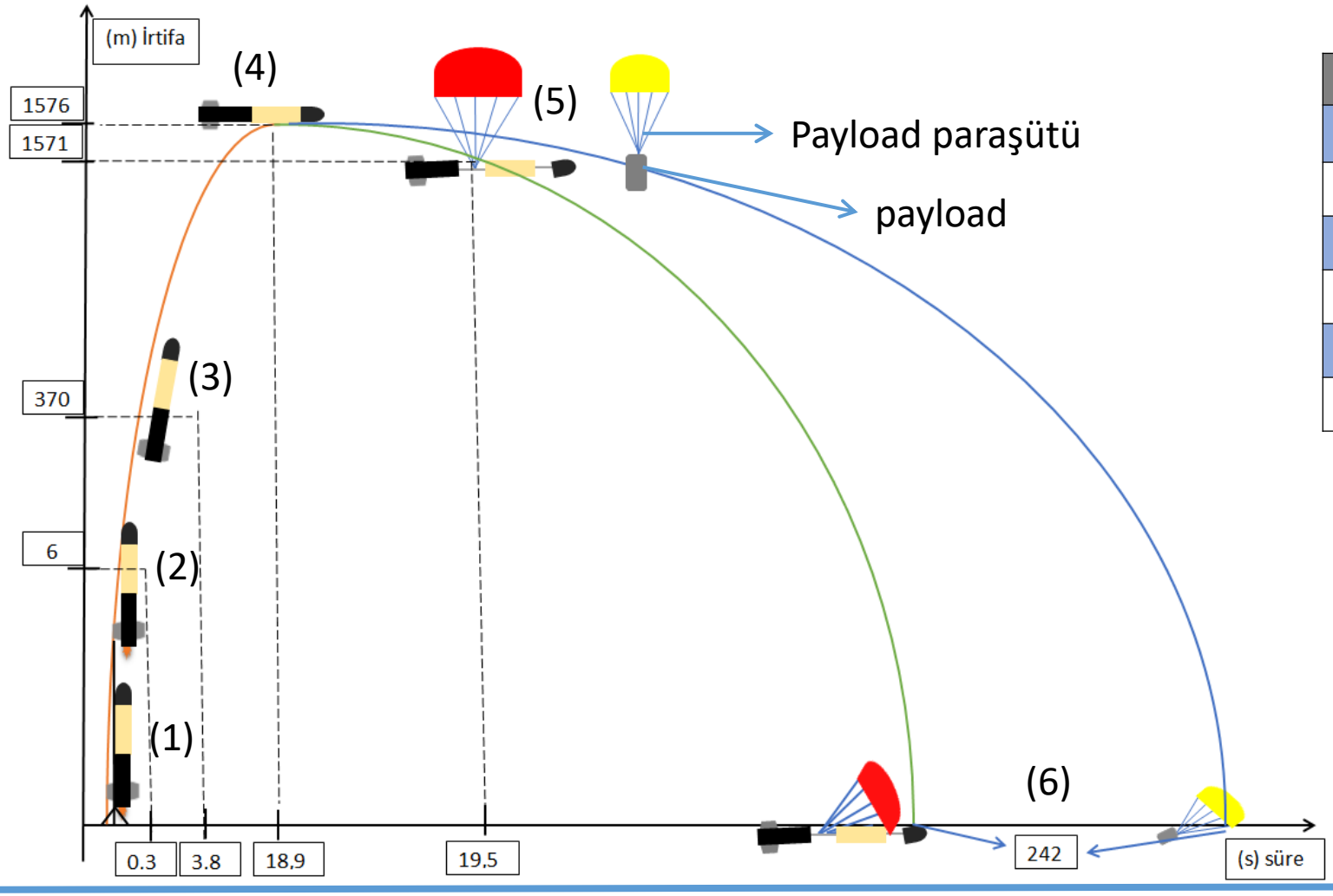
Motor

CTI 3727-L1050-BS-0

Genel Tasarım



Operasyon Konsepti (CONOPS)



Uçuş Profili Tablosu

		zaman (s)	irtifa (m)	hız (m/s)
1	Fırlatma	0	0	0
2	Rampa tepesi	0,3	6	25,2
3	Burnout	3,8	370	175
4	Tepe noktası	18,9	1576	0
5	Paraşüt açılması	19,5	1571	-5
6	Paraşüt sonrası	242	0	6,3

- Görselde verilen 5 numaralı aşamada görev yükü, roketten karabarutlu ayırma sisteminin patlaması sonucu oluşan basınçtan yararlanıp roketten bağımsız bir şekilde inişine devam edecektir.

ÖTR - KTR Değişimler - 1

Değişim konusu	ÖTR'de hangi sayfada	ÖTR'de içerik neydi	KTR'de içerik ne oldu	KTR'de hangi sayfada
Entegrasyon Gövdesi kalınlık	14	Kalınlık: 2.5mm	Kalınlık: 3mm	22
Ana paraşüt paket uzunluğu	4	Paket uzunluğu: 250mm	Paket uzunluğu: 370mm	45
Payload paraşüt paket uzunluğu	4	Paket uzunluğu: 150mm	Paket uzunluğu: 170mm	45
Aviyonik gövde uzunluğu	13	Uzunluk: 900mm	Uzunluk: 1000mm	16
Faydalı yük paraşüt rengi	20	Renk: kırmızı	Renk: sarı	45
Ana paraşüt rengi	20	Renk: turuncu	Renk: kırmızı	45
Kanatçık yüksekliği	10	Yükseklik: 107mm	Yükseklik: 94mm	13
Kanatçık uç kenar uzunluğu	10	Uzunluk: 80mm	Uzunluk: 42mm	13
Kanatçık yatıklık açısı	10	Yatıklık açısı: 32 derece	yatıklık açısı: 51,92 derece	13
Ana Paraşüt asılma ipi uzunluğu	20	Uzunluk: 300 cm	Uzunluk: 325 cm	45
Faydalı yük asılma ipi uzunluğu	20	Uzunluk: 70 cm	Uzunluk: 220 cm	45

ÖTR - KTR Değişimler - 1

Değişim konusu	ÖTR'de hangi sayfada	ÖTR'de içerik neydi	KTR'de içerik ne oldu	KTR'de hangi sayfada
Endring	4	Kalınlık: 30mm	Kalınlık: 23mm	33
Motor gövdesi malzeme	12	Melzeme: karbonfiber	Malzeme: fiberglass	20
Kanatçık profili kalınlık	4	Kalınlık: 25mm	Kalınlık: 15mm	14
Burun bulkhead çapı	4	Çap: 121mm	Çap: 87mm	30
Burun konisi malzeme	9	Malzeme: Karbonfiber	Malzeme: fiberglass	11
LoRa E22 900T22D baud rate	41	115200 baud rate	19200 baud rate	62

ÖTR - KTR Değişimler - 2

Değişim konusu	Yeni İçerik Konusu ?	KTR'deki İçerik Detayı	KTR'de hangi sayfada
Aviyonik gövde ve payload aktive etme deliği.	Aviyonik gövdeye ve kapağa 2 adet delik açıldı	20 mm çapında 2 adet anahtar deliği açıldı	16,18

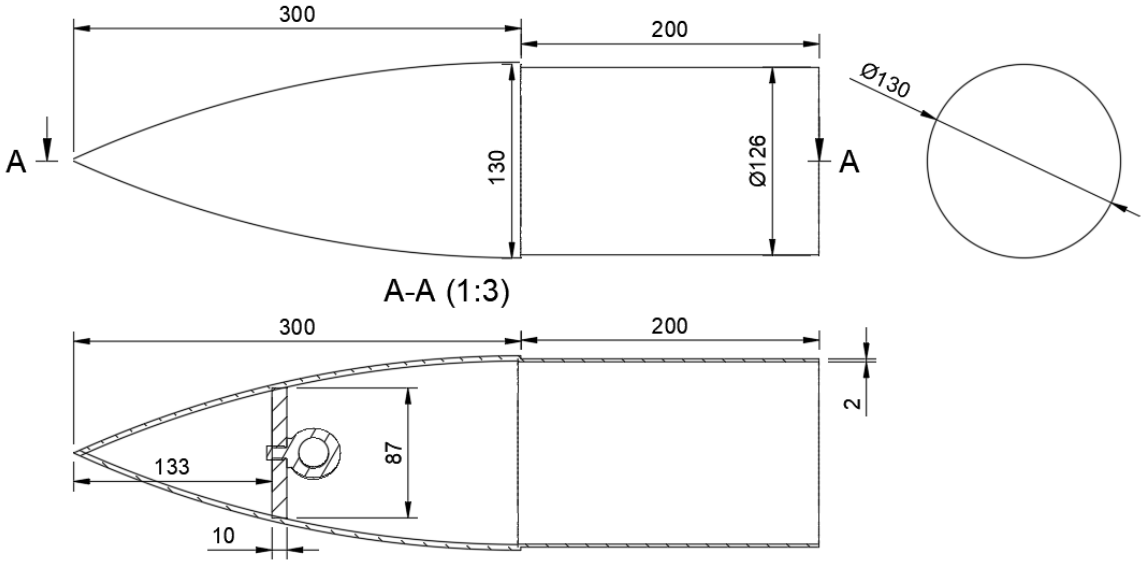
Kütle Bütçesi

- Kütle bütçesi dosyası ‘’excel’’ formatında sisteme yüklenmiştir.

Roket Alt Sistem Detayları

Burun Konisi Mekanik Görünüm

- Burun konisi dışından CAD görüntüsü.
- Burun konisi kesit CAD görüntüsü.



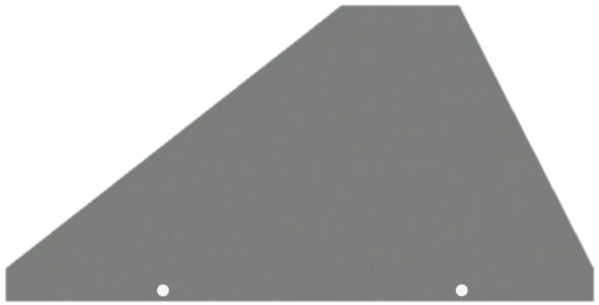
- Burun konisi özel aerodinamik sekli Ogive'dir.
- Burun konisi et kalınlığı 2mm'dir.
- Burun konisi bulkhead'inin üzerinde M8 mapa bulunmaktadır.
- Burun konisi malzemesi maliyetten dolayı karbonfiber yerine fiberglass ile değiştirilmiştir. Dayanım ve görüntü kazanmak için içine ve dışına karbonfiber kaplama yapılacaktır. İçinde bulunan burun bulkhead'in malzemesi alüminyumdur.

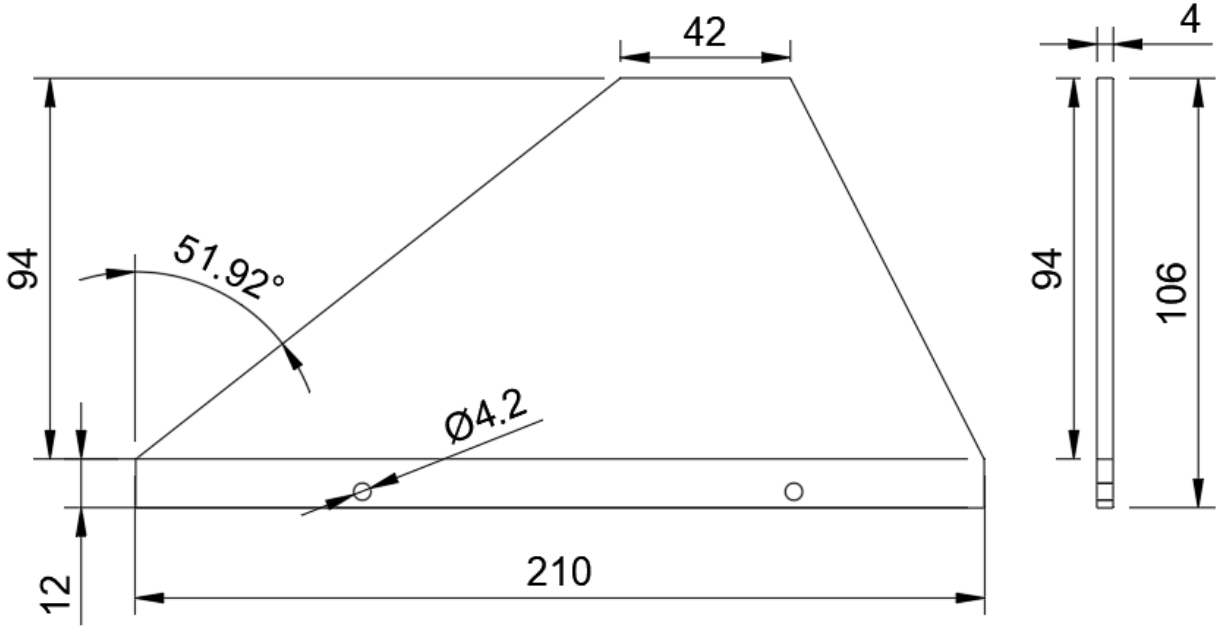
Burun Konisi – Detay

Burun konisi üretim tablosu

Özellik		Kapsam
Fiberglass	:	Mekanik mukavemet yüksek olması, düşük yoğunlukta olması, elektrik iletmemesi.(1,7g/cm^3)
Elle Yatırma Yöntemi	:	üretim maliyetinin uygun olması. İstenilen boyda, çapta ve aerodinamik şekilde üretim yapılabilir olması. prototip üretimine ve büyütmeye uygun bir yöntem olması, montajlama yapımının diğer yöntemlerden kolay olması, özel tasarım yapılabilmesi açısından avantajlı olmasıdır.

Kanatçık Mekanik Görünüm

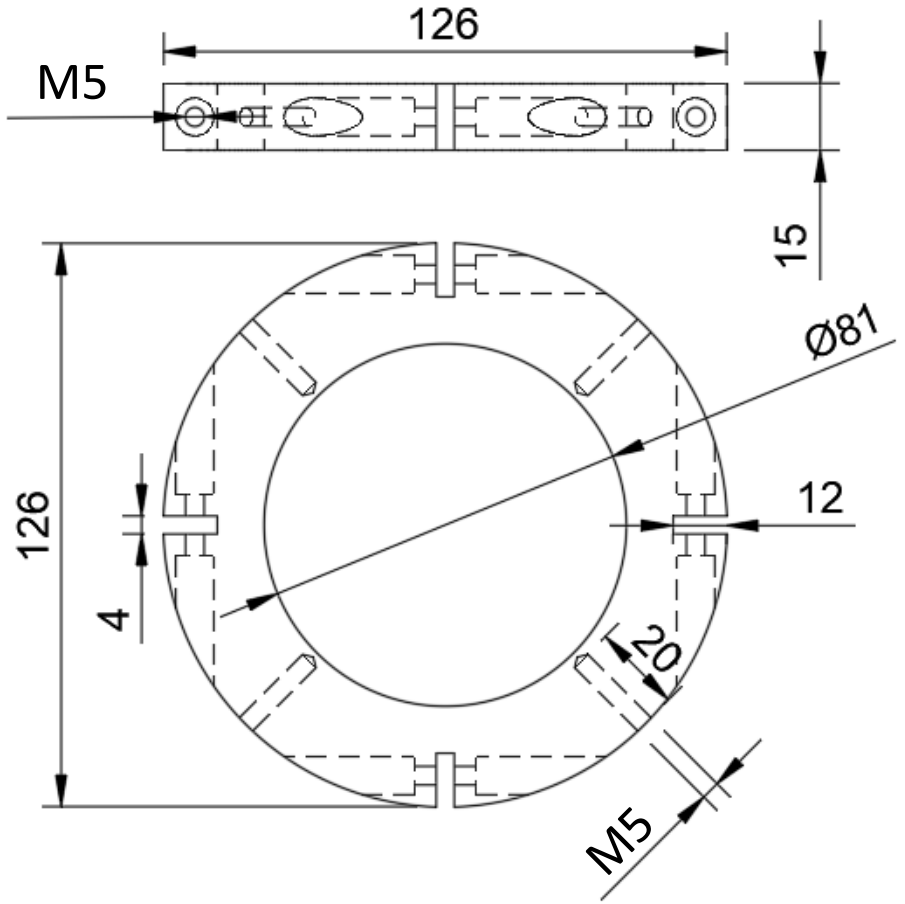




- Kanatçık'ın aerodinamik şekli trapezodial'dir.
- Kanatçık yüksekliği irtifa artırmak ve sürtünme azaltmak için 94mm ye düşürülmüştür. Aynı şekilde uç kenar uzunluğu 42mm ye yatıklık açısı da 51,92 ye çekilmiştir.
- Ölçüler mm cinsindendir. Kanatçıklar alüminyum malzemeden üretilecektir

Kanatçık Mekanik Görünüm

- Motor gövdesine 4 adet M5 vida sayesinde monte edilir.
- İrtifayı istenen değerde sağlamak ve roketi hafifletmek amacıyla kalınlık 15 mm ile değiştirilmiştir.
- Ayrılma gerçekleşmeyecektir.



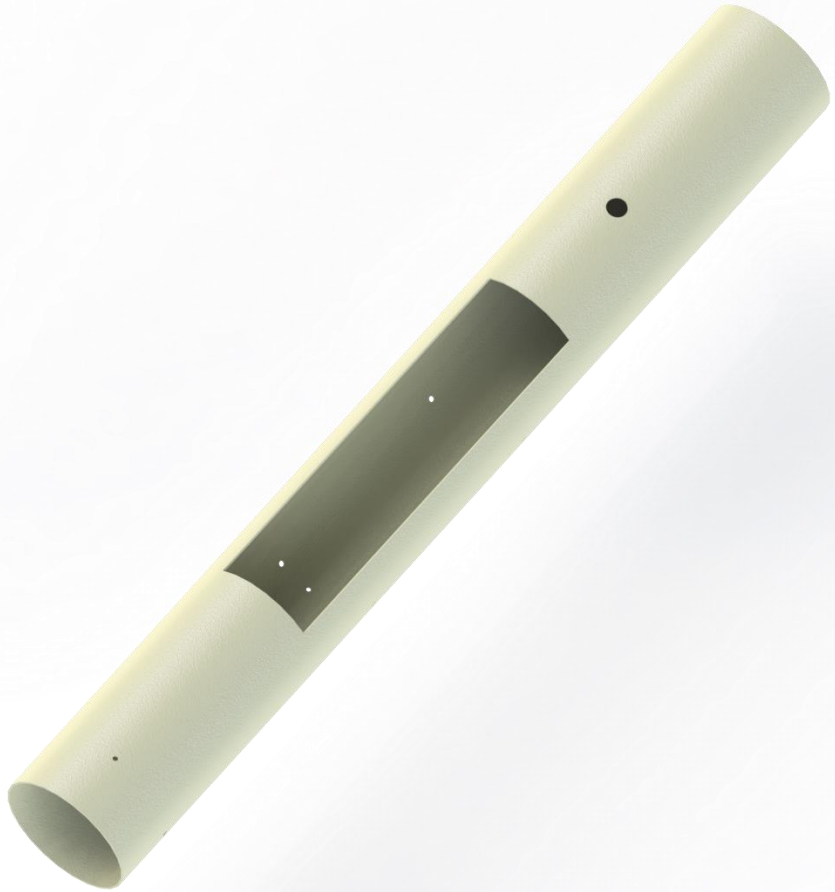
- Ölçüler mm cinsindendir.

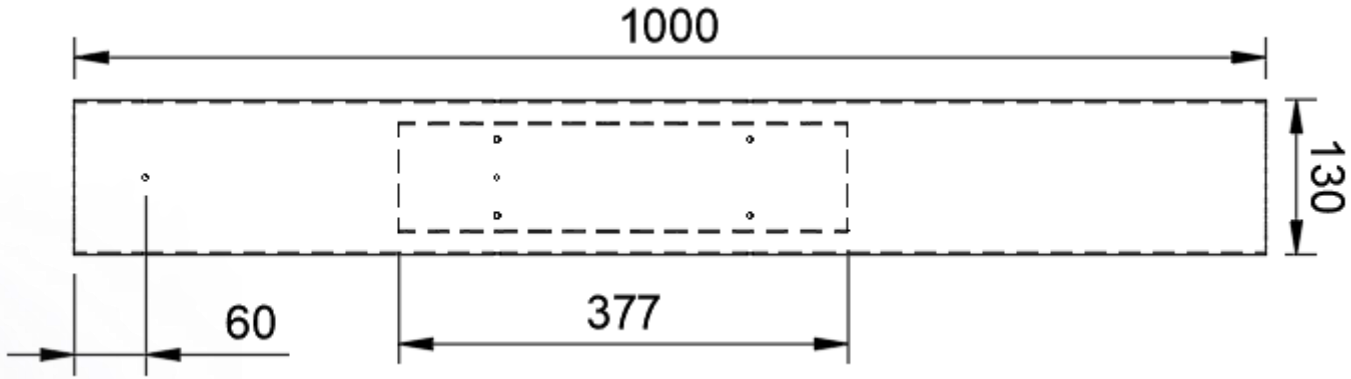
Kanatçık – Detay

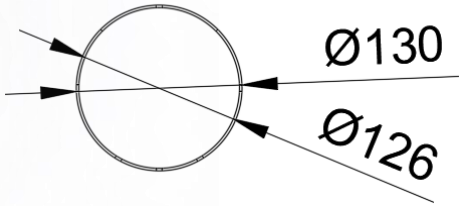
Kanatçık üretim tablosu

Özellik		Kapsam
Aliminyum	:	Ucuz olması, üretim ve şekil vermesinin kolay olması, mekanik mukavemetinin yüksek olması. Alüminyumun yoğunluğu 2,7 g/cm^3'tür.
Talaşlı üretim	:	hızlı olması, kalıp maliyetinin bulunmaması, istenilen sonucu vermesi, çapak ve deformasyon oluşturmamasıdır.

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm







- Malzemesi fiberglass olup et kalınlığı 2mm'dir.
- Aviyonik gövdenin boyu, paraşütlerin imalatından sonra tahmin edilen değerleri tutmamasından dolayı 1000 mm olmuştur.
- Ölçüler mm cinsindendir.
- Anahtar delik çap değeri tahminidir.

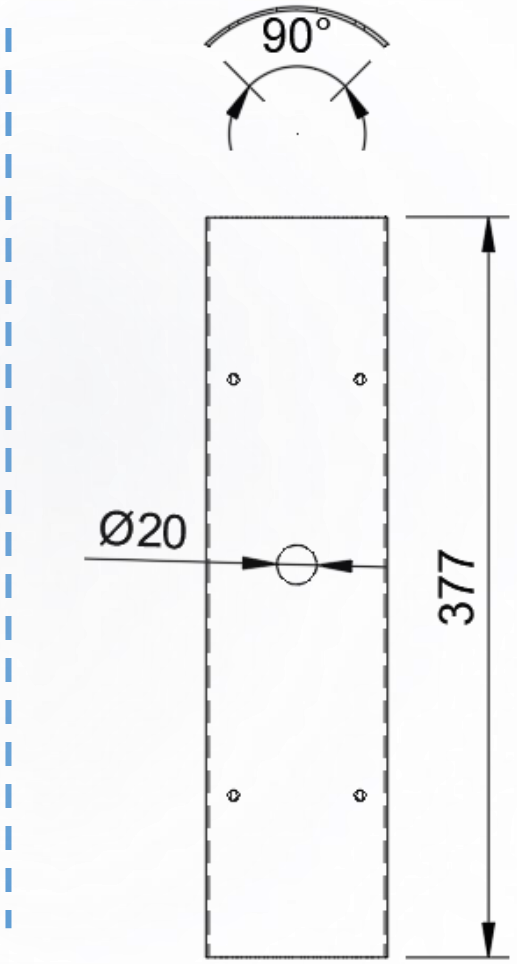
Yapısal – Gövde Parçaları

Aviyonik Gövde üretim tablosu

Özellik		Kapsam
Fiberglass	:	Mekanik dayanımı yüksek olması, düşük yoğunlukta olması, elektrik iletmemesi.(1,7g/cm^3)
Elle yatırma	:	Üretim maliyetinin uygun olması, parça boyutunda teorik olarak bir kısıtlama ile karşılaşılmaması, prototip üretimine ve büyütmeye uygun bir yöntem olması, tasarım esnekliğinin farklı yöntemlerden daha yüksek olması, montajlama yapımının diğer yöntemlerden kolay olması, özel tasarım yapılabilmesi açısından avantajlı olmasıdır.

- Gövde üretimi tamamlandıktan sonra roketin iç ve dış basıncını dengelemek için 4 tane 4mm çapında delik açılcaktır.
- Gövde boyu, paraşütlerin imalatından sonra tahmin edilen değerleri tutmamasından dolayı 1000 mm olmuştur.
- Çapı 130 mm'dir.

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm



- Malzemesi fiberglass olup et kalınlığı 2mm'dir.
- 90 derecelik kenar boyu 102 mm'dir.
- Aviyonik bölmesini aktive etmek için açılan anahtar deliğinin çapı 20 mm'dir

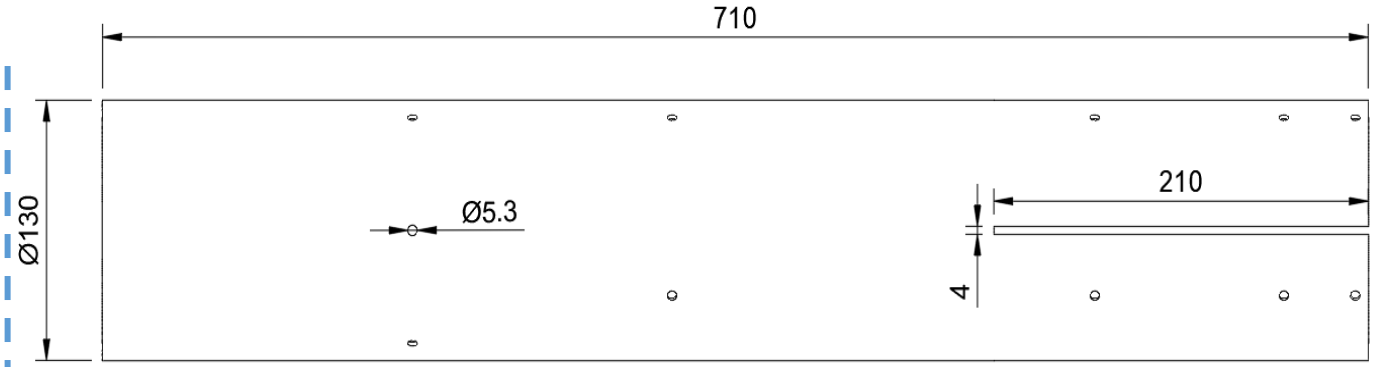
- Ölçüler mm cinsindendir.

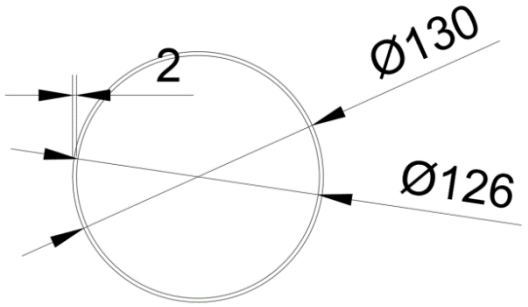
Yapısal – Gövde Parçaları

Aviyonik Gövde kapakçığı üretim talosu

Özellik		Kapsam
Fiberglass	:	Mekanik dayanımı yüksek olması, düşük yoğunlukta olması, elektrik iletmemesi.(1,7g/cm^3)
Elle yatırma	:	Üretim maliyetinin uygun olması, parça boyutunda teorik olarak bir kısıtlama ile karşılaşılmaması, prototip üretimine ve büyütmeye uygun bir yöntem olması, tasarım esnekliğinin farklı yöntemlerden daha yüksek olması, montajlama yapımının diğer yöntemlerden kolay olması, özel tasarım yapılabilmesi açısından avantajlı olmasıdır.

Gövde Parçaları & Gövde Montaj Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm





- Malzemesi karbonfiber olup et kalınlığı 2 mm'dir.
- Motor gövde malzemesi maliyetten dolayı fiberglass ile değiştirilmiştir. Dayanım kazanmaktan dolayı içi ve dışı karbonfiber kaplama yapılacaktır.

- Ölçüler mm cinsindendir.

Yapısal – Gövde Parçaları

Motor Gövde Üretim Tablosu

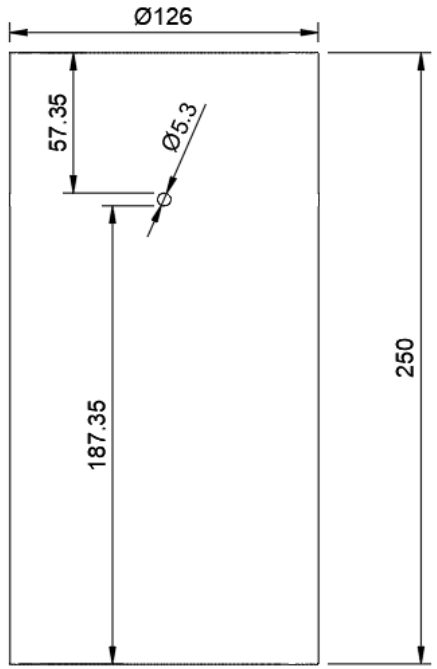
Özellik		Kapsam
Fiberglass	:	Mekanik dayanımı yüksek olması, düşük yoğunlukta olması, elektrik iletmemesi.(1,7g/cm^3)
Elle yatırma	:	Üretim maliyetinin uygun olması, parça boyutunda teorik olarak bir kısıtlama ile karşılaşılmaması, prototip üretimine ve büyütmeye uygun bir yöntem olması, tasarım esnekliğinin farklı yöntemlerden daha yüksek olması, montajlama yapımının diğer yöntemlerden kolay olması, özel tasarım yapılabilmesi açısından avantajlı olmasıdır.

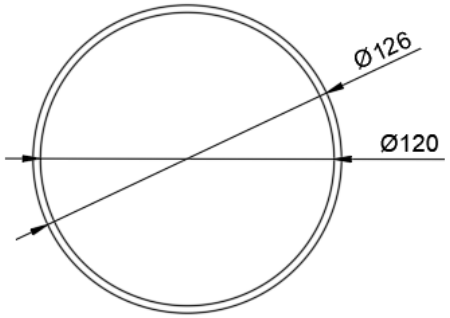
- Malzemesi karbonfiber olup et kalınlığı 2 mm'dir.
- Motor gövde malzemesi maliyetten dolayı fiberglass ile değiştirilmiştir. Dayanım kazanmaktan dolayı içi ve dışı karbonfiber kaplama yapılacaktır.

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

Coupler:

- Aviyonik gövdesine 4 adet M5 vida ile monte edilecektir. Motor gövdesine sıkıştırılarak katılacaktır. Tepe noktasına ulaştıktan sonra motor gövdesine sıkıştırılan kısım piroteknik ayrıma sistemi sayesinde ayrılacaktır.
- Et kalınlığı dayanım kazanmak için 3 mm ile değiştirilmiştir.
- Aviyonik gövdesine montaji için 5,3mm çapında 4 adet delik bulunmaktadır.





- Ölçüler mm cinsindendi

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

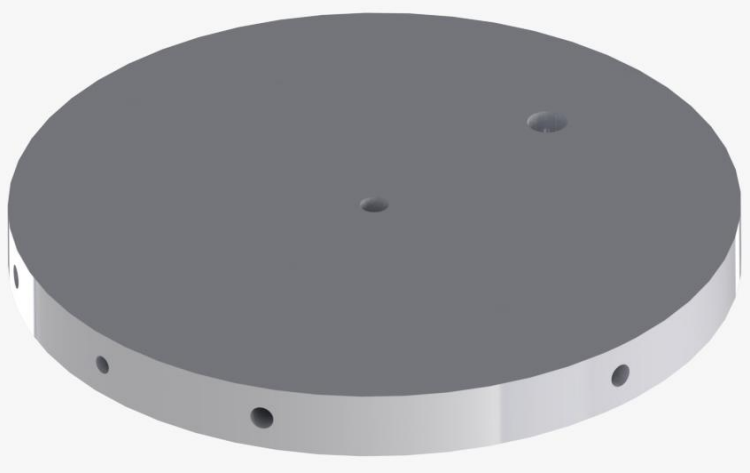
Coupler Üretim Tablosu

Özellik		Kapsam
Fiberglass	:	Mekanik dayanımı yüksek olması, düşük yoğunlukta olması, elektrik iletmemesi.(1,7g/cm^3)
Elle yatırma	:	Üretim maliyetinin uygun olması, parça boyutunda teorik olarak bir kısıtlama ile karşılaşılmaması, prototip üretimine ve büyütmeye uygun bir yöntem olması, tasarım esnekliğinin farklı yöntemlerden daha yüksek olması, montajlama yapımının diğer yöntemlerden kolay olması, özel tasarım yapılabilmesi açısından avantajlı olmasıdır.

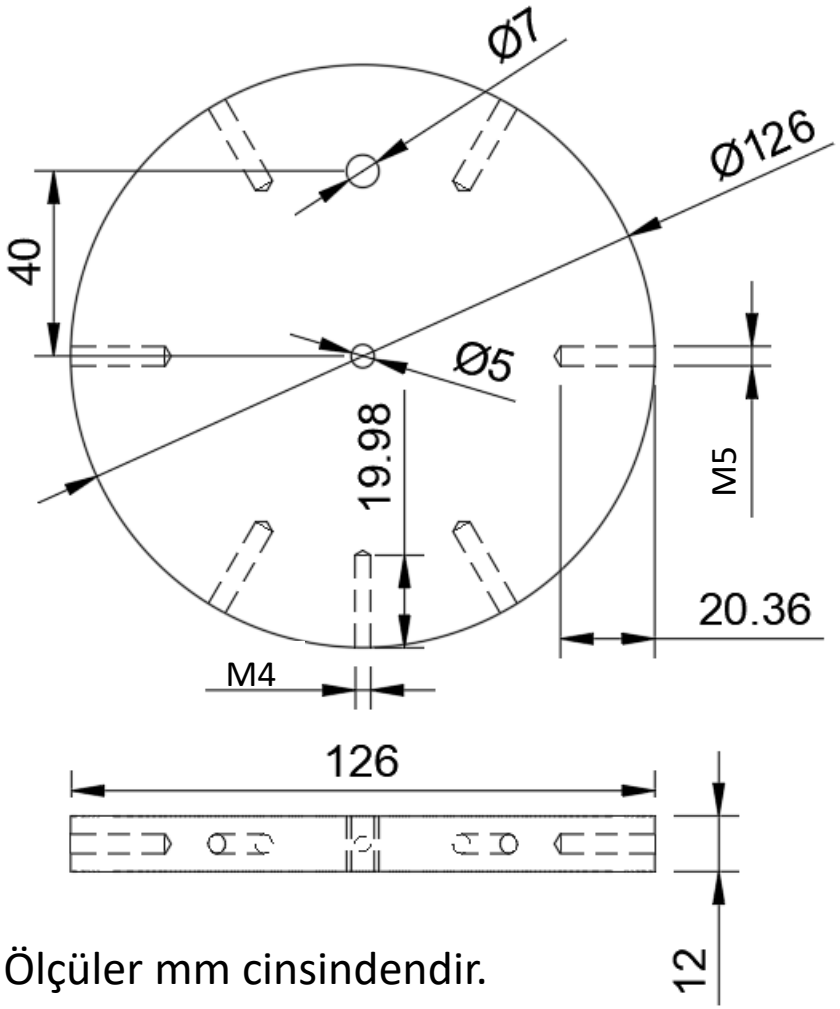
- Coupler, aviyonik gövdenin içine 120mm katıldıktan sonra 6 adet M5 vida yardımıyla monte edilir. Geri kalan 130 mm'lik kısmı motor gövdesinin içine katılır.
- Kalınlık dayanım kazanmak için 3mm ile değiştirilmiştir.
- Aviyonik gövdeye sabitlenir.
- Entegrasyon gövdesi aviyonik gövdeye vida ile, motor gövdesine ise sıkı geçme yöntemiyle montajlanır.

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

Aviyonik Alt Bulkhead:



- Bulkhead'in montajı için etrafına 60 derecelik açılarla 6 adet M5 vida deliği bulunmaktadır. Bu deliklerden 4'ü gövdeyle monte edilirken kalan 2'si gövde kapağıyla monte edilir.
- Aviyonik gövdesine sabitlenecektir.
- Fırlatma pabucunu sabitlemek için 1 adet 3,3 çapında, 19,98mm derinliğinde M4 vida deliği bulunmaktadır.
- Mapa montajı için üzerinde M8 mapa deliği bulunmaktadır.
- Ayrılma gerçekleşmeyecektir.



- Ölçüler mm cinsindendir.

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

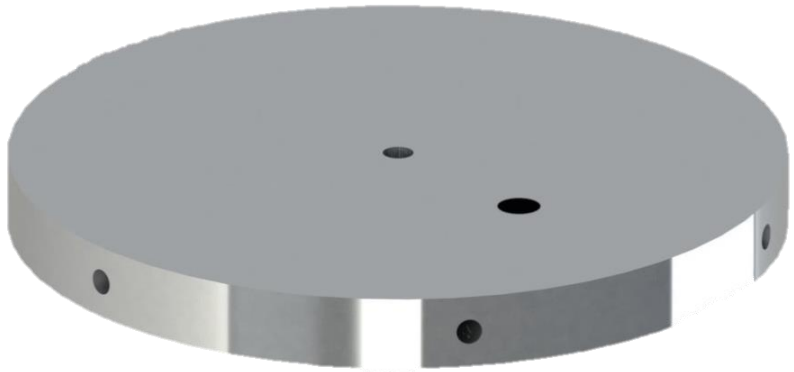
Aviyonik Alt Bulkhead Üretim Tablosu

Özellik		Kapsam
Alüminyum	:	Ucuz olması, üretim ve şekil vermesinin kolay olması, mukavemetinin yüksek olması. Alüminyumun yoğunluğu 2,7 g/cm^3'tür.
Talaşlı üretim	:	hızlı olması, kalıp maliyetinin bulunmaması, istenilen sonucu vermesi, çapak ve deformasyon oluşturmamasıdır.

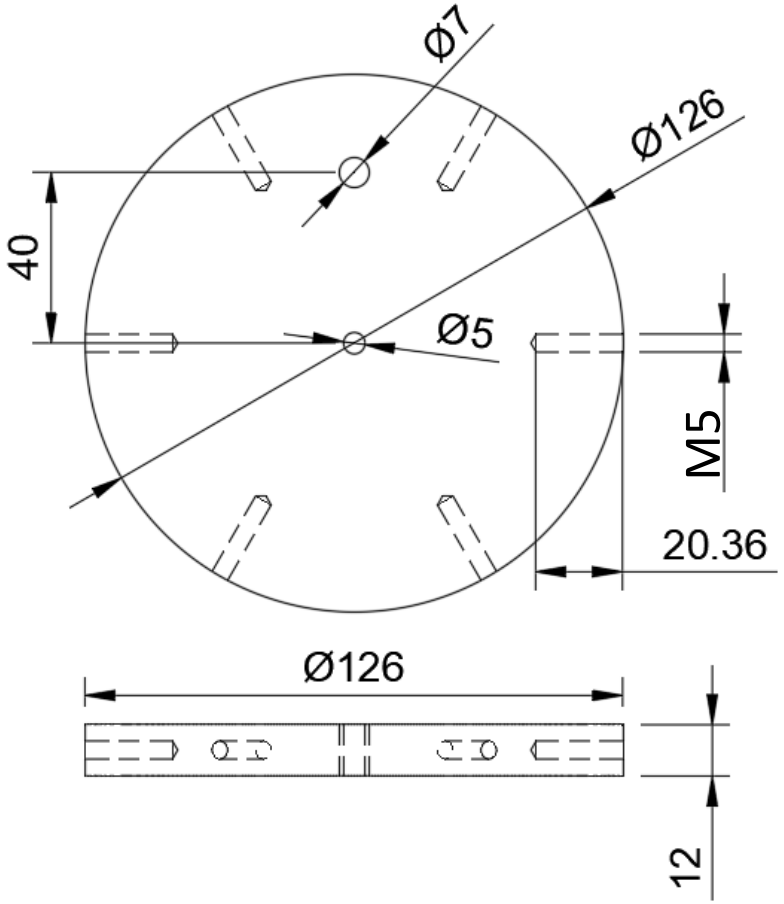
- Aviyonik alt bulkhead, montajı için 60 derecelik açılarla 6 adet M5 vida deliği bulunmaktadır. Bu deliklerden 4'ü gövdeyle monte edilirken kalan 2'si gövde kapağıyla monte edilir.
- Aviyonik gövdesine monte edilir.

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

Aviyonik Üst Bulkhead:



- Bulkhead'in montajı işçin etrafına 60 derecelik açılarla 6 adet M5 vida deliği bulunmaktadır. Bu deliklerden 4'ü gövdeyle monte edilirken kalan 2'si gövde kapağıyla monte edilir.
- Ayırma sisteminin montajı için üzerinde 1 adet M4 vida deliği bulunmaktadır.
- Mapa montajlamak için üzerinde M8 mapa deliği bulunmaktadır.
- Aviyonik gövdesine monte edilecektir.
- Ayrılma gerçekleşmeyecektir.



- Ölçüler mm cinsindendir.

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

Aviyonik Üst Bulkhead Üretim Tablosu

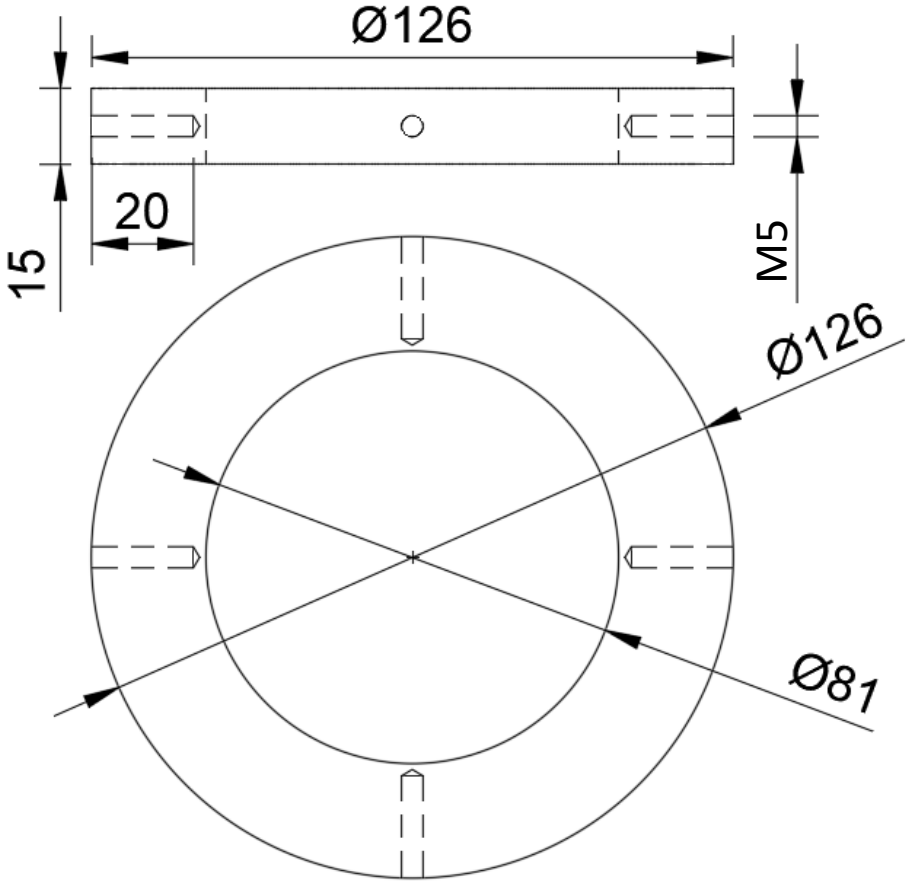
Özellik		Kapsam
Alüminyum	:	Ucuz olması, üretim ve şekil vermesinin kolay olması, mukavemetinin yüksek olması. Alüminyumun yoğunluğu 2,7 g/cm^3'tür.
Talaşlı üretim	:	hızlı olması, kalıp maliyetinin bulunmaması, istenilen sonucu vermesi, çapak ve deformasyon oluşturmamasıdır.

- Aviyonik üst bulkhead, montajı için 60 derecelik açılarla 6 adet M5 vida deliği bulunmaktadır. Bu deliklerden 4'ü gövdeyle monte edilirken kalan 2'si gövde kapağıyla monte edilir.
- Aviyonik gövdesine monte edilir.
- Ayrılma gerçekleşmeyecektir.

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

Centering Ring:

- Motor gövdesine montajı işçin etrafında 90 derecelik açılarla 4 adet M5 vida deliği bulunmaktadır.
- Motor gövdesine sabitlenecektir.
- Kalınlığı 15 mm‘dir.
- Ayrılma gerçekleşmeyecektir.



- Ölçüler mm cinsindendir.

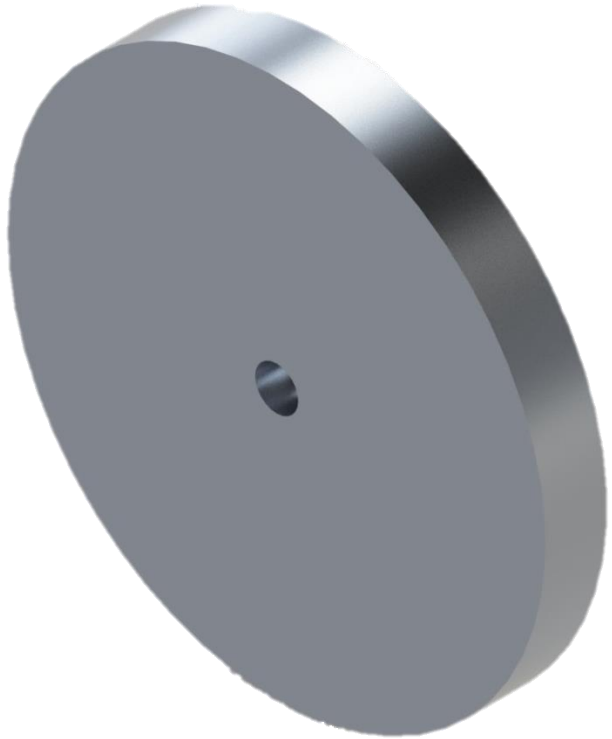
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Centering Ring Üretim Tablosu

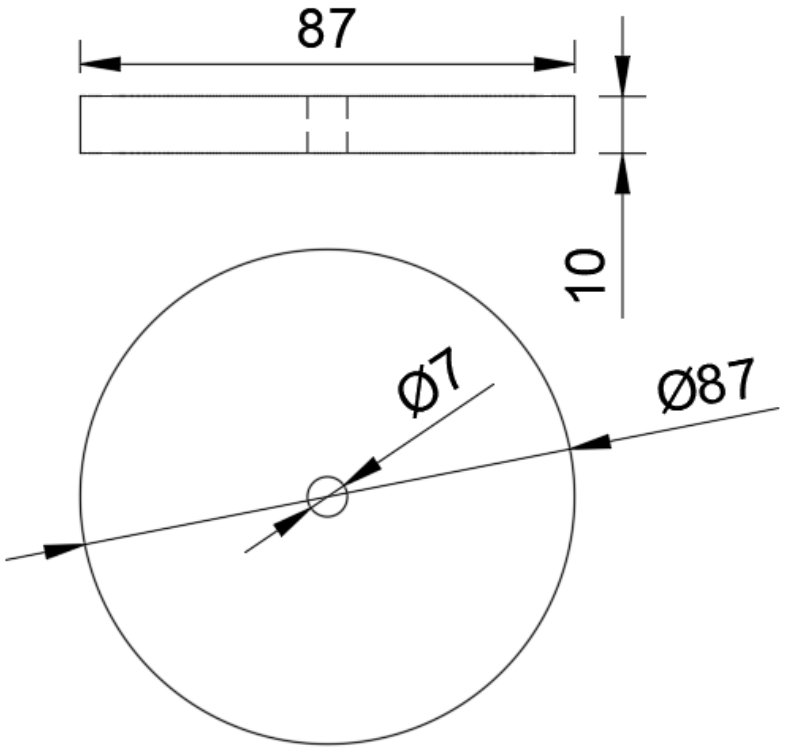
Özellik		Kapsam
Alüminyum	:	Ucuz olması, üretim ve şekil vermesinin kolay olması, mukavemetinin yüksek olması. Alüminyumun yoğunluğu 2,7 g/cm^3'tür.
Talaşlı üretim	:	hızlı olması, kalıp maliyetinin bulunmaması, istenilen sonucu vermesi, çapak ve deformasyon oluşturmamasıdır.

- Centering ring, gövdeye 90 derecelik açılarla 4 adet M5 vida ile monte edilir. Kalınlığı 15mm'dir
- Motor gövdesine monte edilir.
- Ayrılma gerçekleşmeyecektir.

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



- Burun konisi bulkhead'inin üzerinde M8 mapa bulunmaktadır.
- Burun konisindeki konumu değiştiği için çapı 87mm olmuştur.
- Burun konisine montajlanacaktır.
- Burun konisine imalattan sonra epoksi ile yapıştırılacaktır.



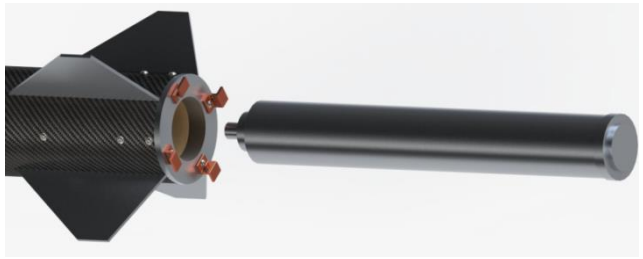
Yapısal – Gövde/Gövde İçi Yapısal Destekler (Entegrasyon Gövdeleri vb.)

Burun Bulkhead'i Üretim Tablosu

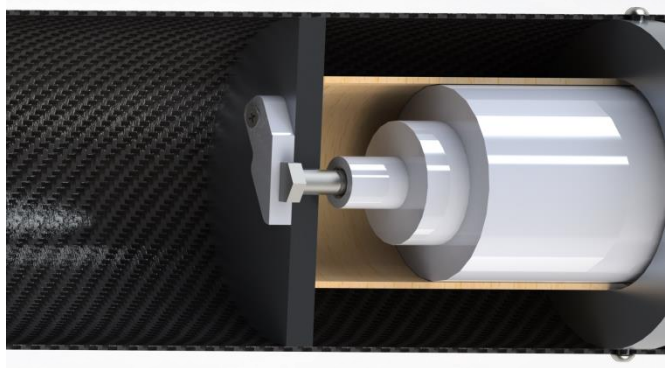
Özellik		Kapsam
Alüminyum	:	Ucuz olması, üretim ve şekil vermesinin kolay olması, mukavemetinin yüksek olması. Alüminyumun yoğunluğu 2,7 g/cm^3'tür.
Talaşlı üretim	:	hızlı olması, kalıp maliyetinin bulunmaması, istenilen sonucu vermesi, çapak ve deformasyon oluşturmamasıdır.

- Burun konisine üretimi tamamlandıktan sonra epoksi ile montajı tamamlanır.
- Burun konisine monte edilir.
- Ayrılma gerçekleşmeyecektir.

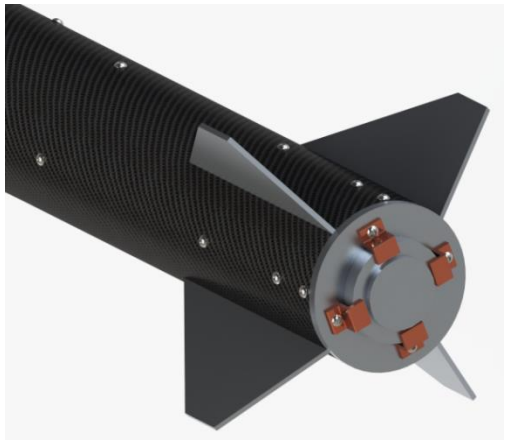
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



- Roket montajı bittikten sonra ilk olarak L1050 adlı motor, roketin arka bölümünden inner tube'ün içine doğru itilir.



- L1050 adlı motor inner tube içine itildikten sonra motor bulkhead'de bulunan ve withworth cıvata sabitleyici ile sabitlenen withwort cıvataya, döndürülerek vidalanır. Böylece L1050 adlı motor rokete sabitlenmiş olur.

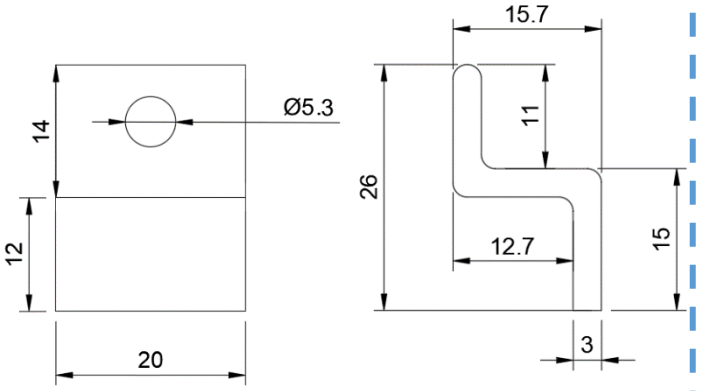


- L1050 adlı motor withwort cıvata ile rokete sabitlendikten sonra, endring üzerinde bulunan M5 vida ile sabitlenmiş 4 adet bakır klips, motoru arkadan tutacak şekilde döndürülür. L1050 motor'u arkadan da tutarak motoru destekler ve kaymasını engeller. Böylece L1050 motor rokete sağlam bir şekilde sabitlenmiş olur.

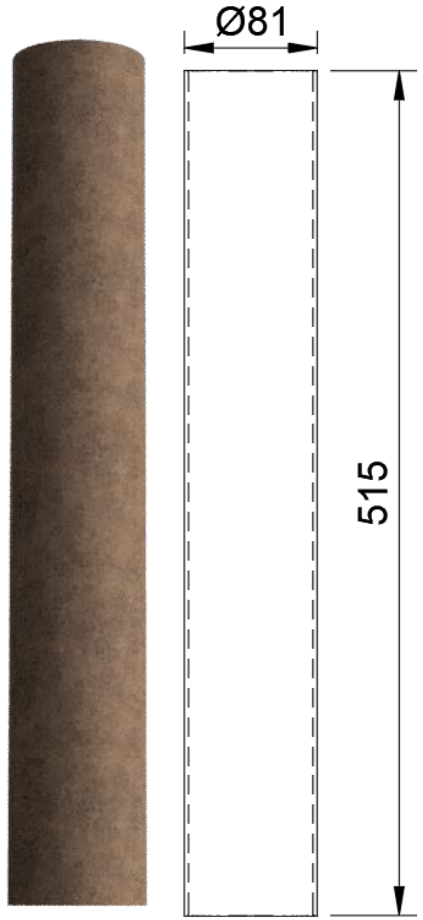
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

Motor sabitleme klips'i:

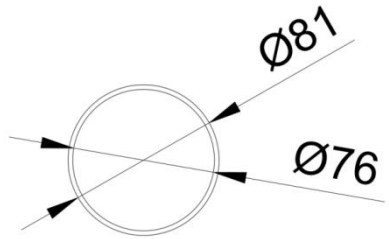
- Motor sabitleme klips'i malzemesi bakır olup elle bükme ile imal edilmektedir.



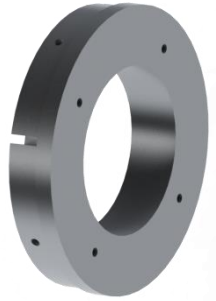
Inner tube:



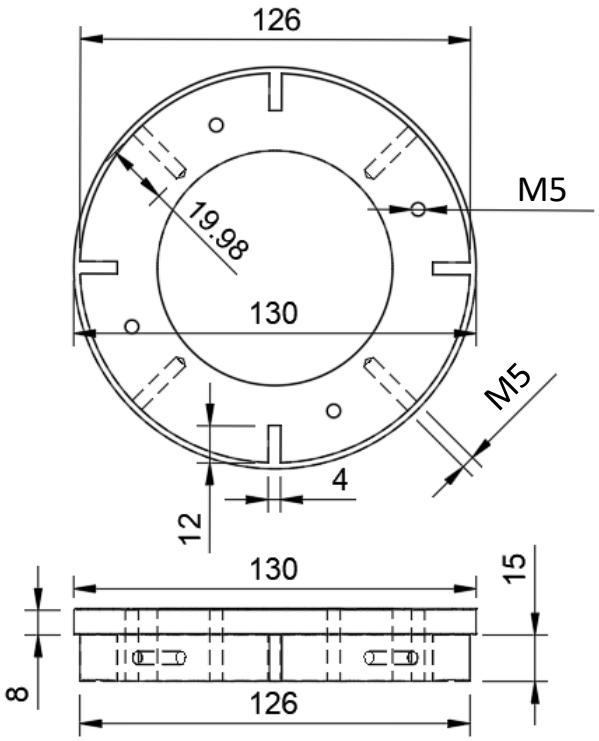
- Inner tube malzemesi sıkıştırılmış karton olup sıkıştırma ve kesim ile imal edilmektedir.



Motor bölümü endring'i:



- Motor bölümü endring'i ham maddesi alüminyum olup lazer kesim ile imal edilmektedir

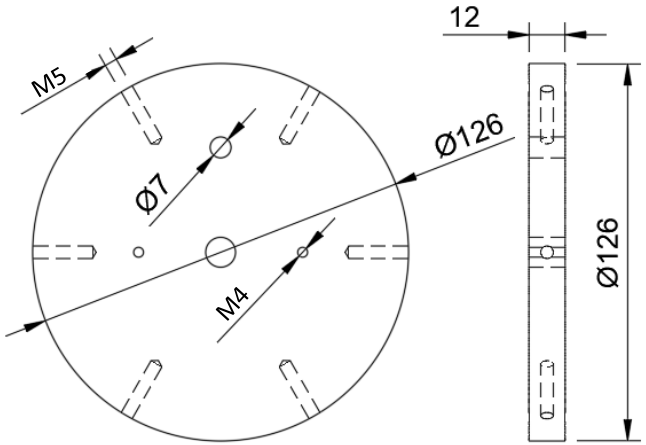


- Endring toplam kalınlığı irtifayı istenen değerde sağlamak için 23mm ile değiştirilmiştir.

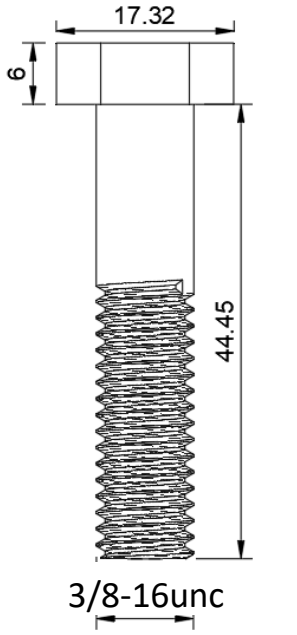
Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

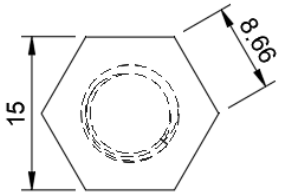
Motor bölümü, bulkhead:

- Motor bölümü bulkhead'i ham maddesi alüminyum olup talaşlı imalat ile üretilip CNC de delikleri açılacaktır.



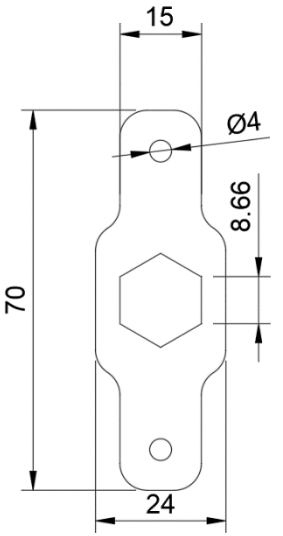
Whitworth cıvata:





- Withworth cıvata ham maddesi çelik olup hazır alınacaktır.

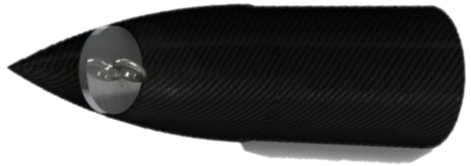
whitworth cıvata sabitleme blok'u:



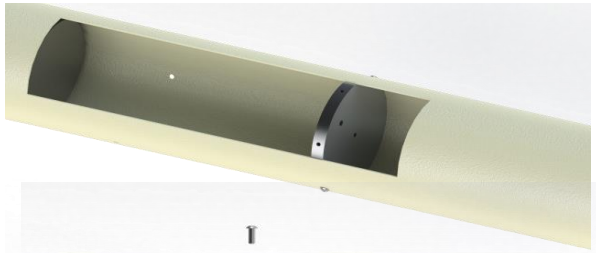
- whitworth cıvata sabitleme blok'unun ham maddesi alüminyum olup talaşlı imalat ile üretilip dikey işlemler ve vida delikleri CNC ile üretilmektedir.

Roket Montaj Stratejisi

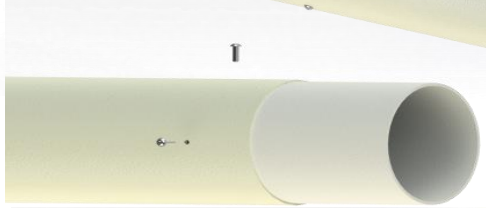
1. Roket montajı sırasıyla burun konisi, aviyonik gövde , motor gövdesi, son olarak da motor montajı ile bitirilir.
2. Burun bulkhead; burun konisi yapısından dolayı cıvata ile monte edilememektedir. Bu yüzden imalatı tamamlandıktan sonra burun bulkhead, epoksi ile burun konisine yapıştırılacaktır. Yarışma anında montajı için üzerine sadece M8 mapa takılacaktır. Burun konisi montajı bittikten sonra aviyonik gövde montajına geçilecektir.
3. Alt bulkhead; aviyonik gövdenin üstünden cıvata deliklerine denk gelene kadar itilir. Sonra üzerinde bulunan 6 adet cıvata deliğinden 4 tanesi M5 cıvata ile gövdeye sabitlenir. (kalan iki delik aviyonik bölümü kapağı montajlamak içindir).
4. Coupler; aviyonik gövdesinin altından, doğru konuma gelene kadar ittirilir. Ardından 4 adet M5 cıvata ile aviyonik gövdesine sabitlenir.
5. 20cm'lik aviyonik bölme ve envelope gövdenin üstünden motor bulkhead'e kadar itilip doğru konuma getirilir.
6. Aviyonik gövdenin üstünden üst bulkhead içeri itilir. Doğru konuma geldiğinde 6 adet cıvata deliğinden 4 tanesi M5 cıvata ile aviyonik gövdesine sabitlenir.(kalan iki delik aviyonik bölümü kapağı montajlamak içindir).



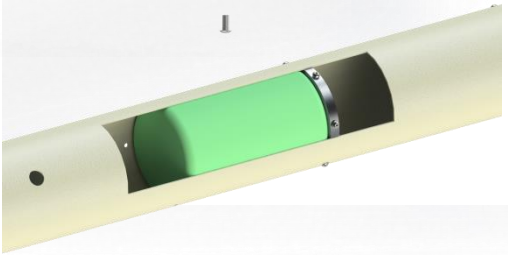
2.



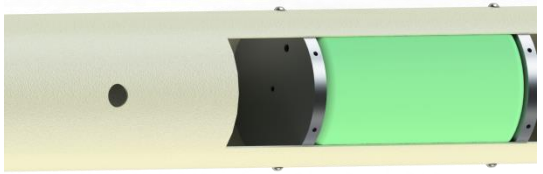
3.



4.



5.

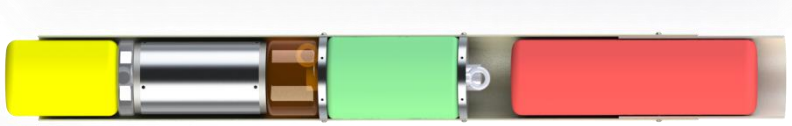


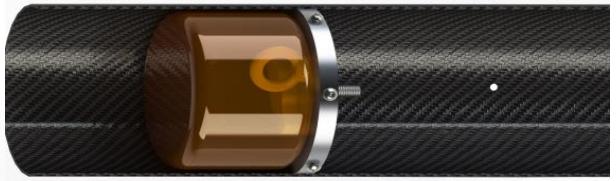
6.

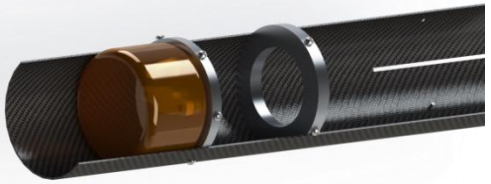
Roket Montaj Stratejisi

7. 2 adet piroteknik ayırma sisteminin bağlantı arayüzü M4 cıvata ile alt ve üst bulkhead'e sabitlenir. Ardından alt ve üst bulkhead'e 1'er adet M8 mapa vidalanır.
8. Aviyonik gövdenin üstünden sırasıyla; burun konisi ile aviyonik gövdeyi bağlayan şok kordonu, görev yükü, görev yükü şok kordonu ve görev yükü paraşütü gövde içine itilerek yerleştirilir. Gövdenin altından; Ana paraşüt, gövde içine itilerek yerleştirilir. Aviyonik gövde montajı bittiği için kenara koyulur.
9. Motor bulkhead; Motor gövdesinin yukarısından içine doğru itilir. 6 adet M5 cıvata ile motor gövdesine sabitlenir. Ardından motor bulkhead üzerine M8 mapa vidalanır. Motor ve aviyonik gövdesini birbirine bağlayan şok kordonu M8 mapa'ya bağlanarak motor gövdesinin içine katılır.
10. Centering ring, motor gövdesinin arkasından içeri doğru itilir. Ardından 4 adet M5 cıvata ile gövdeye sabitlenir.
11. 4 adet kanatçık ve 2 adet kanatçık profili, gövdenin dışında; kanatçıklar, kanatçık gövdesindeki yuvalarına cıvata delikleri denk gelecek şekilde oturtulur. Ardından her kanatçık 2 adet M5 cıvata ile kanatçık profiline sabitlenir. Montaj bittikten sonra kanatlar, kanatçık profilleri ile beraber gövde içine itilir. Ardından 2 kanat profili 4'er tane M5 cıvata ile gövdeye sabitlenir.

7.


8.


9.


10.

Roket Montaj Stratejisi

12. 4 adet bakır klips, gövdenin dışında ; her biri 1'er tane M5 cıvata ile endring'in arka kısmında bulunan 4 adet deliğe sabitlenir. Motoru tutacak olan kısımları dışa doğru çevrilir. Endring motora sıkıştırılır.
13. Gövde içi elemanları, destek parçaları montajı ve yerleştirmesi bittikten sonra ilk olarak burun konisi gövdenin içine katılarak sıkıştırılır. İkinci olarak, aviyonik gövdeye sabitlenmiş olan coupler motor gövdesinin içine itilerek sıkıştırılır. Ardından motor yerleştirme stratejisine geçilir.

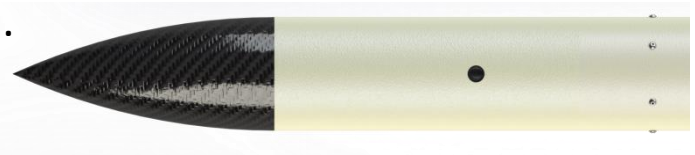
12.

13.

Montaj Elemanları Dayanımı

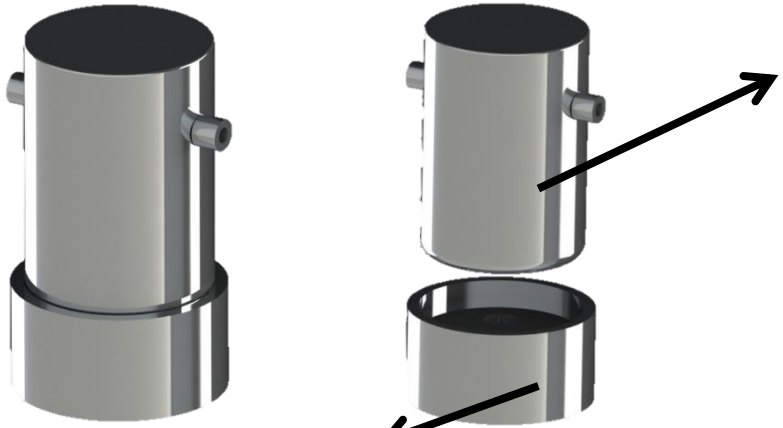
- M5 cıvatanın kullanılacak ölçü değerlerinde tek cıvata için dayanımı 838 kg olup bütün parça ve komponentleri taşıyacak dayanıma sahiptir.
- M4 cıvatanın kullanılacak ölçü değerlerinde tek cıvata için dayanımı 519 olup bütün parça ve komponentleri taşıyacak dayanıma sahiptir.

13.



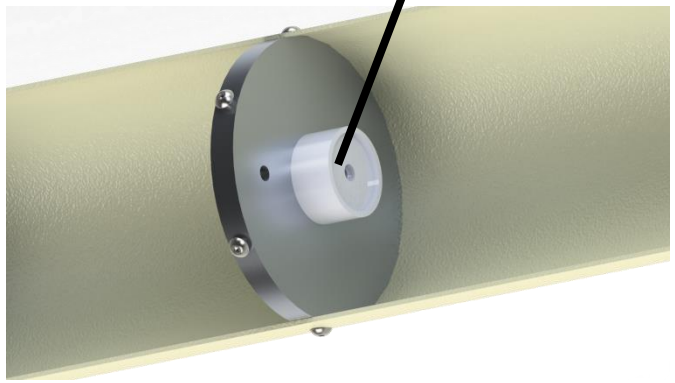
- İrtifa ölçümü için kullanılacak olan hakem altimetresi montajı, uçuştan 10 dk öncesinde aviyonik kapak sökülerek, aviyonik bölümünün içinde bulunan envelope'daki yerine yerleştirilir.
- Sıcak gaz üreteci alt sistemi olan piroteknik kapsül, atıştan 10 dk öncesinde aviyonik' in üstündeki ve altındaki bulkheadlerin üstüne sabitlenmiş olan bağlantı arayüzlerine clips ile monte edilir. Piroteknik ayırma sistemi, yarışma kapsamında bize verilen ayırma sistemi kullanılacaktır.

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

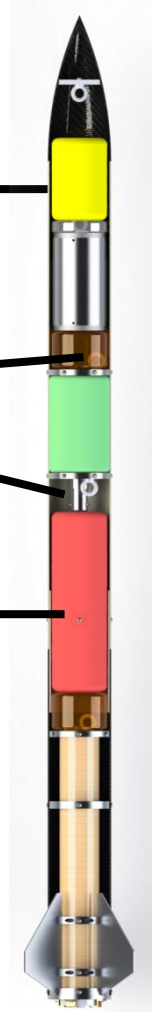


Piroteknik kapsül

Bağlantı arayüzü



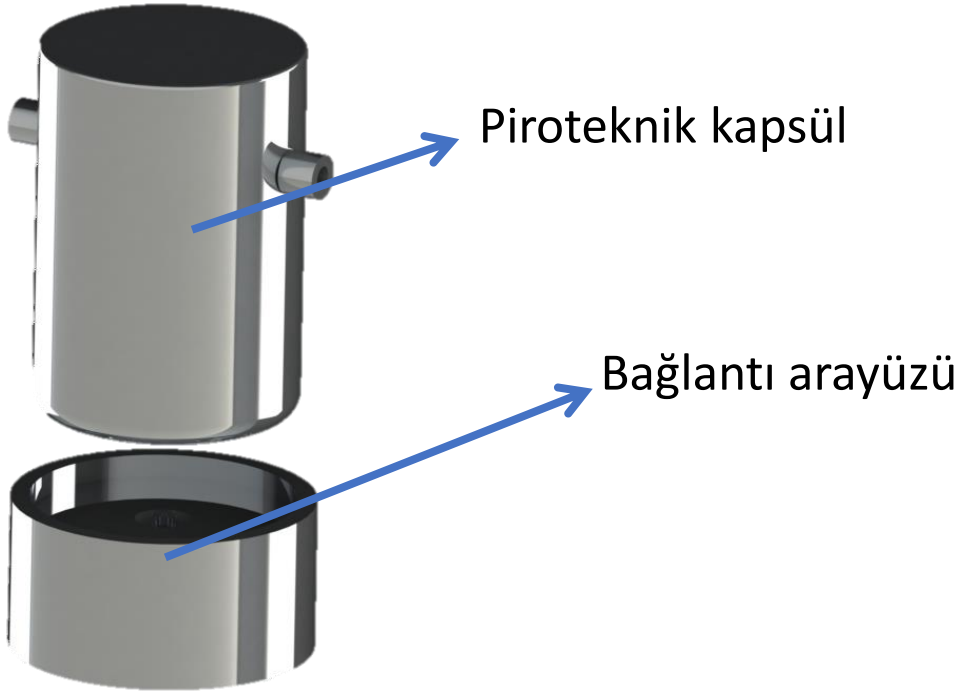
Bağlantı arayüzü; üzerlerinde bulunan M4 vida delikleri
Bulkhead üzerinde bulunan vida delikleri ile merkezlenip M4 vida ile monte edilir.
Bağlantı arayüzü bulkhead'e montajlanmış olur.



Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

- Ayırma Sistemi, piroteknik kapsül ve bağlantı arayüzü adında iki parçadan oluşmaktadır.
- Bağlantı arayüzü M4 cıvata yardımıyla bulkheade montajlanacaktır.
- Piroteknik kapsül ise klips yardımıyla bağlantı arayüzüne bağlanacaktır.

- Ayırma sistemi olarak barut haznesi kullanılmaktadır. Barut haznesi Teknofest tarafından karşılanacaktır.
- Ayırma sisteminin malzemesi ve üretim şekli hakkında Teknofest bilgilendirme yapmamıştır.



- Kurtarma sisteminin hacmi; Tolerans değerleri göz önünde bulundurularak. Bağlantı ara yüzü 20,357cm^3 , piroteknik kapsül ise 42,200cm^3 yer kaplayarak. 1 adet kurtarma sisteminin toplam hacmi 62,557cm^3 olarak hesaplanmıştır.
- Roket içinde 2 adet kurtarma sistemi kullanıldığı için roket içinde kaplayacağı toplam alan 125,114cm^3 'dir.

Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

- Aviyonik sistem, Barometrik Basınç Sensörü BMP180'den aldığı yükseklik, hız verileri ve MPU6050'den gelen roketin açısı ile roketin tepe noktasına ulaşıp ulaşmadığını kontrol etmektedir. Roket tepe noktasına ulaşıp düşüşe geçtiği anda sistem fünyeyi ateşleyecektir. Fünye barut haznesinin içindeki kara barutu patlatacaktır. Barutun patlamasıyla beraber burun konisi ve aviyonik gövdesi birbirinden ayrılacaktır. Ayrılmayla beraber aviyonik gövdesinin içinden paraşütler ve faydalı yük çıkacaktır. Görev yükü paraşütü ve görev yükü roketten bağımsız bir şekilde inecektir. Ana paraşüt ise roket (burun konisi, avyonik gövdesi ve motor gövdesi) ile birlikte inecektir.

Kurtarma Aşamaları:

1. Tepe Noktasına Ulaşma ve Düşüş : Roketin en yüksek konumudur. Bu konumda aviyonik sistem fünyeleri ateşler. Ateşlenen fünyeler barutu patlatır.
2. Ana Barut Patlaması: Fünyelerin ateşlediği barutlar patlar. Rokette 2 adet barutlu ayırma sistemi bulunmaktadır. Burun konisini ayıran patlamada görev yükü ve görev yükü paraşütü çıkmaktadır. Motor gövdesini ayıran patlamada, roketi taşıyacak olan ana paraşüt çıkacaktır.
3. Paraşüt Açılması: Paraşütler; görev yükünü ve roketi güvenli bir şekilde indirmeye yarayacaktır. Her iki paraşütünde düşüş hızı 6,3 m/s'dir. Görev yükü paraşütü, sadece görev yükünü taşımaktadır. Ana paraşüt ise roketi (burun konisi, aviyonik gövdesi ve motor gövdesi) taşımaktadır.
4. Yüklerin Tam İnişi: Roketin ve görev yükünün yere tam indiği noktadır. Bu aşamada görev yükünün ve roketin konumları, gps verileriyle tespit edilecektir. Tespit edilen veriler ışığında roket ve görev yükü bulunacaktır.

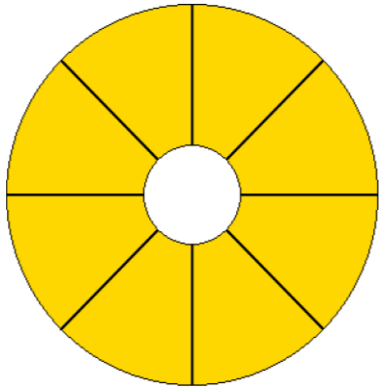
Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Fırdöndü [11]

Mapa [10]

Karabina [9]

Şok Kordonu [8]



Paraşüt
(Üstten Görünümü)

Fünye [7]

Kurtarma Alt Sistemleri:

- Paraşüt: Roketin düşüş hızını azaltarak daha güvenli bir şekilde inmesini sağlar. Paraşütlerin düşüş hızı 6,3 m/s'dir
- Fünye [7]: kara barutlu ayırma sisteminin aktivasyonunu sağlar. Aviyonikten gelen voltaj sayesinde patlatmayı sağlar.
- Şok kordonu [8]: Paraşüt ile mapayı birbirine bağlar. Ayrıca iki mapayı da birbirine bağlar. 600 kg ağırlığa kadar dayanıklıdır.
- Karabina [9]: Şok kordonunun mapaya kolayca bağlanabilmesini sağlar. Ayrıca paraşüt ile şok kordonunu birbirine bağlar. Ana eksende 25 kN (≅ 2550 kg), yanal eksende 10 kN (≅ 1020 kg) ağırlığa kadar dayanıklıdır.
- Mapa [10]: Bulkheade montajlanarak şok kordonlarının bağlanabileceği bir yer oluşturur.100 kg ağırlığa kadar dayanıklıdır
- Fırdöndü [11]: Paraşüt iplerinin birbirine dolanmasını engeller. 385 kg ağırlığa kadar dayanıklıdır.

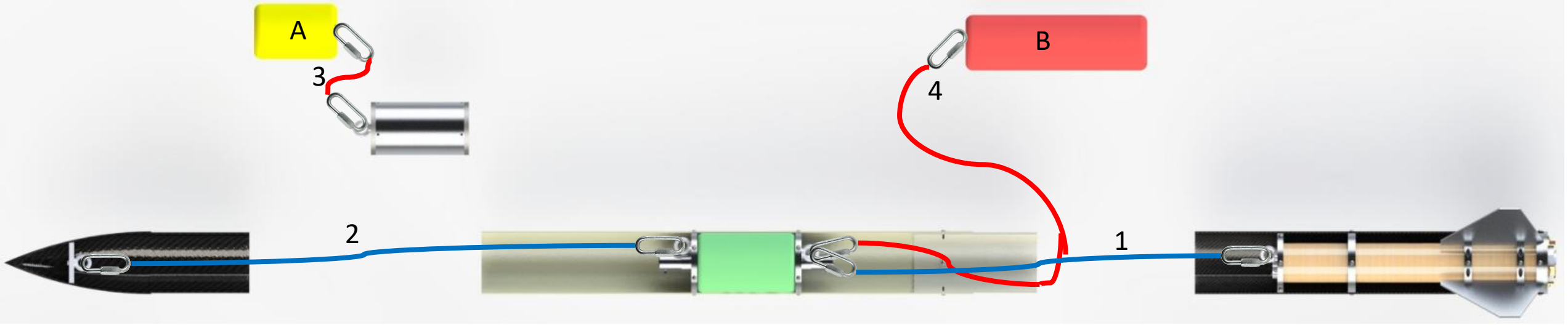
Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Roket 5000 feete (tepe noktasına) ulaştığında aviyonikten gelen kibrit başları tetiklenecektir. Tetiklenen kibrit başları, kara barutları ateşleyip patlatacaktır. Burun konisi ile motor gövdesi, bu patlama sonrasında aviyonik gövdeden ayrılacaktır. Ayrılmayla birlikte hava boşluğu oluşacaktır. Paraşütler bu hava boşluğundan ve basınç farkından yararlanarak roketin içinden çıkacaktır.

1. Aviyonik gövde ile motor gövdesi arasındaki şok kordonu
2. Burun konisi ile aviyonik gövde arasındaki şok kordonu
3. Görev yükü ile paraşütü arasındaki şok kordonu
4. Aviyonik gövde ile ana paraşüt arasındaki şok kordonu

A: Görev Yükü Paraşütü
B: Ana Paraşüt

NOT: Şok kordonlarının uzunluğu gerçeği yansıtmamaktadır



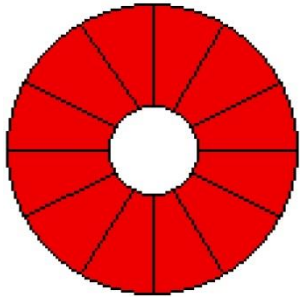
Sıcak Gaz Üreteci Gereksinimleri

Sıcak Gaz Üretici Gereksinimleri Tablosu

Ayrılma	Basınçlandırılacak hacim çapı (mm)	Basınçlandırılacak hacim (m^3)	Ulaşılmak istenen basınç (Bar)
1. Ayrılma	12,6	0,00728188	1.1
2. Ayrılma	12,6	0,00644646	1.1

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

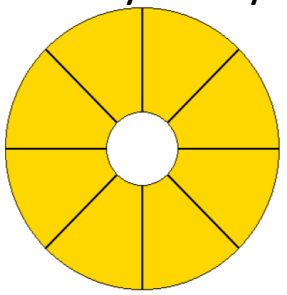
Ana paraşütün rengi, istenilen malzemenin tedarik edilememesinden dolayı kırmızıya çevrilmiştir.



- Her biri 30 derece olan 12 adet dilimden oluşmaktadır.

Şekil 1.1

Görev yükü paraşütünün rengi, istenilen malzemenin tedarik edilememesinden dolayı sarıya çevrilmiştir.



- Her biri 45 derece olan 8 adet dilimden oluşmaktadır.

Şekil 1.2

Paraşütlerin tasarımı aerodinamik gereksinimleri en üst düzeyde karşıladığı için daire şeklinde olması uygun görülmüştür. Ayrıca paraşütlerin savrulmaması, içine dolan hava akımını en uygun şekilde boşaltarak, uygun bir şekilde kontrol edebilmesi ve en güvenli bir şekilde iniş sağlaması için paraşütün orta kısmına delik açılması uygun görülmüştür. Ayrıca paraşüt tasarımının üstten görünüşü şekil 1.1 ve 1.2 deki gibidir. Sarı ve kırmızı renkli alanlar Ripstop Nylon adlı kumaştan üretilmiştir. Ortasında ise hava boşaltımı için bir delik bulunmaktadır.
Delikler paraşüt alanına dahil değildir.

- Ana ve görev yükü paraşütünün çapları sırasıyla 264 ve 165 cm'dir. Ayrıca paraşütlerin tepe noktasında hava çıkışını kolaylaştırmak için delikler bulunmaktadır. Tepe noktasındaki deliklerin çapı paraşüt çapının 1/8'i kadar çapa sahiptir. Yani ana ve görev yükü paraşütünün deliği sırasıyla 33 ve 20,625 cm'dir.
- Paraşüt paket boylarının; üretimden sonra, ÖTR de tahmin edilen değerlerin tutmamasından dolayı ana paraşüt paket boyu 37cm, görev yükü paraşütü ise 17cm' ye büyütülmüştür.

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

Paraşüt Çapı = $D = \sqrt{\frac{8mg}{\pi \rho v_t^2 Cd}}$ [12]

Yük ağırlığı, Yer çekimi ivmesi, Hava'nın yoğunluğu, Terminal hız, Sürükleme katsayısı

Ana Paraşüt Çapı = $\sqrt{\frac{8*10,490*9,8}{3,14*1,17*6,3^2*0,8}} \cong 264$ cm

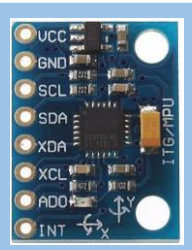
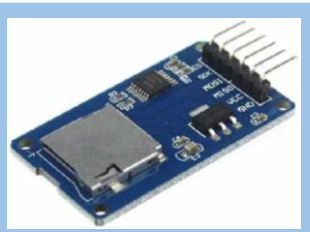
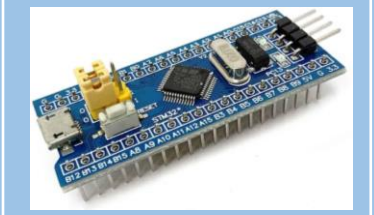
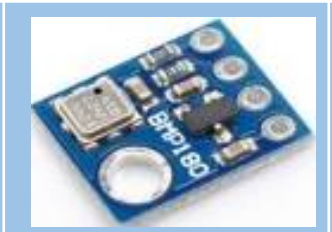
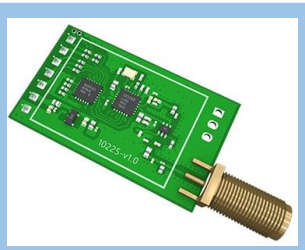
Görev Yükü Paraşütü Çapı = $\sqrt{\frac{8*4,100*9,8}{3,14*1,17*6,3^2*0,8}} \cong 165$ cm

Paraşüt, roketin 6,3 m/s hızla indirmek için tasarlanmıştır. Tasarlanan paraşütün çapının işlemi yukarıda gösterilmektedir.

	Renk	Düşüş Hızı	Kütle	Çap	Boyut (Kapalı)	Paraşüt Asılma İpi Uzunluğu	Paraşütün Malzemesi	Paraşüt Asılma İpi Malzemesi	Paraşütün Tepe Noktasındaki Deliğin Çapı	Boyut (Açık)
Ana Paraşüt	Kırmızı	6,3 m/s	1049g	264 cm	3841,2 cm^3	325 cm	Ripstop Nylon	Poliamit 6	33 cm	46.650,2 cm^2
Görev Yükü Paraşütü	Sarı	6,3 m/s	243g	165 cm	1764,9 cm^3	220 cm	Ripstop Nylon	Poliamit 6	20,625 cm	21.037,7 cm^2

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

GPS, Radyo Sinyali Vericisi ve Sensörler Tanıtımı Tablosu

MPU6050	NEO 6M	Micro SD Kart Modülü	STM32F103C8	BMP180	LoRa E22 900T22D
 [1]	[2]	 [3]	 [4]	 [5]	 [6]

- Ana aviyonik ve görev yükünde bulunan baskı devre kartında (PCB); NEO 6M, MPU6050, BMP180, STM32F103C8, LoRa E22 900T22D ve Micro SD Kart Modülü bulunmaktadır. NEO 6M; GPS modülüdür. Enlem, Boylam ve İrtifa almamızı sağlar. MPU6050; IMU sensörüdür. İvme ve Gyro verilerini almamızı sağlar. BMP180; barometrik basınç sensörüdür. Basıncı ölçerek yüksekliği ve yükseklikten de hızı bulmamızı sağlar. Micro SD Kart Modülü; Micro SD Karta veri yazmamızı sağlamaktadır. LoRa E22 900T22D ise alınan verileri (GPS Enlem, GPS Boylam, GPS İrtifa) yer istasyonuna iletmemizi sağlamaktadır. STM32F103C8 ise mikrodenetleyicimizdir. Algoritma bu mikrodenetleyiciye yüklenecek ve çalıştırılacaktır. Roket üzerinde bulunan her unsur kurtarılacaktır. Ana aviyonik ve görev yükünde bulunan uçuş kontrol bilgisayarları aynıdır.
- Motor Gövdesi ve burun konisi, aviyonik gövdeye bağlı ineceğinden dolayı aviyonik sistem bulundurmamaktadır.

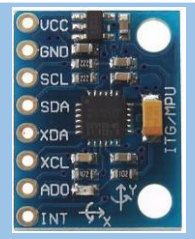
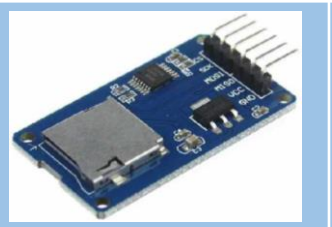
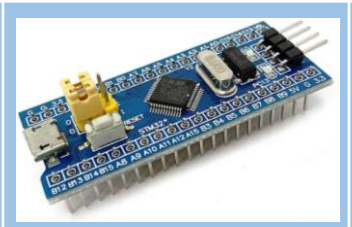
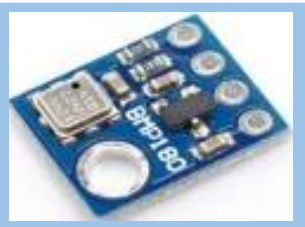
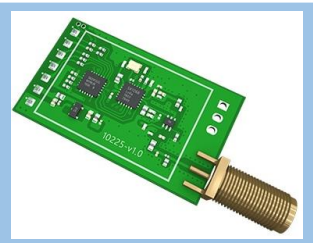
Kurtarma Sistemi – Paraşütler -2

Paraşüt Özellikleri

Paraşüt Sistemi	Paraşüt Alanı (m^2)	Paraşüt Sisteminin Taşayacağı Kütle (kg)	Paraşüt Sürükleme Katsayısı	Düşüş Hızı (m/s)
Ana Paraşüt	4,6650195 m²	10,490 kg	0,8	6,3 m/s
Görev Yükü Paraşütü	2,1037693 m²	4,1 kg	0,8	6,3 m/s

Görev Yükü

Konum Belirleme Sistemi Detay Özellikleri Tablosu

İsim	MPU6050	NEO 6M	Micro SD Kart Modülü	STM32F103C8	BMP180	E22 900T22D
Fotoğraf	 [1]	[2]	 [3]	 [4]	 [5]	 [6]
Açıklama	IMU sensörüdür. Görev yükünün ivme ve gyro verilerini almamızı sağlar.	GPS modülüdür. Görev yükünün enlemi, boylamı ve irtifasını almamızı sağlar	Uçuş kontrol bilgisayarının aktif olduğunu kontrol etmek için kullanılmaktadır.	Uçuş kontrol bilgisayarının mikrodenetle-yicisidir.	Barometrik basınç sensörüdür. Basıncı ölçerek görev yükünün yüksekliğini ve yükseklikten de hızını bulmamızı sağlar.	Alınan verileri (GPS Enlem, GPS Boylam, GPS İrtifa) yer istasyonuna iletmemizi sağlamaktadır.

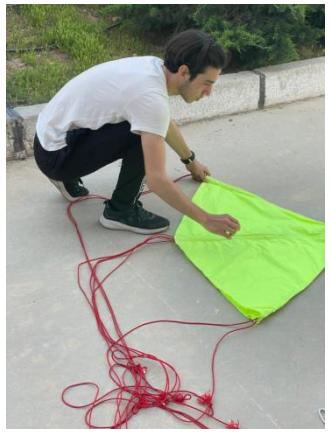
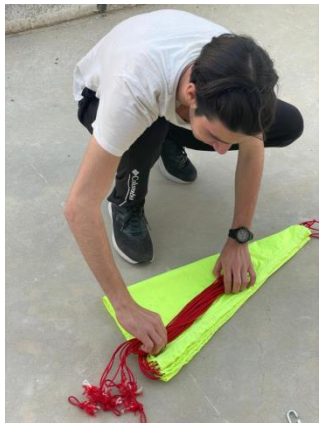
Görev Yükü

Roket 5000 feet'e (tepe noktasında) ulaşıp düşüşe geçtiğinde aviyonikten gelen fünyeler ateşlenecektir. Ateşlenen fünyeler, yarışma kapsamında bize verilen kara barutlu ayırma sisteminin içinde barutu patlatacaktır. Görev yükü, patlamayla beraber oluşan basınçtan yararlanarak roketten ayrılacaktır. Roketten ayrılan görev yükünün içinde NEO 6M adlı gps modülü bulunmaktadır. Bu modül; görev yükünün enlem, boylam ve irtifa verilerini LoRa E22 900T22D modülüne aktaracaktır. Aktarılan veri de Lora E22 900T22D modülü sayesinde yer istasyonuna ve hakem altimetresine aktaracaktır. Görev yükü kurtarılana kadar veriler yer istasyonuna ve hakem altimetresine aktarılacaktır. Görev yükünün yere indiği tespit edildiğinde, görev yükünü almak için yola çıkılacaktır.

- Görev yükünün kütlesi 4100 gramdır.
- Görev yükünün boyu 200 milimetre, çapı ise 110 milimetredir.
- Görev yükü üst kapak , alt kapak, ve gövde olarak 3 bölümden oluşmaktadır. Gövde alüminyum, alt ve üst kapaklar çelikten üretilecektir. Bölümler birbirlerine 4'er adet M5 vida ile sabitlenmektedir.
- Görev yükünün işlevi yoktur.

Kurtarma Sistemi Prototip Testi

- Kurulum aşaması görselleri

- Kurtarma sistemi prototip testinin amacı paraşütümüzün paket halinde 15 metre yükseklikten bırakıldığında açılıp açılmayacağını test etmektir.

- Kurtarma sistemi prototip testleri başarıyla gerçekleşmiştir. Paraşütler paket halinde herhangi bir kütle ile atıldığında açılmıştır.
- Test başarılıdır.

Test videoları sisteme gönderme tarihileri arasında gönderilecektir.

Aviyonik – Özet

Aviyonik Sistemler Görev ve Tanıtım Tablosu

Sistem	Kodu	Tanıtım	Görevi
Easy Mini Altimetresi (Ticari)	09201	Easy Mini Altimetresi Altus Metrum tarafından üretilen, basınç sensörü bulunduran bir ticari karttır.	Basınç sensörü sayesinde yüksekliği ölçmek ve ayırma sistemlerini ateşlemek için kullanılmaktadır.
Özgün Devre Kartı	-	Özgün Devre Kartı roket takımı tarafından tasarlanan; ivme ve gyro sensörü, basınç sensörü, Micro SD Kart Modülü ve GPS modülü bulunduran bir özgün karttır.	Yüksekliği, ivmeyi, hızı, basıncı ölçmek, GPS koordinatlarını ve Gyro verilerini almak; Aldığı bu verileri Yer İstasyonuna göndermek ve ayırma sistemlerinin ateşlenmesini sağlamak için kullanılmaktadır.

Aviyonik – Özet

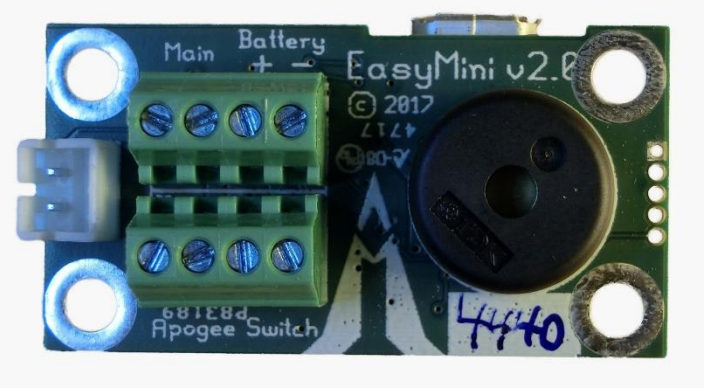
Aviyonik Sistemler Benzerlik-Farklılık Tablosu

Sistemler	Kodu	Benzerlik	Farklılık
EasyMini Altimetresi (Ticari)	09201	Basınç ölçmektedir.	Boyut olarak daha küçüktür. Kendi yazılım arayüzü vardır.
Özgün Devre Kartı	-	Basınç ölçmektedir.	Boyut olarak daha büyüktür. GPS ile Koordinat verileri almaktadır. İvme ve Gyro verilerini ölçmektedir. Arduino IDE ile sıfırdan kodlanmaktadır

İki aviyonik bilgisayar arasında herhangi bir geçiş bulunmamaktadır. Bu yüzden biri çalışmadığında diğeri çalışmaya devam edebilecektir. Kendi algoritmalarına göre kendi başlarına çalışacaklardır.

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

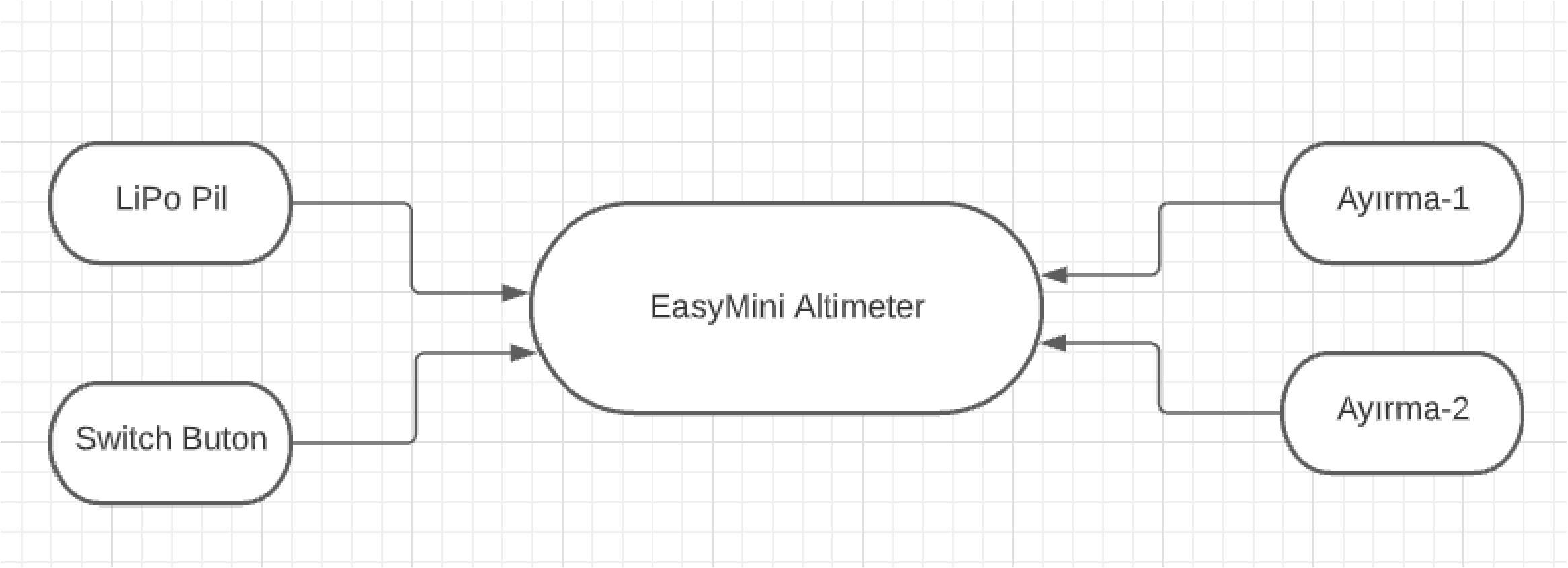
Ticari sistem olarak EasyMini Altimetresi seçilmiştir. Bu altimetre dual-deployment için kullanılmaktadır ve çok küçüktür. Üzerinde basınç sensörü ve buzzer bulunmaktadır. Üzerinde bulunan USB portu data transferi için kullanılmaktadır. 9V batarya ve LiPo pil ile beslenebilmektedir. Buzzer ötme aralıkları mors koduna göre düzenlenmiştir ve her ötüşün bir anlamı vardır. Her ötüşün ne anlama geldiği, gelen paketteki yönergelerde yer almaktadır. Kartın üzerindeki beyaz konnektör, LiPo pil bağlamak için kullanılmaktadır. Karttaki 8 yeşil klemens, kartta belirtildiği gibi ikisi Switch için ikisi batarya için diğer dördü ise Ayırma-1 ve Ayırma-2 içindir.



Configure Altimeter (Altimetreyi Yapılandır) bölümünden Main Deploy Altitude (Ana Paraşüt Ayrılma İrtifası) fabrika ayarı olarak 250 metrede gelmektedir. Gerekli ayarlar yapılarak Ana Paraşütün tepe noktasında ayrılması sağlanacaktır. Apogee Delay (Doruk Gecikmesi) ve Apogee Lockout (Doruk Kilitlenmesi) fabrika ayarı olan 0'da kullanılacaktır. İgniter Firing Mode (Ateşleyici Ateşleme Modu) iki tane ayırma olacağı için Dual Deploy (Çift Ayırma) olarak seçilecektir. Beeper Frequency (Uyarı Frekansı) fabrika ayarı olan 4000'de kullanılacaktır. Maximum Flight Log Size (Maksimum Uçuş Kayıt Boyutu) 192 Kb (5 flights)'da kalacaktır. Easy Mini tedarik edildikten sonra Configure Ground Station (Yer İstasyonu Yapılandır) bölümünden yer istasyonu yapılandırılacaktır.

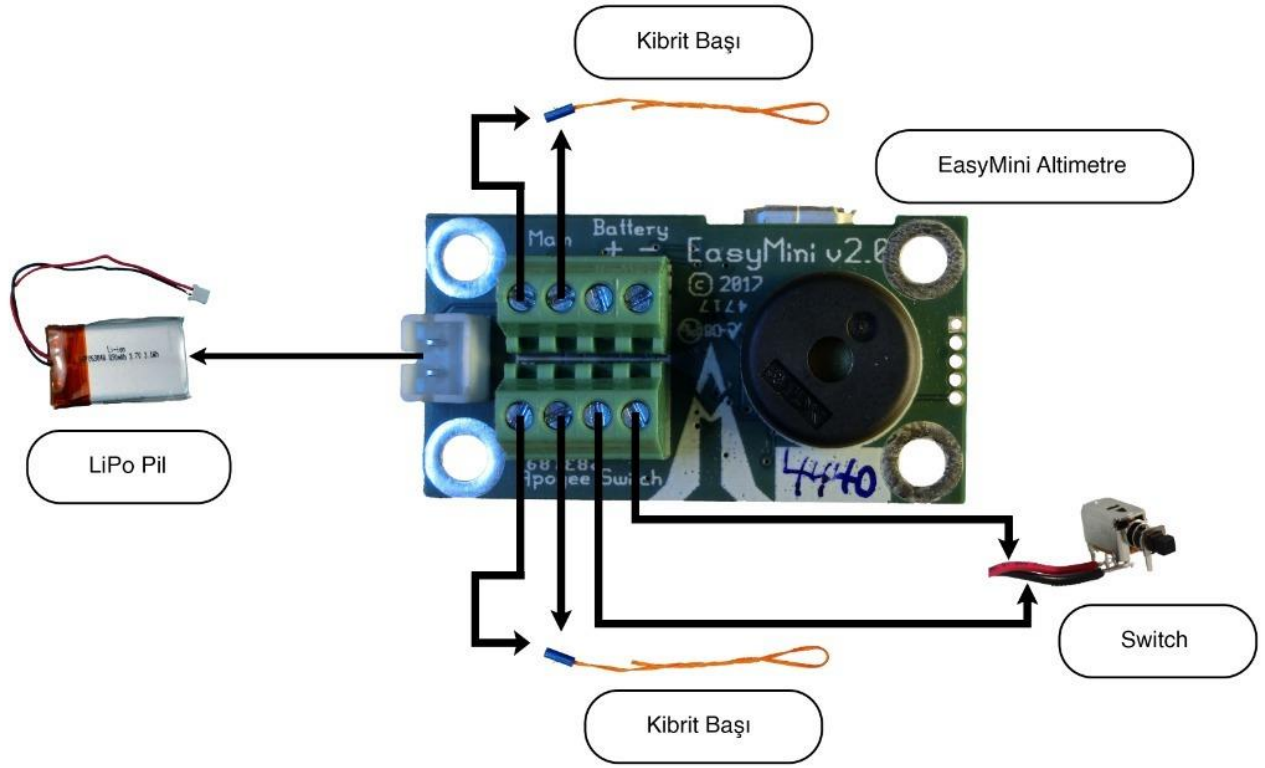
Aviyonik – 1.Sistem Detay/2 (Ticari Sistem)

Ticari Uçuş Kontrol Bilgisayarı Devre Blok Diyagramı



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

Ticari Uçuş Kontrol Bilgisayarı Bağlantı Şeması



Aviyonik – 2.Sistem Detay/1

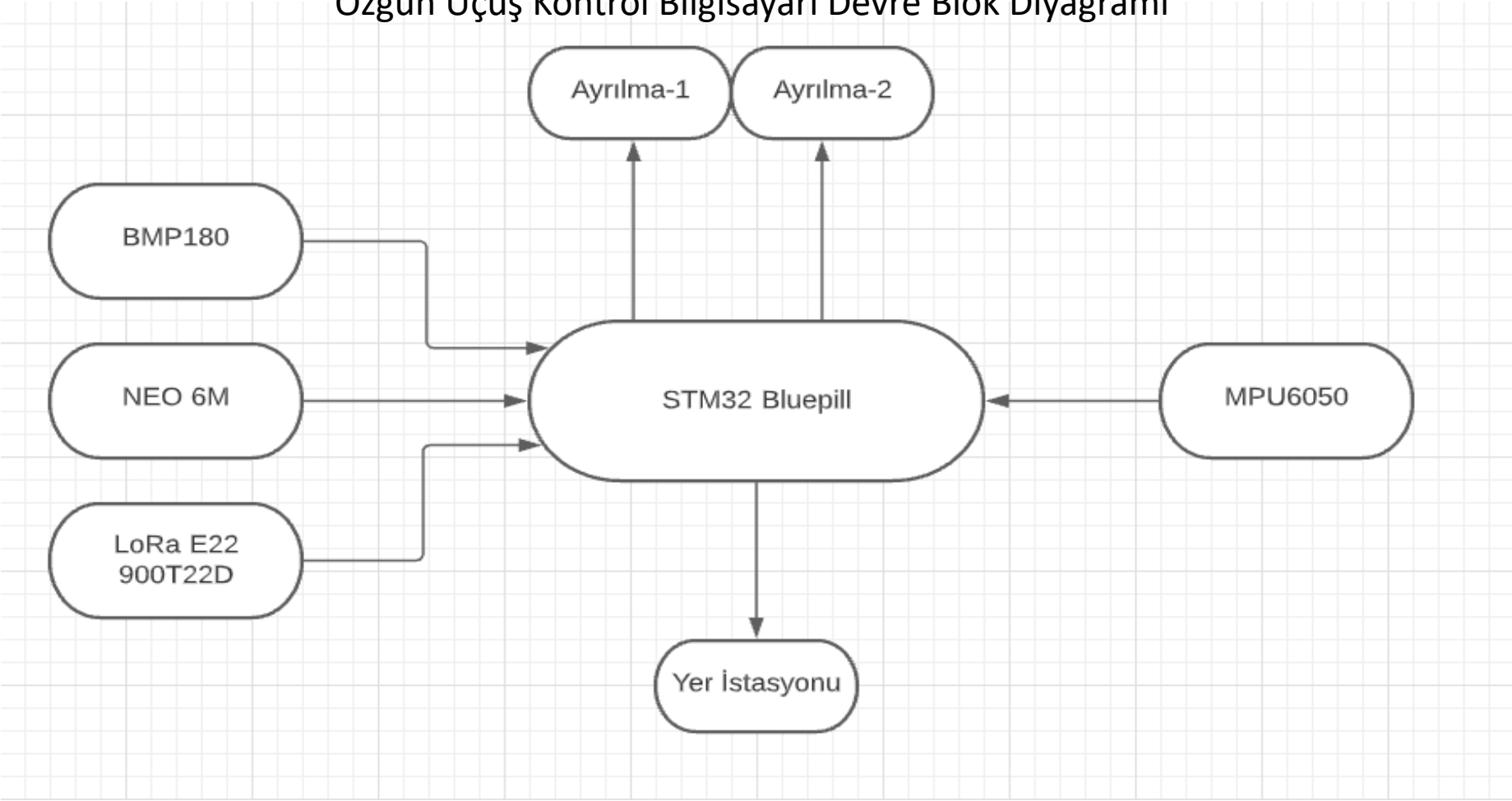
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
İşlemci	STM32 Bluepill F103C8 İşlemci		
1. Sensör	BMP 180 Basınç Sensörü	Evet	Basıncı ölçer ve yüksekliği bulur. Bu bilgiler Kurtarma algoritmasında parametre olarak kullanılacaktır.
2. Sensör	MPU6050 ivmeölçer ve gyro sensör	Evet	X,Y ve Z eksenlerinde gyro ve ivme verilerini alır. Bu bilgiler kurtarma algoritmasında parametre olarak kullanılacaktır.
Haberleşme Modülü	LoRa E22 900T22D	Hayır	

Aviyonik – 2.Sistem Detay/1

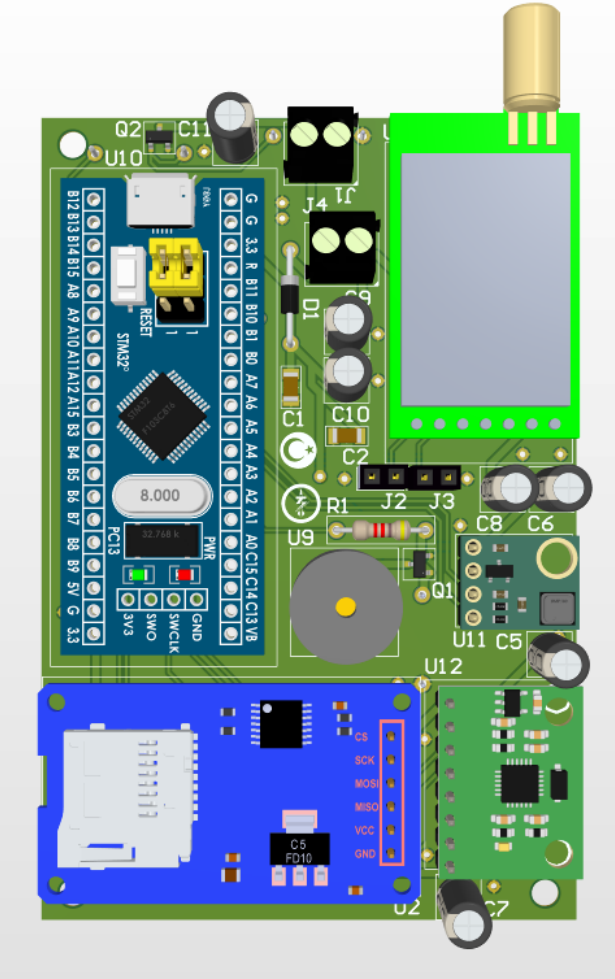
Komponent	Ürün Adı / Kodu / Türü	Kurtarma Algoritmasında Verileri Kullanılıyor Mu?	Kuratma Algoritmasında Kullanılan Verilerin İşlevi
GPS Modülü	NEO 6M	Hayır	
Veri Depolama Birimi	Micro SD Kart Modülü	Hayır	

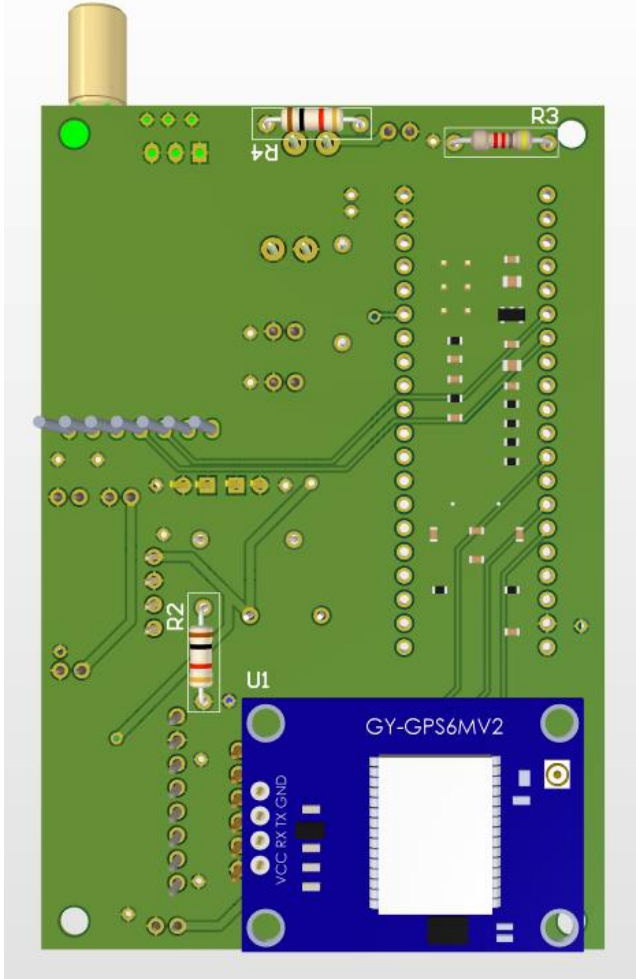
Aviyonik – 2.Sistem Detay/2

Özgün Uçuş Kontrol Bilgisayarı Devre Blok Diyagramı



Aviyonik – 2.Sistem Detay/2

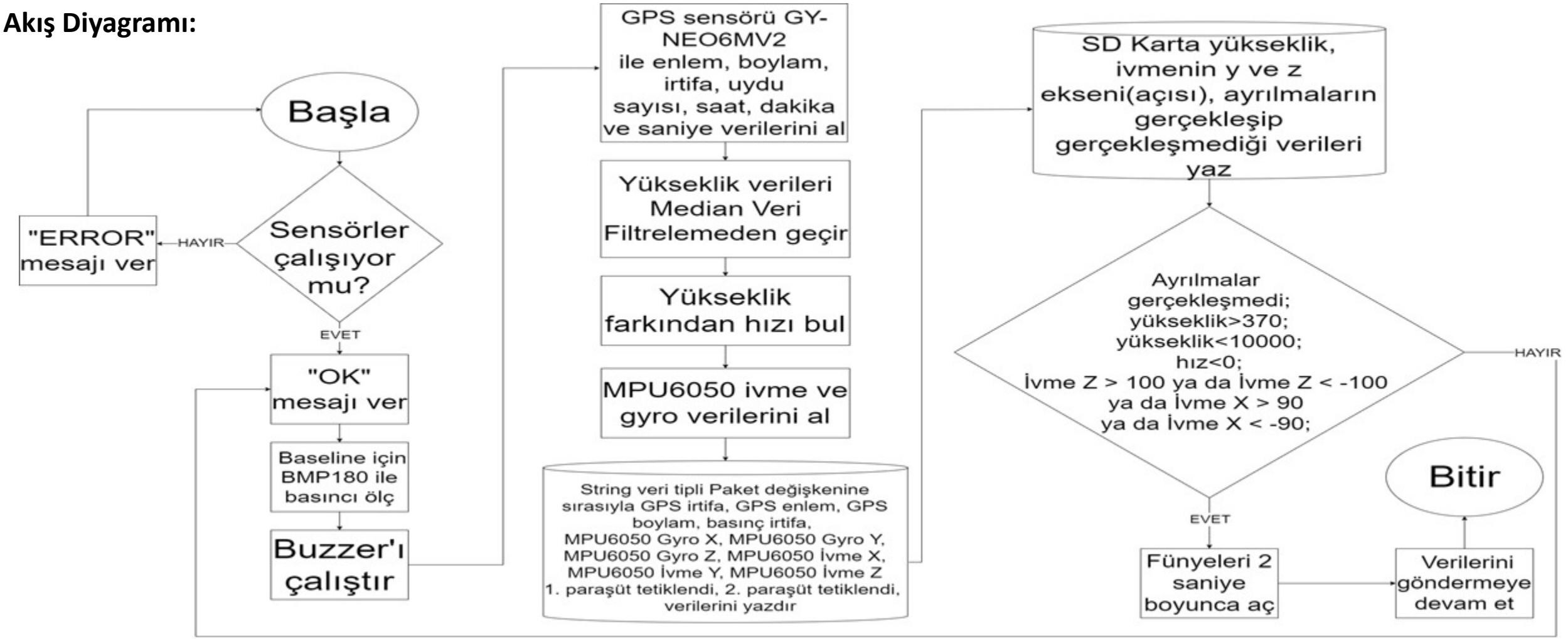




Takımın aviyonik birimi tarafından tasarlanan uçuş bilgisayarı kartı yurtdışında üretilecektir.

Aviyonik – 2.Sistem Detay/3

Akış Diyagramı:



Aviyonik – 2.Sistem Detay/3

Kurtarma Sistemini Tetikleyecek Parametreler ve Seçim Kriterleri

Sensör	Parametre	Neden
BMP180	Yükseklik	Tepe noktasında ayrılmanın gerçekleşmesi ve hızın bulunması için seçildi.
MPU6050	Roketin Açısı	Roketin düşüşe geçtiği andaki açısına bağlı olarak ayrılmanın gerçekleşmesi için seçildi.

Roket algoritması için Median Veri Filtreleme yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu veri filtreleme yöntemi BMP180'den gelen basınç verileri için kullanılacaktır. Ortanca Filtrelemesi olarak bilinen Median Filtreleme, sinyal işleme konularında, gürültü temizlemek için kullanılan yöntemlerden birisidir. Amaç belirli bir aralıktaki sayıların ortancasını (median) alarak aşırı büyük atlamaları kaldırmaktır. Yani filitre uygulandıktan sonra sinyalde bulunan ve belirgin şekilde ayrılan gürültülerin tespit edilerek temizlenmesidir.[14]

Aviyonik – İletişim

Yer İstasyonu Bileşenleri Tablosu

Bileşen	Açıklama
LoRa E22 900T22D	Veri paket boyutu 240 byte olan aynı anda 1000 byte mesaj alabilen 850-930 Mhz frekans aralığı olan bir modüldür. 2.3V ile 5.5V arası çalışabilir. Uyku modu güç tüketimi diğer versiyonlarına göre çok azdır. Max 140 mA akım alabilir. Max gönderim hızı 62.5k'dır. RSSI, Repeater, LBT, Watchdog, Uzaktan Parametre Değişimi, Uçtan Uca Şifreleme ve Ağ Şifrelemesine sahiptir. 5 kilometreye kadar veri gönderebilmektedir.[13]
Anten	Alıcı ve Verici arasında iletişim kurulması için kullanılacaktır.
USB TTL	USB birimini TTL arayüzünde kullanmamızı sağlayan USB-Seri dönüştürücüsü olan USB TTL, iki birim arasında haberleşme için kullanılacaktır.

- GPS İrtifa, GPS Enlem, GPS Boylam, Basınç İrtifa, Gyro X, Gyro Y, Gyro Z, İvme X, İvme Y, İvme Z, Tetiklenme ve Roket Açısı verileri yer istasyonuna iletilecektir.
- Veriler 19200 bandında String veri tipli bir paketle iletilecektir.

Aviyonik Prototip Testi

Algoritma Testleri:

BMP180, MPU6050, NEO 6M, Micro SD Kart Modülü, STM32F103C8 ve LoRa E22 900T22D ile breadboard üzerinde bir prototip devre oluşturulacaktır. Prototipe önce algoritma yüklenecektir. Daha sonra prototip, basınç kabına yerleştirilecektir. Roket tepe noktasına geldiğinde gerekli önlemler alınarak kibrit başı patlatılacaktır. Bu da bize algoritmanın başarıyla çalıştığını gösterecektir. Test atölyede, 07.05.2022 tarihinde yapılacaktır.

Kart Fonksiyonellik Testleri:

BMP180, MPU6050, NEO 6M, Micro SD Kart Modülü, STM32F103C8 ve LoRa E22 900T22D ile PCB üzerinde bir prototip oluşturulacaktır. Prototipe önce algoritma yüklenecektir. Daha sonra prototip, basınç kabına yerleştirilecektir. Roket tepe noktasına geldiğinde gerekli önlemler alınarak kibrit başı patlatılacaktır. Bu da bize algoritmanın başarıyla çalıştığını gösterecektir. Test atölyede, 07.05.2022 yapılacaktır.
NOT: PCB sipariş verilmiştir. PCB'nin gelmesi halinde yapılacaktır.

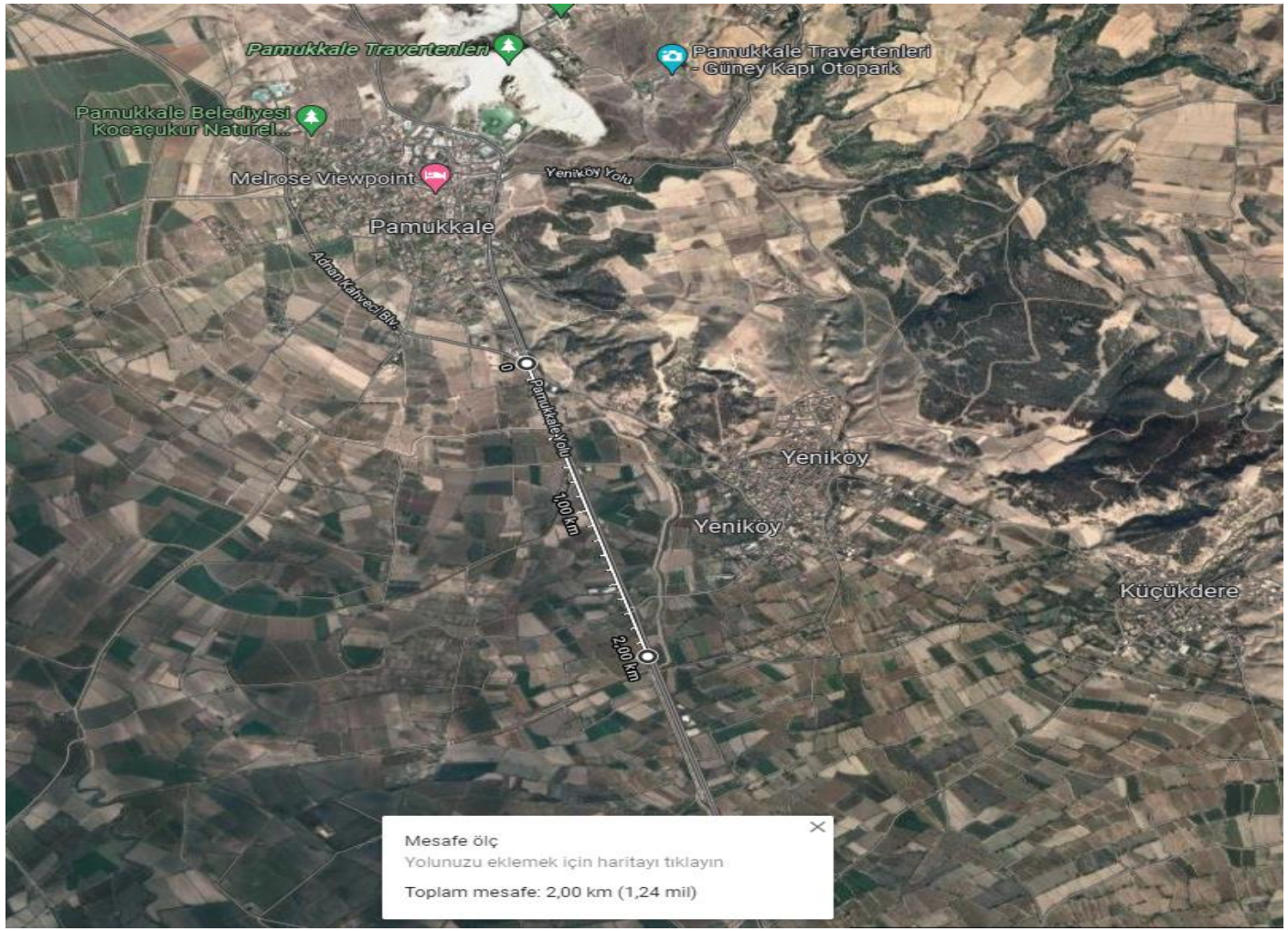
Aviyonik Prototip Testi

İletişim Testleri:

İletişim Testleri için Algoritma Testleri için oluşturulan Prototipin aynısı oluşturulacaktır. LoRa Modülleri Denizli Pamukkale Yolu üzerinde birbirlerinden 2km uzağa yerleştirilecektir. Eğer basınç verileri bilgisayarda, serial ekranında gözükürse LoRa modülünün başarılı bir şekilde haberleştiği anlaşılacaktır.
Test 08.05.2022 tarihinde yapılacaktır.

Test Takvimi Tablosu

7 Mayıs	8 Mayıs
Algoritma Testleri	İletişim Testleri
Kart Fonksiyonellik Testleri	



Bütçe

Kompanent	Fiyat
Burun Konisi	1500
M8 Mapa (*5)	100
Bulkhead	450
Karabina (*5)	230
Entegrasyon gövdesi	300
PAYLOAD	500
Payload paraşütü	450
Paraşüt şok kordonu 3 mm	50
Gövdeler ve burun konisi şok kordonu 5mm	100
Engine block	200
Centering ring	90

Kompanent	Fiyat
Kanatçık gövdesi	300
Kanatçık	300
Motor gövdesi	2500
Ana paraşüt	350
Inner tube	50
Aviyonik gövde	1300
Ticari uçuş bilgisayarı	1100
Özgün uçuş bilgisayarı	820
Pil	180
Toplam	10870

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
1	3.1.8.	Yarışmaya takım halinde katılmak zorunludur		2	6 kişilik ekibimiz roket yarışmasına katılmaktadır.
2	3.1.9.	Takımlar en az altı (6) en fazla on (10) kişiden oluşmalıdır. Alana en fazla 6 takım üyesi gelebilecektir.		2	Takımımız 6 üyeden oluşmaktadır.
3	3.1.10.	Bir takımın üyesi başka bir takımda üye olarak yer alamaz.		2	Tüm üyeler yalnız bir takımda bulunmaktadır.
4	3.1.11.	Her takımın yarışmaya bir (1) danışmanla katılması zorunludur. Takım danışmanı ile ilgili özellikler ilgili maddede açıklanmıştır.		2	Danışmanımız okulumuzda bilişim öğretmenidir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
5	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	Takımımız ve üyeler yalnız 1 kategoriden katılmaktadır.
6	3.1.13.	Her takım yarışmaya sadece bir (1) adet roket ile katılabilir.		4	Sadece bir roket ile yarışmaya katılmaktayız.
7	3.1.14.	Son başvuru tarihinden sonra yapılan başvurular değerlendirilmeyecektir.			Başvurumuz, son başvurma tarihinden önce başvurulmuştur.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
8	3.1.15.	Yarışmacılar gerekli görülen hesaplamaları, raporları, sunumları ve ilgili diğer dokümantasyonları Yarışma Komitesinin belirlediği standartlara uygun olarak hazırlamakla sorumludurlar.			Hesaplamalar, raporlar, sunumlar ve ilgili diğer dokümanlar Yarışma Komitesinin belirlediği standartlara uygun olarak hazırlanmıştır.
9	3.1.20.	Takımlar; Proje Planı, Proje Bütçesi, Kontrol Listesi, Görevli Personel Listesi (Takım Danışmanı dâhil olacak şekilde) hazırlamakla sorumludurlar.			İstenilen tablolar ve listeler hazırlanmıştır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
10	3.1.22.	Takımlar, yarışmada görev alacak takım üyeleri ve takım danışmanını tüm raporlarında (ÖTR, KTR, AHR ve ASDR) listelemekle sorumludurlar.		2	Takım üyeleri ve danışmanı listelenmiştir.
11	3.1.23.	Takımlar, yarışma komitesinin kendilerine sağlayacağı motoru kullanmakla sorumludurlar.		3	Yarışma komitesinin belirlediği motor (L1050) kullanılmıştır.
12	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.		45	Kurtarma paraşütlerle yapılmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
13	3.2.1.2.	Lise kategorisinde bir paraşüt kullanılarak kurtarılacaktır.		45	Bir paraşüt kullanılmaktadır.
14	3.2.1.6.	Roket, tepe noktasına ulaşmadan önce herhangi bir ayrılma gerçekleştiremez (Görev Yükünün bırakılması, paraşütün açılması vb.).		5	Roket, tepe noktasına ulaşmadan önce herhangi bir ayrılma gerçekleştirmemektedir
15	3.2.1.7.	Lise kategorisindeki roketler belirtilen operasyon konseptini icra etmekle yükümlüdürler.		5	Roket belirtilen operasyon konseptini icra etmektedir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
16	3.2.1.8.	Lise kategorisindeki roketlerin tek bir paraşüt ile kurtarılması sağlanacaktır. Takımlar, paraşütün uçuşun tepe noktasında açılmasını sağlayarak roketi kurtarmaktan ve görev yükünü de tepe noktasında roketten ayırmaktan yükümlüdürler.		5	Roket tek bir paraşütle kurtarılmaktadır. Paraşüt tepe noktasında açılmaktadır. Görev yükü tepe noktasında ayrılmaktadır.
17	3.2.1.10.	TEKNOFEST Roket Yarışmasında takımların kullanacağı motorlar Yarışma Komitesi tarafından temin ve tedarik edilecek olup takımlar ayrıca motor tedariki yapmayacaktır.			TEKNOFEST'in tedarik edeceği roket dışında başka bir roket kullanılmamıştır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
18	3.2.1.11.1.	Lise Kategorisi için L1050 model motor kullanılacaktır.		3	L1050 model motor kullanılmaktadır.
19	3.2.1.14.	Takımların motor ve motora dair herhangi bir alt bileşen için tasarım ya da üretim yapması kesinlikle yasaktır.			Motor ve motora dair herhangi bir alt bileşen için tasarım ya da üretim yapılmamıştır.
20	3.2.1.15.	Lise, Orta ve Yüksek İrtifa kategorilerinde paralel ya da seri kademeli roket tasarımları ve küme denilen tek gövde içerisindeki çoklu motor sistemleri yarışma konseptine dâhil değildir.			Paralel ya da seri kademeli roket tasarımları ve küme denilen tek gövde içerisindeki çoklu motor sistemleri kullanılmamıştır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
21	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.		3	Paralel ya da seri kademeli roket tasarımları ve küme denilen tek gövde içerisindeki çoklu motor sistemleri kullanılmamıştır.
22	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 bulunacaktır.		3	TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından sağlanacak motor dışında başka bir motora göre tasarım yapılmamıştır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
23	3.2.1.21.	Takımların “Open Rocket Simulation” menüsüne belirtilen yörünge benzetimlerini gerçekleştirmesi zorunludur. Open Rocket dosyasına belirtilen simülasyonu eklemeyen takımlar değerlendirmeye alınmayacaktır.			Open Rocket dosyasına belirtilen simülasyon eklenmiştir.
24	3.2.1.22.	Takımlar Görev Yüklerini “Unspecified Mass” ismiyle girmeyecektir. Görev Yükü “PAYLOAD” ismi ile adlandırılıp, kütlesi en az 4000 gram ve tek bir parça olarak girilecektir. Belirtilen değerler simülasyona girilmelidir. Bu değerler ile benzetim yapmamış olan takımlar elenecektir.		49	Görev yükü payload olarak adlandırılmıştır. Görev yükünün ağırlığı 4100 gram olmaktadır ve tek parçadan oluşmaktadır. Belirtilen değerler simülasyona girilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
25	3.2.2.1.	Kurtarma sistemi olarak paraşüt kullanılmalıdır.		45	Kurtarma sistemi olarak paraşüt kullanılşmıştır.
26	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.		45	Paraşüt düşüş hızı şartnameye uygundur
27	3.2.2.4.1.	Lise kategorisinde roketin bütün parçaları birbirine bağlı olarak tek bir paraşüt sistemi ile kurtarılmalıdır.		42	Lise kategorisinde roketin bütün parçaları birbirine bağlı olarak tek bir paraşüt sistemi ile kurtarılmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
28	3.2.2.4.2.	Lise kategorisinde kullanılan tek paraşüt ile roketin ve parçaların hasar görmemesi için paraşütle taşınan yüklerin hızı azami 9 m/s, asgari ise 5 m/s olmalıdır.		45	Paraşütlerin düşüş hızı şartnameye uygundur.
29	3.2.2.5	Görev Yükü, roketin parçalarına herhangi bir bağlantısı olmadan tek başına kendi paraşütü ile “bağımsız” olarak indirilmelidir.		5	Görev Yükü, roketin parçalarına herhangi bir bağlantısı olmadan tek başına kendi paraşütü ile “bağımsız” olarak indirilmektedir
30	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.		41	Ayırma işlemi için kara barut kullanılmıştır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
31	3.2.2.7.	Paraşüt ayırma işleminde güvenlik sebebiyle ticarî olmayan basınçlı kapların (basınçlı tank, tüp vb.) kullanılmasına kesinlikle müsaade edilmeyecektir.			Paraşüt ayırma işleminde ticarî olmayan basınçlı kaplar kullanılmamaktadır.
32	3.2.2.13.	Her paraşüt birbirinden farklı renkte ve çıplak gözle uzaktan rahat seçilebilir olacaktır		45	Paraşütler birbirinden farklı renkte olup uzaktan rahat seçilebilir olmaktadır.
33	3.2.3.1.	Görev Yükünün kütlesi asgari dört (4) kg olmalıdır.		49	Görev yükü 4,100 kg olmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
34	3.2.3.2.	Entegrasyon alanında Görev Yükü kütle ölçümü hakem heyeti tarafından yapılacak olup, ölçümün rahat bir şekilde yapılabilmesi için Görev Yükünün roketten kolay bir şekilde ayrılması sağlanacak şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır		49	Görev yükü roketten kolay bir şekilde ayrılabilecek şekilde tasarlanmıştır.
35	3.2.3.3.	Lise kategorisinde asgari 4 kg'lık herhangi bir ağırlık Görev Yükü olarak kabul edilecektir		49	Görev yükü 4,100 kg olmaktadır.
36	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.		49	Görev Yükü kurallara uygun bir şekilde görevleri yetirmek üzere tasarlanmıştır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
37	3.2.4.1.	Lise, Orta İrtifa ve Zorlu Görev kategorilerinde yarışacak roketlerin ses altı hızlarda (1 Mach'dan düşük hız) uçmaları gerekmektedir.		3	Roket ses altı hızlarda uçmaktadır.
38	3.2.4.3.	Roketin tüm parçalarının azamî dış çapları aynı değerde olmalıdır.		3	Roketin tüm dış çapları aynıdır ve boat-tail kullanılmamıştır.
39	3.2.4.4.	Uçuş kontrol yüzeyleri sabit olmalıdır. Hareketli kontrol yüzeylerine ve aktif kontrol yapılmasına izin verilmemektedir.			Uçuş kontrol yüzeyi sabittir.
40	3.2.4.5.	Tüm kategorilerdeki roketlerin 0.3 Mach'taki stabilite değeri 1.5 ile 2.5 arasında olmalıdır.		3	Roket 0.3 Mach'ta olup stabilite değeri 2,03 dir

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
41	3.2.5.3.	Aerodinamik yüzey (gövde, kanatçık, burun) malzemesi olarak PVC, sıkıştırılmış kağıt/kraft ve PLA kullanılamaz. Aerodinamik yüzeylerde ve roket içerisinde mukavemet gerektiren yerlerde sağlamlığı testler ve analizler ile kanıtlanmamış, tasarım raporlarında belirtilmemiş malzemelerin kullanılması durumunda takım elenecektir.		4	Avyonik gövdesinde fiberglass, motor gövdesinde fiberglass, burunda fiberglass ve kanatçıkta alüminyum kullanılmaktadır.
42	3.2.5.4.	Kullanılacak mapaların tek parça ve dövülmüş çelikten imal edilmiş olması gerekmektedir. Büküm mapalarının kullanımına izin verilmeyecektir. Bu kural mapa yerine kullanılabilecek veya mapa ile benzer kuvvetlere maruz kalabilecek her parça için de geçerlidir.			Mapalar tek parça olup dövülmüş çeliktendir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
43	3.2.5.10.	Uçuş bilgisayarı ve görev yükündeki tüm anahtarlar roketin nozülünden azami 2500 mm mesafede olmalıdır.		3	Anahtarlar roketin nozülünden 2500 mm mesafeden az mesafede olmaktadır.
44	3.2.5.11.	Roket motoru, bütün gövde bağlantıları tamamlandıktan sonra gerektiğinde demonte edilebilir bir şekilde montajlanmalıdır.		32	Roket motoru kolay şekilde montajlanabilmektedir.
45	3.2.7.1.	Tasarım ve üretim aşamalarında kullanılacak malzeme, donanım ve süreçler insan sağlığına ve çevreye zarar vermemelidir.			Hiçbir malzeme insan sağlığına ve çevreye zararlı değildir.
46	3.2.7.2.	Tasarım, insan hatasını en aza indirecek sadelikte ve gürbüzlükte (gürültü etkilerine ve belirsizliklere karşı dayanıklı) olmalıdır.			Tasarım, hataları en aza indirecek sadelikte ve gürbüzlüktedir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
47	3.2.7.3	Tasarım, üretim ve test süreçleri için planlamalar ve risk azaltma çalışmaları yapılmalı ve ilgili tasarım raporlarında bu çalışmaların yapıldığı sunulmalıdır.		5	Tasarım, üretim ve test süreçleri için planlamalar ve risk azaltma çalışmaları yapılmıştır ve ilgili tasarım raporlarında bu çalışmaların yapıldığı sunulmuştur.
48	3.2.7.5.	Fırlatma, uçuş ve kurtarma aşamalarında sistemin güvenliğini tehlikeye atacak risklerin varlığı önceden listelenmeli ve risk azaltıcı tedbirler planlanıp icra edilmelidir.		4	Uçuş ve kurtarma aşamalarında sisteminde güvenliği tehlikeye atacak riskler listelenmiştir ve riski azaltacak tedbirler planlanlanıp icra edilecektir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
49	3.2.6.1	Rokette bulunan ayrılma ve kurtarma sistemleri uçuş kontrol bilgisayarı tarafından yönetilir.		52	Ayrılma ve kurtarma sistemleri uçuş kontrol bilgisayarı tarafından yönetilmektedir.
50	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.		62	Telemetri verilerinin yer istasyonuna aktarılmasını sağlayan haberleşme bilgisayarı özgün uçuş bilgisayarına entegre görev yapmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
51	3.2.6.3	Lise kategorisinde asgari bir (1) adet uçuş kontrol bilgisayarı kullanılması zorunludur (iki (2) adet uçuş kontrol bilgisayarı kullanma zorunluluğu yoktur).		52	Bir adet ticari bir adet özgün olmak üzere iki adet uçuş bilgisayarı bulunmaktadır.
52	3.2.6.4	Lise kategorisinde kullanılacak asgari bir (1) adet uçuş kontrol bilgisayarının ticari ürün olması zorunludur		54	Bir adet ticari uçuş kontrol bilgisayarı bulunmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
53	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.		55	Bir adet ticari uçuş kontrol bilgisayarı ve bir adet takımın geliştirdiği özgün uçuş kontrol bilgisayarı bulunmaktadır.
54	3.2.6.6	Ticari uçuş kontrol bilgisayarında konum belirleme ve haberleşme sistemi bulunmuyorsa takımların ayırıca haberleşme bilgisayarı geliştirmesi zorunludur.		52	Ayrıca takım tarafından geliştirilen özgün uçuş kontrol bilgisayarına entegre görev yapan bir haberleşme bilgisayarı vardır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
55	3.2.6.9	Sistemde kullanılan uçuş kontrol bilgisayarlarının arasında herhangi bir elektriksel veya kablosuz bağlantı olamaz.			Herhangi bir elektriksel veya kablosuz bağlantı yoktur.
56	3.2.6.10	Kullanılan uçuş kontrol bilgisayarları birbirinden tamamen bağımsız olmalıdır. Her bilgisayarın kendisine ait işlemcisi, sensörleri, güç kaynağı, kablolaması olmalıdır.			Her bilgisayarın kendine ait işlemcisi, sensörleri, güç kaynağı ve kablolaması vardır. Birbirlerinden tamamen bağımsızdır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
57	3.2.6.11	Kullanılan uçuş kontrol bilgisayarları, ayrılma sistemi eyleyicisine birbirinden bağımsız hatlar ile bağlanmalıdır			Kullanılan uçuş kontrol bilgisayarları, ayrılma eyleyicisine birbirinden bağımsız hatlar ile bağlanmaktadır.
58	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.			Uçuş kontrol bilgisayarları arasında herhangi bir bağlantı olmadığı için biri bozulsa bile diğeri sorunsuz bir şekilde kurtarma işlevlerini yerine getirmektedir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
59	3.2.6.13	Uçuş kontrol bilgisayarlarında en az iki (2) adet sensör bulunmalıdır ve uçuş kontrol algoritmasında bu sensörlerden gelen veriler kullanılmalıdır.			TEKNOFEST tarafından önerilen ticari uçuş kontrol bilgisayarı EasyMini'de bir adet sensör bulunmaktadır.
60	3.2.6.14	Bütün uçuş kontrol bilgisayarında en az bir (1) adet basınç sensörü olmak zorundadır.			Bütün uçuş kontrol bilgisayarlarında bir adet basınç sensörü bulunmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
61	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).			Ayrılma sistemlerine bağlı eyleyiciler yedekli değildir.
62	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.			Eyleyiciler ana ve yedek uçuş bilgisayarı tarafından ortak kontrol edilmektedir. İstemsiz olarak kurtarma sisteminin aktive edilmediğinden emin olmak için testler yapılacaktır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
63	3.2.6.19	Kurtarma sistemleri istemsiz olarak aktif konuma gelmemelidir.			Kurtarma sistemlerinin istemsiz olarak aktif konuma gelmemesi için algoritmada önlemler alınmıştır.
64	3.2.6.20	Bütün takımların, roketlerinden ve faydalı yüklerinden anlık olarak veri alan bir yer istasyonuna sahip olması gerekmektedir.			Gerekli yer istasyonu bulunmaktadır.
65	3.2.6.21.1	Roketlerin kurtarılmasına çıkılması için rokete ait konum verilerinin yarışmacı yer istasyonuna anlık olarak iletilmiş olması gerekmektedir.			Konum verileri yarışma sırasında yarışmacı istasyonuna anlık olarak iletilecektir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
66	3.2.6.21.2	Atış günü roket aviyonikleri aktifleştirildikten sonra ekiplerin yer istasyonları ile iletişim kurmak için azami iki (2) dakika süresi olacaktır. Bu sürenin sonunda sistemlerin açılıp kapatılmasına izin verilmeyecektir. İki (2) dakika sürenin sonunda sağlıklı bir haberleşme sağlayamayan ekiplerin kararı vermeleri halinde roketlerini rampadan indirip yarışmadan çekilebileceklerdir.			Atış yer istasyonları iletişimini sağlamak için gerekli çalışmalar yapılmıştır.
67	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.			Alıcı ve verici antenleri uçuş yörümgesine uygun olarak seçilmiştir.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
68	3.2.6.23	RF modülünün gücü değerlendirilerek link bant genişliği bütçesinin yapılması ve ilgili tasarım raporlarında sunulması gerekmektedir.			İlgili tasarım raporlarında sunulmuştur.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
69	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.			Tasarım doğrulama aşamasında ilgili testler gerçekleştirilecektir.
70	3.2.6.25	Roketin üzerinde bulunan uçuş bilgisayarları roket rampada iken anahtarlar açılarak kontrol edilmelidir.			Roketin üzerinde anahtar bulunacaktır.
71	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.			Uçuş kontrol bilgisayarına dışardan erişilebilecek anahtar bulunmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
72	3.2.6.27	Uçuş bilgisayarı açıldığında rokete bağlı herhangi bir sistem aktif hale gelirse takım diskalifiye edilecektir.			Gerekli önlemler alınmıştır.
73	3.2.6.28	Görev Yükü içerisindeki elektronik devrelere de roket gövdesi üzerinde yer alacak uygun anahtarlarla güç verilebilecek şekilde tasarım ve üretim yapılmalıdır.			Uygun şekilde tasarım yapılmıştır.
74	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.			Güç kaymağı ve beslediği devreler arasında açma/kapama anahtarı bulunmaktadır.

Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	KTR Slayt No	Açıklama
75	3.2.6.35	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.			Veriler filtrelenmektedir.
76	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.			Tüm tasarımlar takım üyeleri tarafından yapılmıştır.
77	3.2.6.37	Kullanılacak ticari uçuş kontrol bilgisayarlarının EK-7'de yer alan listedeki ürünlerden (Yarışma Komitesi tarafından onaylanmış olan ürünler) seçilmesi gerekmektedir			Onaylanmış ürünler seçilmiştir

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)
Hata No	İncelenen öge ve süreç adımı nedir?	Fonsiyonun gerçekleşmesi için gereken nedir?/ Fonksiyon tanımı nedir?	Tanımlanmış gereksinimin sağlanamama durumu nedir?	Hatanın oluşmasına sebep olan yetersizlikler/olaylar nelerdir?	Hatanın gözlemlendiği ömür/ görev evresi nedir? -Depolama -Taşıma -Rampaya Yükleme ve Ateşleme hazırlık -Uçuş	**Yerel Etki**	**Son Etki**	Söz konusu görev evresinde hatanın tespiti ne şekilde olmakta?	**Önleyici (P)** Hata türünü ve/veya hata nedenini engelleyen mevcut kontroller nelerdir?	**Tespit Edici (D)** Hatanın tespit edilmesini sağlayan mevcut kontroller nelerdir?	Hata oluştuktan sonra hatanın etkisini ortadan kaldıran ya da azaltan tasarım tedbirleri nelerdir?	Görev başarımı ve Değerlendirme Komitesi beklentileri açısından bu etki ne derece önemlidir?
HT-1	Burun	Roketin başı	Burunun çatlaması,kırılması	Yere düşmesi, imalat hatası	Depolama	Roketin uçuş sırasında dengesi bozulması.	Roketin yapısal bütünlüğünü yitirmesi.	Görsel Muayene	Burun konisinin etrafını pıtpıt ve streç film ile sarılması	Parçayı muayne etmek	Yedek burun konisi bulundurma.	1

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-2	Burun	Roketin başı	Burunun çatlaması,kırılması	Yüksek kuvvet altında kalması , imalat hatası.	Taşıma	Roketin uçuş sırasında dengesi bozulması.	Roketin yapısal bütünlüğünü yitirmesi.	Görsel Muayene	Burun konisinin etrafını pıtpıt ve streç film ile sarılması	Parçayı muayne etmek	Yanımızda yedek karbınfiber , epoksi ve yapıştırıcı bulundurma.	1
HT-3	Gövde	Roketin bileşenlerinin bulunduğu parça	Gövdenin çatlaması,kırılması	Yüksek kuvvet altında kalması , imalat hatası.	Depolama	Roketin uçuş sırasında dengesi bozulması. Bileşenlerine zarar gelmesi	Roketin yapısal bütünlüğünü yitirmesi.	Görsel Muayene	Gövdeninn etrafını pıtpıt ve streç film ile sarılması	Parçayı muayne etmek	Yedek gövde bulundurma	1
HT-4	Gövde	Roketin bileşenlerinin bulunduğu parça	Gövdenin çatlaması,kırılması	Yüksek kuvvet altında kalması , imalat hatası.	Taşıma	Roketin uçuş sırasında dengesi bozulması. Bileşenlerine zarar gelmesi	Roketin yapısal bütünlüğünü yitirmesi.	Görsel Muayene	Gövdeninn etrafını pıtpıt ve streç film ile sarılması	Parçayı muayne etmek	Yanımızda yedek camelyaf , epoksi ve yapıştırıcı bulundurma.	1

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-5	Motor Kundağı	Motorun içinde bulunduğu silindir parça	Motor kundğının hasar görmesı,kırılması	Kaldırabileceği kuvvet kapasitesinden fazla kuvvet uygulanması veya nem e maruz kalması	Depolama	Roketin motorunun kundaklanamaması.	Rokete motoru yerleştirilememesi	Görsel Muayene	Roket kundağının doğru şekilde pıtpıtlar ve streç film ile sarılması.	Nem testi yapılması ve parçayı muayene etmek	Yedek motor kundağı bulundurma	7
HT-6	Kanatçık	Roketin stabilite ve dengesini sağlayan parça	Kanatçığın çatlaması, kırılması,	Yüksek kuvvet altında kalması , imalat hatası.	Depolama	Roketin uçuş sırasında dengesi bozulması.	Roketin uçuşunu tamamlayamaması	Görsel Muayene	Roket kanatçığının doğru şekilde pıtpıtlar ve streç film ile sarılması.	Parçayı muayne etmek	Yedek kanatçık bulundurma	1

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-7	Kanatçık	Roketin stabilite ve dengesini sağlayan parça	Kanatçığın çatlaması, kırılması,	Yüksek kuvvet altında kalması , imalat hatası.	Taşıma	Roketin uçuş sırasında dengesi bozulması.	Roketin uçuşunu tamamlayamaması	Görsel Muayene	Roket kanatçığının doğru şekilde pıtpıtlar ve streç film ile sarılması.	Parçayı muayne etmek	Yanımızda epoksi, yapıştırıcı bulundurmak	1
HT-8	Kurtarma sistemi	Roketin geri kurtarılmasını sağlayan parça	Barutun yeteri kadar sıkıştırılması	Barutun haznenin içine yeteri kadar sıkıştırılmaması	Rampaya yükleme ve ateşlemeye hazırlık	Roketin havada ayırma gerçekleştirememesi	Roketin uçuşunu tamamlayamaması	Görsel Muayene	Üstüne kapak kapatıp iyice sıkıştırmak	Parçayı muayne etmek	En son bantı üstüne geçirip iyice sıkıştırmak	7
HT-9	Kurtarma sistemi	Roketin geri kurtarılmasını sağlayan parça	Kurtarma sisteminin alt parçalarının zarar görmesi	Yüksek kuvvet altında kalması , imalat hatası.	Depolama	Roketin havada ayırma gerçekleştirememesi	Roketin uçuşunu tamamlayamaması	Görsel Muayene	Ayırma sistemini doğru şekilde pıtpıtlar ve streç film ile sarılması.	Parçayı muayne etmek	Yedek ayırma sistemi bulundurmak	1

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-10	Kurtarma sistemi	Roketin geri kurtarılmasını sağlayan parça	Kurtarma sisteminin alt parçalarının zarar görmesi	Yüksek kuvvet altında kalması , imalat hatası.	Taşıma	Roketin havada ayırma gerçekleştirememesi	Roketin uçuşunu tamamlayamaması	Görsel Muayene	Ayırma sistemini doğru şekilde pıtpıtlar ve streç film ile sarılması.	Parçayı muayne etmek	Yanımızda epoksi, yapıştırıcı bulundurmak	7
HT-11	Paraşüt	Payload ve roketi güvenli bir şekide indirme	Paraşütün yırtılması	Kumaşın ve ipin yıpranması	Uçuş	Paraşütün parçalanması	Roketin çakılması	Ölçüm	Kumaşın ve ipin birkaç defa kontrol edilmesi	Sağlamlık testi yapılması	Daha yeni ve sağlam kumaş tercih edilmesi	10
HT-12	Mapa ve Karabina	Şok kordonunun bulkhead'e bağlanmasını sağlayan araç	Mapa ve karabinanın parçalanması	Mapa ve karabinanın paslanması	Uçuş	Şok kordonun, paraşüte ve rokete bağlanamaması	Şok kordonu ve paraşütün roketten ayrı düşmesi	Görsel muayene	Mapa ve karabinanın paslanmaz çelikten yapıldığına emin olmak	Nem testi yapılması	İkincil bir yapıyla destekleme k	10

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-13	Şok kordonu	Paraşüt ve mapayı birbirine bağlayan eleman	Şok kordonunun kopması	Kumaşın eskimesi	Uçuş	Paraşüt ve mapanın bağlanamaması	Paraşütün roketten ayrı düşmesi	Ölçüm	Kumaşın birkaç defa kontrol edilmesi	Sağlamlık testi yapılması	Daha yeni ve sağlam kumaş tercih edilmesi	10
HT-14	Mapa	Şok kordonunun bulkhead'e bağlanmasını sağlayan araç	Mapanın parçalanması	Mapanın yanlış imalatı	Uçuş	Şok kordonun, paraşüte ve rokete bağlanamaması	Şok kordonu ve paraşütün roketten ayrı düşmesi	Ölçüm	Mapayı birkaç kere test etmek	Sağlamlık testi yapılması	Mapanın imalatında sıkıntı var mı diye sürekli kontrol etmek	10
HT-15	Şok kordonu	Paraşüt ve mapayı birbirine bağlayan eleman	Şok kordonunun kopması	İmalatınının yanlış olması	Uçuş	Paraşüt ve mapanın bağlanamaması	Paraşütün roketten ayrı düşmesi	Ölçüm	Şok kordonunu birkaç kere test etmek	Sağlamlık testi yapılması	Eksiksiz bir şekilde imalat edilmiş şok kordonlarını seçmek	10

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-16	Paraşüt	Payload ve roketi güvenli bir şekide indirme	Paraşütün yırtılması	Kumaşın yüksek basınca karşı dayanamaması	Uçuş	Paraşütün parçalanması	Roketin çakılması	Ölçüm	Kumaşın birkaç defa kontrol edilmesi	Sağlamlık testi yapılması	Basınca karşı dayanıklı kumaşlar seçmek	10
HT-17	Şok kordonu	Şok kordonunun bulkhead'e bağlanmasını sağlayan araç	Şok kordonunun kopması	Şok kordonunun basınca karşı dayanıksız olması	Uçuş	Şok kordonun, paraşüte ve rokete bağlanamaması	Şok kordonu ve paraşütün roketten ayrı düşmesi	Ölçüm	Şok kordonun kumaşını birkaç defa kontrol etmek	Sağlamlık testi yapılması	Basınca karşı dayanıklı kumaşlar seçmek	10

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-18	LoRa E22 900T22D	Yer istasyonu ile haberleşir	Antenin Kırılması	Kullanıcı Hatası	Rampaya Yükleme ve Ateşleme hazırlık	Yer istasyonu ile haberleşilememesi	Veri alınamadığı için görevlerin yapılamaması	Yer İstasyonu Verilerinin kontrol edilmesi	Depolama, taşınma ve kullanım sırasında dikkat edilmesi	Telemetri testleri	Modülün değiştirilmesi	7
HT-19	LoRa E22 900T22D	Yer istasyonu ile haberleşir	Modülden kaynaklı arıza	Üretici Hatası	Rampaya Yükleme ve Ateşleme hazırlık	Yer istasyonu ile haberleşilememesi	Veri alınamadığı için görevlerin yapılamaması	Yer İstasyonu Verilerinin kontrol edilmesi	Yedek modül bulundurmak	Telemetri testleri ve güvenilir tedarikçilerden satın almak	Modülün değiştirilmesi	7
HT-20	LoRa E22 900T22D	Yer istasyonu ile haberleşir	Temassızlık	Montaj Hatası	Rampaya Yükleme ve Ateşleme hazırlık	Yer istasyonu ile haberleşilememesi	Veri alınamadığı için görevlerin yapılamaması	Yer İstasyonu Verilerinin kontrol edilmesi	Montaj anında dikkatli olmak	Telemetri testleri	Modülün değiştirilmesi ya da tamir edilemsi	1

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-21	MPU6050	İvme verisi oluşturur.	Temassızlık	Montaj Hatası	Uçuş	İvme verisinin döneme mesi	Algoritm anın çalışama ması	Telemetri Verileri	Montaj anında dikkatli olmak	Telemetri testleri	Modülün değiştirilme si ya da tamir edilmesi	1
HT-22	MPU6050	İvme verisi oluşturur.	Sensörden kaynaklı arıza	Üretici Hatası	Uçuş	İvme verisinin döneme mesi	Algoritm anın çalışama ması	Telemetri Verileri	Yedek sensör bulundur mak	Telemetri testleri ve güvenilir tedarikçil erden satın almak	Sensörün değiştirilme si ya da tamir edilmesi	7
HT-23	BMP180	Basınç verisi oluşturur.	Temassızlık	Montaj Hatası	Uçuş	Basınç verisinin döneme mesi	Algoritm anın çalışama ması	Telemetri Verileri	Montaj anında dikkatli olmak	Telemetri Testleri	Sensörün değiştirilme si ya da tamir edilmesi	1

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-24	BMP180	Basınç verisi oluşturur.	Sensörden kaynaklı arıza	Üretici Hatası	Uçuş	Basınç verisinin döneme mesi	Algoritmanın çalışamaması	Telemetri Verileri	Yedek sensör bulundurmak	Telemetri testleri ve güvenilir tedarikçilerden satın almak	Sensörün değiştirilmesi ya da tamir edilmesi	7
HT-25	Micro SD Card Holder	Verilerin kayıt edilmesi.	Tak-Çıkar Mekanizma Arızası	Kullanıcı Hatası	Uçuş	Verilerin kayıt edileme mesi	Koşulları etkilemektedir	Yer İstasyonu Verilerinin kontrol edilmesi	Uçuş öncesi çok fazla kullanılmaması	Yapılacak testlerin verilerin kayıt edilmesi	Yedek modül bulundurulması	1
HT-26	Li-Po Pil	Uçuş Kontrol Bilgisayarına enerji sağlamaktadır.	Kablo Bağlantı Sorunu	Konnektör arızası	Rampaya Yükleme ve Ateşleme hazırlık	Bilgisayarların çalışmaması	Bilgisayarların işlevlerini yerini getiremesi	Yer İstasyonu Verilerinin kontrol edilmesi ve işitsel	Kilit Mekanizmalı Konnektör kullanılması	Bilgisayarın çalıştırılması	Yedek konnektörün bulundurulması	7

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HT-27	STM32 Bluepill	Uçuş kontrol bilgisayarının işlemcisidir.	Temassızlık	Montaj Hatası	Rampaya Yükleme ve Ateşleme hazırlık	Bilgisayarların çalışmaması	Bilgisayarların işlevlerini yerini getiremesi	Yer İstasyonu Verilerinin kontrol edilmesi	Montaj anında dikkatli olmak	Telemetri testleri	Sensörün değiştirilmesi ya da tamir edilmesi	1
HT-28	Simple Switch	Ticari uçuş kontrol bilgisayarını çalıştırmak için kullanılan switchdir	Switchin Bozulması	Kullanıcı Hatası	Rampaya Yükleme ve Ateşleme hazırlık	uçuş kontrol bilgisayarının çalışmaması	Görevlerin yerine getirilememesi	Yer İstasyonu Verilerinin kontrol edilmesi ve işitsel	Depolama, taşınma ve kullanım sırasında dikkat edilmesi	Telemetri Testleri	Switchin değiştirilmesi	7

HTEA
Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Referans

[1]= https://www.robotistan.com/mpu6050-6-eksen-ivme-ve-gyro-sensoru-6-dof-3-axis-accelerometer-and-gyros-4176-17-O.jpg
[2]= https://www.robotistan.com/gy-neo6mv2-gps-modulu-ucus-kontrol-sistem-gpsi-2103-82-B.jpg
[3]= https://www.robotistan.com/mikro-sd-kart-modulu-1-16158-58-B.jpg
[4]= https://einstronic.com/wp-content/uploads/2021/07/STM32-Blue-Pill-1.jpg
[5]= https://www.direnc.net/bmp180-dijital-barometrik-sensor-basinc-ve-kuvvet-sensorleri-roarkit-17134-62-B.jpg
[6]= https://n11scdn.akamaized.net/a1/640/elektronik/arduino-urunleri-ve-setleri/7km-menzilli-900mhz-sx1262-lora-modulu-e22-900t22d__09279670759688 99.jpg
[7]= https://www.coskunlarhavaifisek.net/webhox/resim/coskunlarhavaifiseknet/8b517f324aaae36b74a52ff0e26994f8.png
[8]= https://contents.mediadecathlon.com/p1650790/k$9ecf0530b65fad52721cef4ac583535d/sq/tirmanis-ve-dagcilik-yardimci-ip-5-mm-x-6-m-mavi.jpg?format=auto&f=720x720
[9]= https://contents.mediadecathlon.com/p825680/k$29479d9f4971412e8db30a54e3952a62/sq/magaraci.jpg?format=auto&f=720x720
[10]= https://rocketturk.com/wp-content/uploads/2020/11/M8-aybolt-civata.jpg
[11]= https://cdn.dsmcdn.com/assets/t/y/creative/seo/2021/subat-4/firdondu-1.jpg
[12]= https://rocketturk.com/wp-content/uploads/2021/09/pARASUT-HESABI.png
[13]= https://www.ebyte.com/en/product-view-news.html?id=1117
[14]= https://bilgisayarkavramlari.com/2007/11/26/ortanca-filitresi-median-filter/