

# TEKNOFEST-2024

## ROKET YARIŞMASI

### Orta İrtifa Kategorisi

### Ön Tasarım Raporu (ÖTR)

### Sunuşu

## OSTİMTECH ROKET TAKIMI

# Takım Yapısı



Prof. Dr. Sinan KIVRAK  
Takım Danışmanı  
Elektrik Elektronik  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Mohamed AZZAM  
Tasarım  
Havacılık Ve Uzay  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi  
Yabancı Uyruklu



Turgut ŞAHİN  
Takım Kaptanı  
Malzeme Bilimi Ve  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Ömer Faruk ÇELİK  
Döküman  
Bilgisayar  
Mühendisliği  
Fırat Üniversitesi



Mete Kağan Işıklı  
Aviyonik  
Elektrik Elektronik  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Zeynep Dila KAYA  
Döküman  
Havacılık Ve Uzay  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Mustafa Enes Öztürk  
Aviyonik  
Elektrik Elektronik  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Mustafa Enes YALÇIN  
Tasarım  
Malzeme Bilimi Ve  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Gökce ÇEVİK  
Sponsorluk  
Yazılım Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Doruk Dilaver MALGİR  
Tasarım  
Tarım Makineleri Ve  
Teknolojileri  
Mühendisliği  
Ankara Üniversitesi



Muhammet YASİN  
Sponsorluk  
Elektrik Elektronik  
Mühendisliği  
Ostim Teknik  
Üniversitesi



Mert DİLEKMEN  
Analiz  
Endüstriyel Tasarım  
Mühendisliği  
Gazi Üniversitesi

# Yarışma Roketi Genel Bilgiler

## Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler

	Ölçü
Boy (mm):	2550 mm
Çap (mm):	129 mm
Roketin Kuru Ağırlığı (g):	15488 g
Yakıt Kütlesi (g):	3951 g
Motorun Kuru Ağırlığı (g):	2742 g
Faydalı Yük Ağırlığı (g):	4300 g
Toplam Kalkış Ağırlığı (g):	22181 g

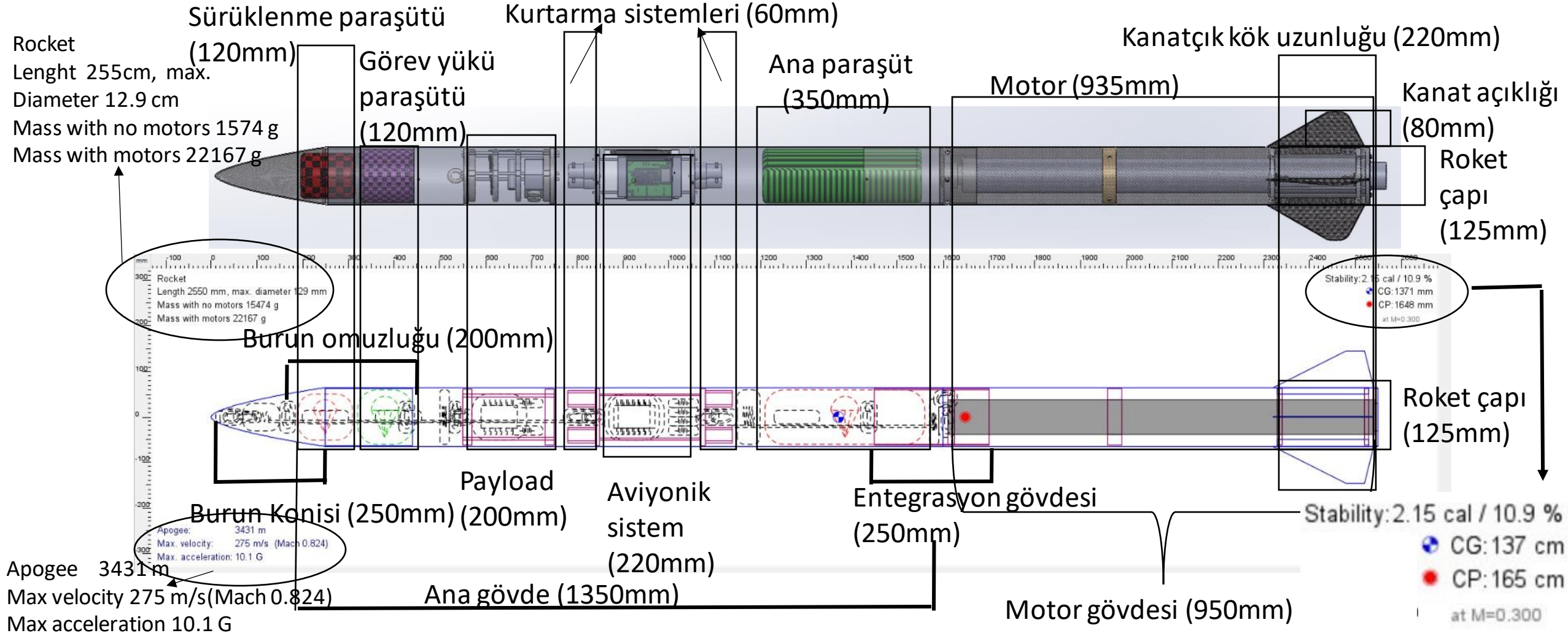
## Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri

	Ölçü
Kalkış İtki/Ağırlık Oranı:	5,3
Rampa Çıkış Hızı (m/s):	32,2m/s
Stabilite (0.3 Mach için):	2,15 cal
En büyük ivme (g):	10,1 g
En Yüksek Hız (m/s):	275 m/s
En Yüksek Mach Sayısı:	0,82
Tepe Noktası İrtifası (m):	3429 m

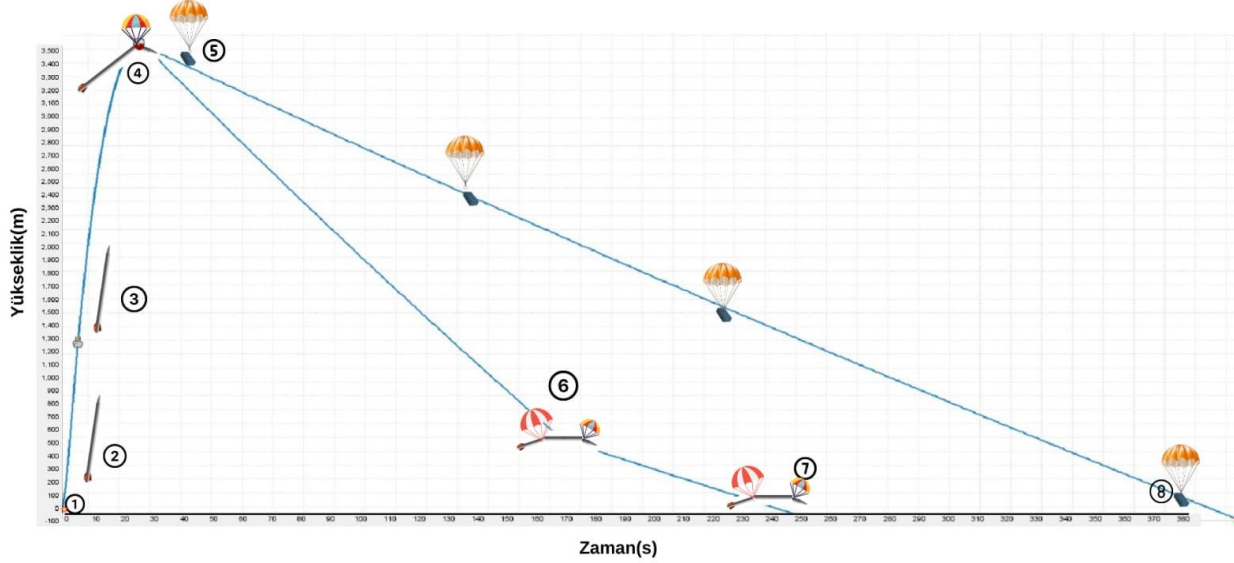
Motor

Aerotech M1850

# Genel Tasarım



# Operasyon Konsepti (CONOPS)



Apogee\*: Roket tepe noktasına ulaştığı anda sürüklenme paraşütü açılacaktır.

-20,9m/s\*\*: Kendi hesaplamalarımızda (kurtarma ve paraşüt açma sistemi kısmında yazmaktadır) 23,16 m/s olarak hesaplanmıştır.

7m/s\*\*\*: Kendi hesaplamalarımızda (kurtarma ve paraşüt açma sistemi kısmında yazmaktadır) 6,65m/s olarak hesaplanmıştır.

8,8m/s\*\*\*\*: Kendi hesaplamalarımızda (kurtarma ve paraşüt açma sistemi kısmında yazmaktadır) 8,277m/s olarak hesaplanmıştır.

		Zaman (s)	İrtifa (m)	Hız (m/s)
1	Fırlatma	0 s	0 m	0 m/s
2	Rampa Tepesi	0,4 s	6 m	32,2 m/s
3	Burn Out	6,5 s	1280 m	246 m/s
4	Apogee*	26,4 s	3429 m	0 m/s
5	Görev yükünün ayrılışı	26,4 s	3429 m	0 m/s
6	Ana paraşütün açılması	163,3 s	600 m	-20,9m/s**
7	Roketin yere inişi	246 s	0 m	7m/s***
8	Faydalı yükün yere inmesi	384,7 s	0 m	8,8m/s****



# Uçuş Benzetim Raporu (UBR)

Uçuş Benzetim Raporu (UBR) "OSTİM TechRoketTakımı ÖTR\_Uçuş\_Benzetim\_Raporu 2024.pdf" ismiyle PDF formatında sisteme yüklenmiştir.

Kütle Bütçesi "OSTİMTechRoketTakımı ÖTR\_Kütle\_Bütçesi 2024.xlsx" ismiyle excel formatında sisteme yüklenmiştir.

Örnek Kütle Bütçesi

# Roket Alt Sistem Detayları



# Getir/Götür (Trade-off) Analizi Tablosu

Ayrılma Sistemi Getir/Götür Analizi Tablosu

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensibi	CO2 Tüplü Ayrılma Sistemi	Yangın riski yok.	Üretimi zor. Yüksek maliyetli. Arıza riski yüksek.	Piroteknik Ayrılma Sistemi	Kolay üretilebilir. Düşük maliyetli. Arıza riski düşük.	Yangın riski var.	Basit, uygun maliyetli ve etkili bir açılma sistemi olması ve CO2 tüplü ayrılma sisteminin sorun çıkarabilecek fazlaca mekanik aksam bulundurmasını da göz önünde bulundurarak piroteknik ayrılma sistemini tercih ettik.

# Getir/Götür (Trade-off) Analizi Tablosu

Burun Konisi Şekli Getir/Götür Analizi Tablosu

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensipleri	Haack Serisi Burun Konisi	Daha yüksek irtifa	Üretimi zor. İç hacmi az.	Power Serisi Burun Konisi	Kolay üretilebilir. İç hacmi fazla.	Daha düşük irtifa.	Haack Serisi her ne kadar az bir irtifa avantajı sağlayacak olsa da, orta irtifa ses altı uçuşlar için ciddi bir avantaj sağlamayacağı anlaşılmıştır, üretim kolaylığı, iç hacim genişliği gibi sebeplerden dolayı Burun Konisi tasarımında Power Serisi seçilmiştir.
Malzeme	Karbonfiber + Alüminyum	..	..	Karbonfiber	..	..	Haack Serisinin sivri burun yapısını elde etmekte elle yatırma yönteminin yeterli olmayacağı anlaşılmış ve bu nedenle Alüminyum burun yapısı tercih edilmiştir. Mukavemetinin yüksek olması sebebiyle Karbonfiber malzeme seçilmiştir.
Üretim Yöntemi	Dişi Kalıba Elle Yatırma, Talaşlı İmalat	..	..	Dişi Kalıba Elle Yatırma	..	..	Haack Serisi tercih edilseydi burun kısmı gereken hassasiyet ve sivriliği sağlarken fazla ağır olmaması için Karbonfiberle beraber Alüminyum kullanılarak iki malzemenin de avantajlarından yararlanılmak istenmiştir.

# Getir/Götür (Trade-off) Analizi Tablosu

Yük Gövdesi Getir/Götür Analizi Tablosu

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensibi	Karbonfiber Yük Gövdesi	Yüksek mukavemet. Nispeten daha küçük özkütle.(1,78 g/cm <sup>3</sup> )	Yüksek maliyetli. Sinyal geçirgenliği düşük.	Fiberglass Yük Gövdesi	Düşük maliyetli. Sinyal geçirgenliği yüksek.	Daha düşük mukavemet. Nispeten daha yüksek özkütle.(1,85 g/cm <sup>3</sup> )	Elektronik Haberleşme yarışma için önemli bir parametre olduğu ve Fiberglass'ın yeterli dayanımı sağlayabileceğinin yapılan statik analizlerde görülmesi üzerine Fiberglass Yük Gövdesi tercih edilmiştir.
Malzeme	Karbonfiber	..	..	Fiberglass	..	..	..
Üretim Yöntemi	Ekek Kalıba Elle Yatırma	..	..	Erkek Kalıba Elle Yatırma	..	..	..

# Getir/Götür (Trade-off) Analizi Tablosu

Motor Gövdesi Getir/Götür Analizi Tablosu

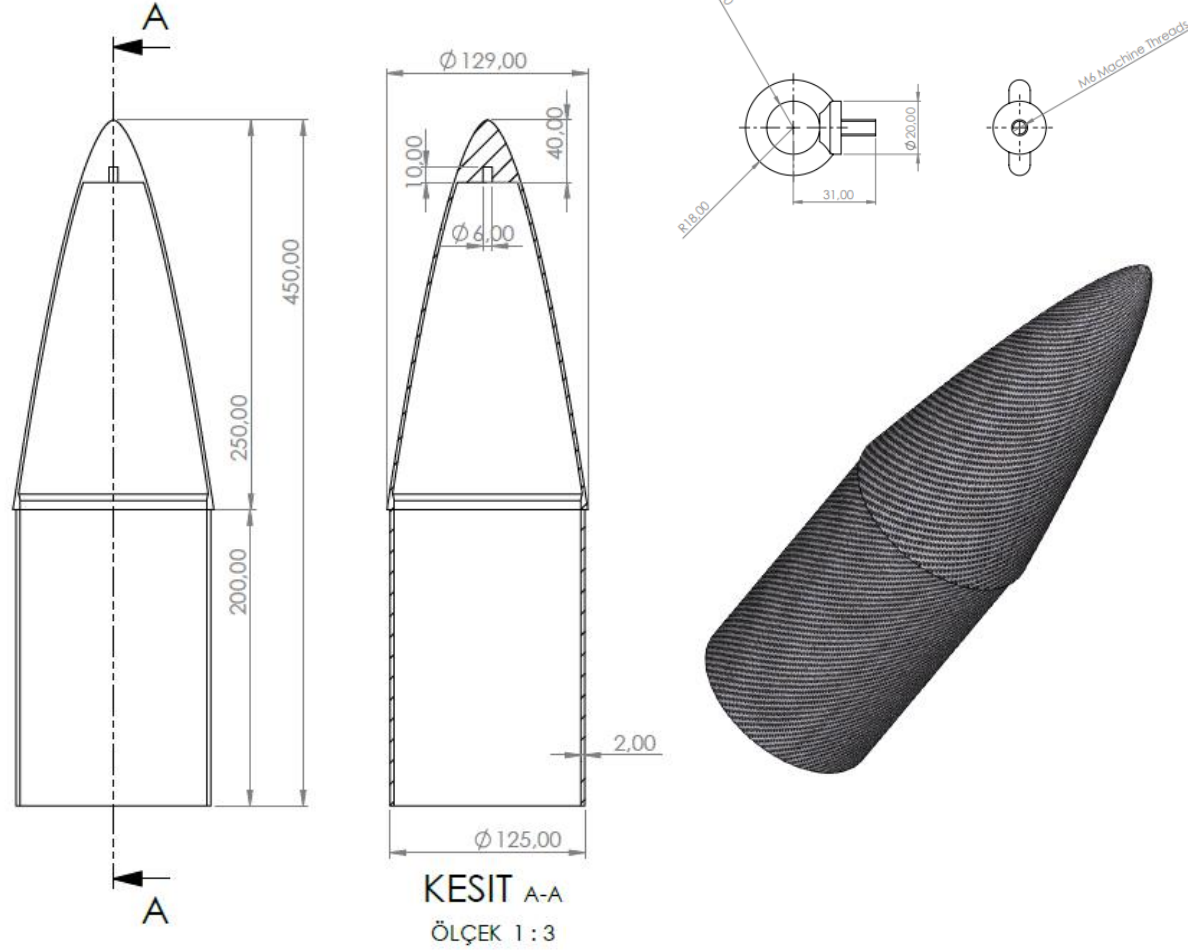
Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensipleri	Karbonfiber Motor Gövdesi	Yüksek mukavemet. Nispeten daha küçük özkütle.(1,78 g/cm <sup>3</sup> )	Yüksek maliyetli. Sinyal geçirgenliği düşük.	Fiberglass Motor Gövdesi	Düşük maliyetli. Sinyal geçirgenliği yüksek.	Daha düşük mukavemet. Nispeten daha yüksek özkütle.(1,85 g/cm <sup>3</sup> )	Tasarımımıza göre Motor Gövdesinde herhangi bir elektronik bulunmayacağından ve yapılan Sonlu Elemanlar Analizleri doğrultusunda fazladan mukavemet ve hafiflik sağlaması gibi sebeplerden dolayı Karbonfiber Motor Gövdesi tercih edilmiştir.
Malzeme	Karbonfiber	..	..	Fiberglass	..	..	..
Üretim Yöntemi	Erkek Kalıba Elle Yatırma	..	..	Erkek Kalıba Elle Yatırma	..	..	..

# Getir/Götür (Trade-off) Analizi Tablosu

Kanatçık Getir/Götür Analizi Tablosu

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensipleri	Yekpare Kanatçık	Yüksek mukavemet. Yüksek hassaslıkta ve aynı doğrultuda üretim.	Yüksek maliyetli. Yedeklemesi zor.	Montajlı Kanatçık	Düşük maliyetli.	Aynı doğrultuda, hassas montaj yapmak zor. Nispeten daha kırılgan.	Her ne kadar dayanım olarak Yekpare tasarım daha iyi olsa da yüksek maliyet ve yenilemesinin zor olmasından dolayı Montajlı tasarım tercih edilmiştir.
Malzeme	Alüminyum	..	..	Karbonfiber	..	..	Yapılan simülasyonlarda düşüş esnasında Kanatçıkların yüksek risk altında olduğu anlaşılmıştır. Bu sebeple oldukça mukavemetli olan Karbonfiber malzeme seçilmiştir.
Üretim Yöntemi	Talaşlı İmalat	..	..	Elle Yatırma+ Talaşlı İmalat	..	..	Elle Yatırma yöntemiyle plaka halinde üretilen Karbonfiber plakalar daha sonrasında hassas CNC makinelerince işlenerek istenilen kalite sağlanacaktır. İşlenen kanatçıklar merkezleme yüzükleri aracılığıyla aynı doğrultuda hassas şekilde monajlanacaktır.

# Burun Konisi – Detay



Tasarımımızda ses altı uçuşlar için burun konileri arasındaki tasarımsal farkları inceledik. Yaptığımız araştırmalar neticesinde aerodinamik ve üretim yöntemlerini de göz önünde bulundurarak Power Serisi Burun Konisi şeklini tercih ettik. SOLIDWORKS programı için Burun Konisi eğri denklemini “ $Y = r \times (x / L)^k$ ” şeklinde oluşturduk.

r: Burun Konisi yarıçapı.

k: Şekil parametresi (0.5 için parabolik, 1 için konik burun konisi)

L: Burun konisi boyu.

Denklemdaki k değerini 0.60 seçmiş olup, bu değeri seçme sebebimiz üretim kolaylığı sağlaması ve Burun Konisi iç hacminin diğer şekillere göre daha geniş olmasıdır.

Burun Uzunluğu	Dış Çap	Şekil
450mm	129mm	Power Serisi

# Burun Konisi – Detay

Malzeme bilgileri	Burun Konisinin malzemesi hafiflik ve sağlamlık kriterlerini karşılamasından dolayı kompozit (karbonfiber) olarak tercih edilmiştir.		
Üretim yöntemi	Üretim yöntemi olarak dişi kalıba elle yatırma tercih edilmiştir. Burun Konisinin Burun kısmı ve Boyun kısmı (shoulder) yekpare olarak iki parçalı olarak imal edilip sonrasında yapıştırılacaktır.		
Malzeme	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Akma Dayanımı	Çekme Dayanımı
Karbonfiber <sup>[1]</sup>	1.78 g/cm <sup>3</sup>	-	894 MPa

Burun Konimiz gövdeye tatlı-sıkı geçme yöntemiyle geçecektir.

Ayrılma sonrası Burun Konisi ucunda bulunan mapa sayesinde kurtarılacaktır. Burun konisinin içerisine mapa için epoksi malzemeden mapa yuvası yapılacaktır.

Burun konimizin içinde uç kısmında şok kordonumuz ve sürüklenme paraşütümüz olacak bu sayede hacim ve kütleden tasarruf edilecektir.

Düzgün hava akışı için yüzey pürüzsüzlüğü önemli bir kriter olduğu için yüzey zımparalanacaktır.

1-[https://www.researchgate.net/figure/CFRP-data-from-Manufacturers-data-sheet\\_tbl1\\_264177837](https://www.researchgate.net/figure/CFRP-data-from-Manufacturers-data-sheet_tbl1_264177837)





# Kanatçık – Detay

Malzeme bilgileri	Malzeme olarak Karbon Fiber malzeme ve 6063 T6 Alüminyum malzeme tercih edilmiştir.
Üretim yöntemi	Üretim yöntemi olarak kanatçıklar elle yatırma yöntemiyle imal edilecektir ardından talaşlı imalatla üretilen merkezleme yüzüklerine uygun bağlantı noktaları eklenecektir. Kanatçıklar mesnetler yardımıyla alüminyum merkezleme halkalarına montajlanacaktır.

**Hücum Kenarı:** Kanatlar dikdörtgen geometriye sahip bir şekilde üretilmesine karar verilmiştir. 30 derecelik hücum açısıyla tasarlanmıştır. Hücum kenarının akışa dik olan yüzeylerinde 3 mm yuvarlatmalar yapılmıştır.

**Firar Kenarı:** Firar kenarının açısı 63.4° olarak belirlenmiştir.

**Kanatçıkların sabitlemesi:** Kanatçıkları gövde yerine merkezleme yüzüklerine sabitleme kararı verilmiştir.

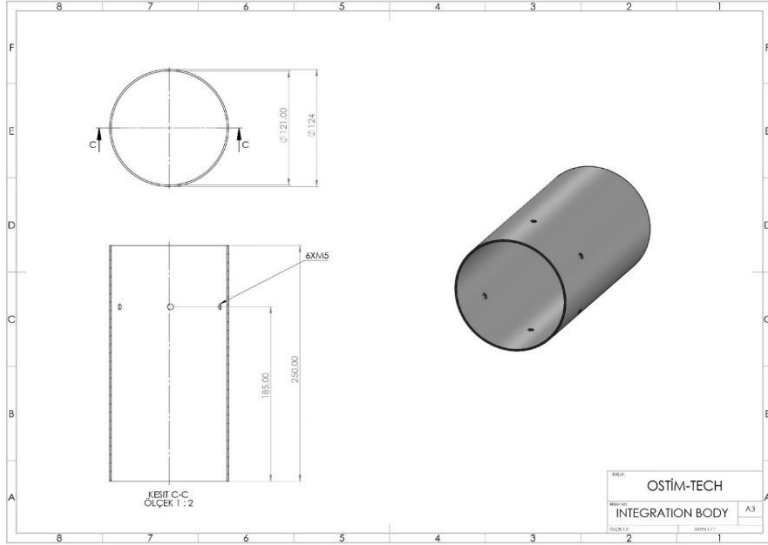
**Üretim Kolaylığı:** Kanatçıkların hücum kenarları airfoil yerine yuvarlatma yapılarak sürüklenme kuvvetinin azaltılması amaçlanırken kanatçıkların geometrisi de dikdörtgen şeklindedir.

Malzeme	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Akma Dayanımı	Çekme Dayanımı
Karbonfiber	1.78 g/cm <sup>3</sup>	-	894 MPa
6063 T6 Alüminyum <sup>[2]</sup>	2.7g/cm <sup>3</sup>	214 MPa	241 MPa

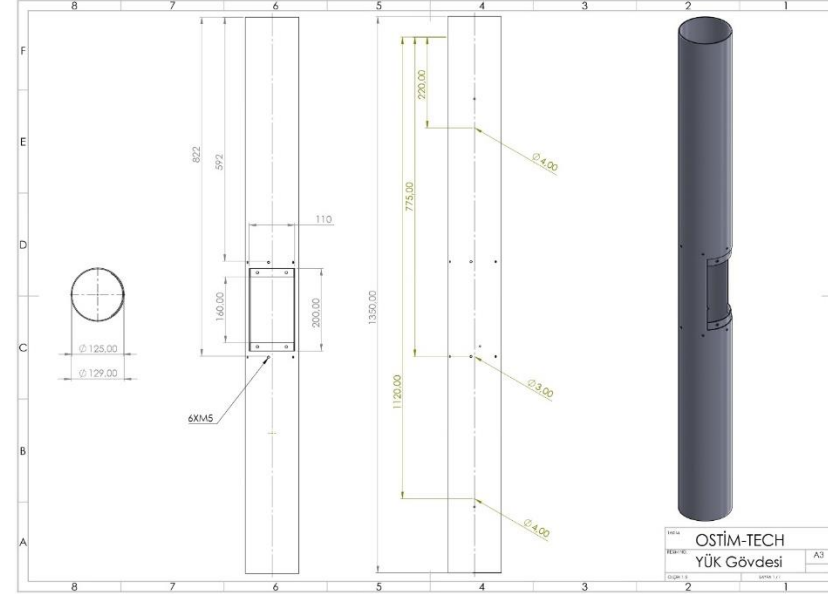
2-<https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=333b3a557aeb49b2b17266558e5d0dc0>

# Gövde ve Entegrasyon Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

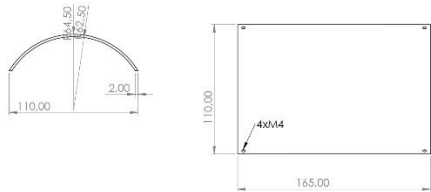
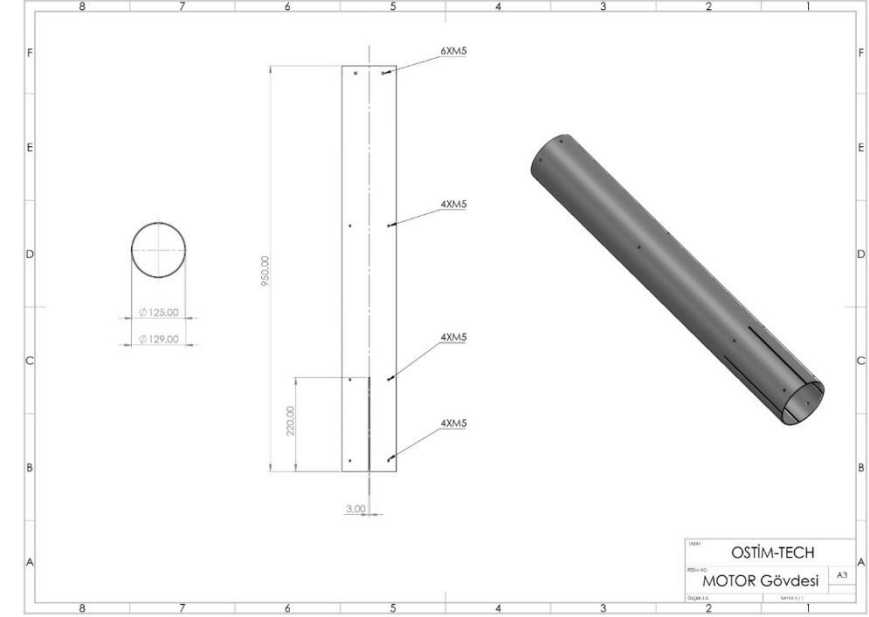
## Entegrasyon Gövdesi



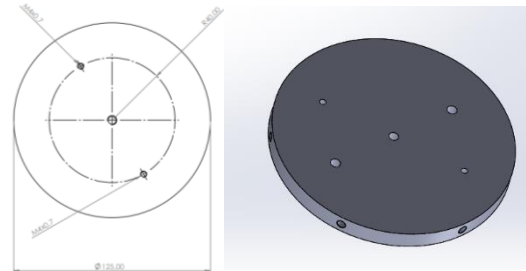
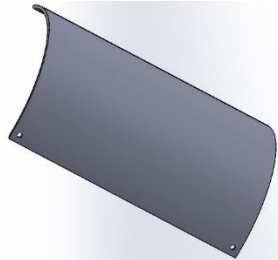
## Ana Gövde



## Motor Gövdesi



## Aviyonik Kapak



## Aviyonik Balket

# Gövde ve Entegrasyon Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Komponent	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemi	Çekme Dayanımı (MPa)	Akma Dayanımı (MPa)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )
Aviyonik Balket	Alüminyum	Talaşlı imalat	241 MPa	214 MPa	2.7g/cm <sup>3</sup>
Aviyonik Kapak	Cam Fiber <sup>[3]</sup>	Elle yatırma	250 MPa	-	1,85g/cm <sup>3</sup>
Merkezleme Halkaları	Alüminyum	Talaşlı imalat	241 MPa	214 MPa	2.7g/cm <sup>3</sup>
Entegrasyon Gövdesi	Karbon Fiber	Erkek kalıp üzerine elle serim	894 MPa	-	1.78 g/cm <sup>3</sup>
Ana Gövde	Cam Fiber	Elle yatırma	250 MPa	-	1,85g/cm <sup>3</sup>
Motor gövdesi	Karbon Fiber	Erkek kalıp üzerine elle serim	894 MPa	-	1.78 g/cm <sup>3</sup>

3- [https://www.researchgate.net/figure/Mechanical-properties-of-glass-fiber-reinforced-polymeric-GFRP-composites\\_tbl3\\_265346634](https://www.researchgate.net/figure/Mechanical-properties-of-glass-fiber-reinforced-polymeric-GFRP-composites_tbl3_265346634)

# Gövde ve Entegrasyon Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Ana Gövdemizde dayanım, sinyal geçirgenliği, kütle, ekonomiklik ve kolay imalat gibi parametreler dikkate alınarak yapılan araştırmalar neticesinde Cam Fiber Kompozit malzeme tercih edilmiştir. Ana Gövdemiz burun konisi ve Entegrasyon Gövdesiyle tatlı-sıkı geçmeyle birleştirilecektir. Ana Gövdemiz paraşütler aviyonik sistem ve Payload'ı içerir. Aviyonik sistemin kolay tak-çıkarma işlemi için aviyonik kapağı vardır.

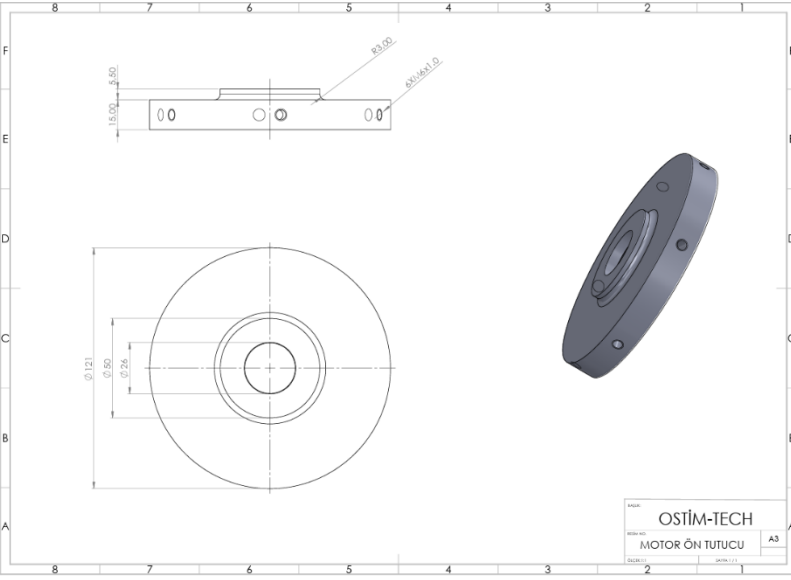
Motor Gövdemizde dayanım, maliyet, kütle ve üretim kolaylığı gibi parametreler dikkate alınarak Karbon Fiber Kompozit malzeme tercih edilmiştir. Motor Gövdemiz Entegrasyon Gövdemizle ve Motor Ön Balketimizle 6 adet cıvata yardımıyla birleştirilir. Kanatçıkları ve merkezleme yüzüklerini içerir.

Entegrasyon Gövdemiz Motor Gövdesiyle Ana Gövdeyi havada açılabilir şekilde birleştirmek için kullanılır. Dayanım, üretim kolaylığı gibi parametreler göz önüne alınarak Karbon Fiber Kompozitten imal edilecektir. Motor Gövdesi ve Motor Ön Balketine 6 adet cıvata ile montajlanır. Ana Gövdeye tatlı-sıkı geçmeyle montajlanır. Sağlıklı bir ayrılma gerçekleştirebilmek için üretim öncesi gerekli toleranslandırma yapılacaktır.

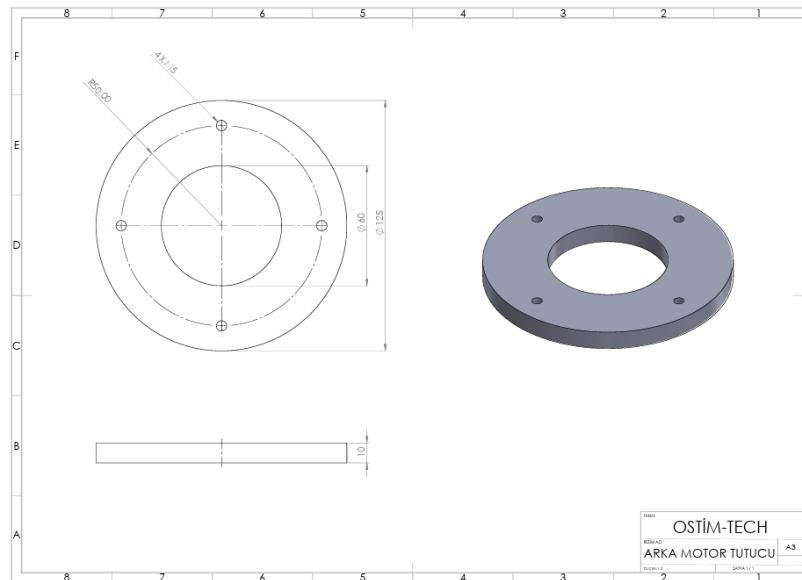
Üretim metodu olarak erkek kalıp üzerine elle serim yöntemini seçmekteyiz. Reçinenin sertleşmesi için 48 saatlik bekleme süresinden sonra kalıptan dikkatlice ayrılacak olan gövde aerodinamik ve pürüzsüzlük için zımparalanacak. Tüm bu işlemler doğru şekilde yapıldıktan sonra montaj için gerekli olan delikleri gövde üzerinde açılır.

Aviyonik Kapak aviyonik sistemin kolayca montajlanmasını ve çıkarılmasını sağlar. Aynı zamanda hakem altimetresinin kolayca montajlanmasına imkan sağlar.

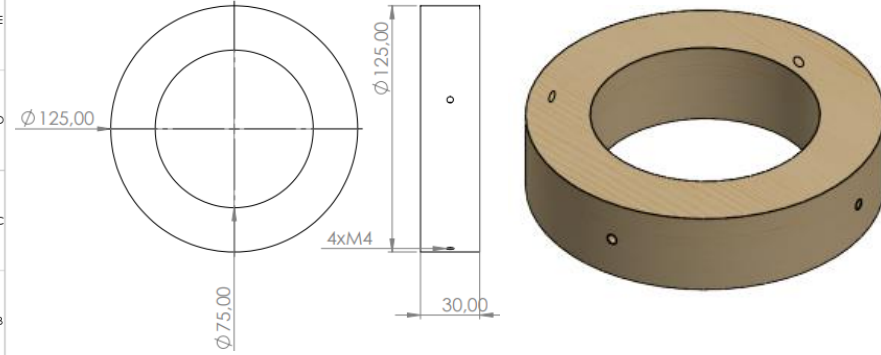
# Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



MOTOR ÖN TUTUCU



MOTOR ARKA TUTUCU

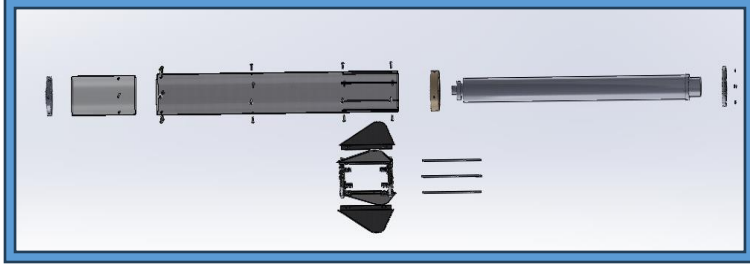


MOTOR GÖVDESİ

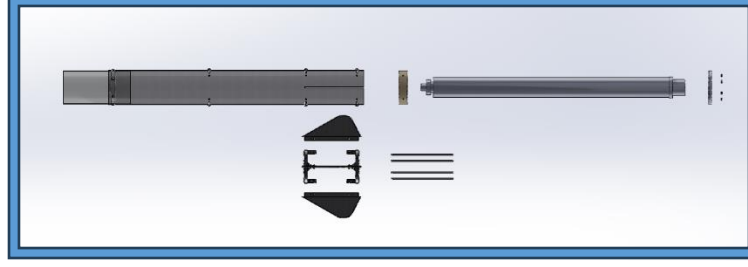
Motor bölümü yapısal olarak kompozit motor gövdesi ve entegrasyon gövdesinden oluşmaktadır. Motor bölümü 2 adet motor balketi ve 3 adet merkezleme yüzüğü içermektedir. Tüm bağlantı elemanları cıvata yardımıyla gövdeye montajlanacaktır. Motor balketlerimiz ve kanatçık merkezleme yüzüklerimiz mukavemeti sağlaması için alüminyumdan imal edilecektir. Ortadaki Merkezleme Yüzüğümüz kompozit malzeme (kontraplak) olacaktır. Tasarımımız ayrıca bir Motor Kundağı içermemektedir. Merkezleme tamamen merkezleme yüzükleriyle yapılacaktır.



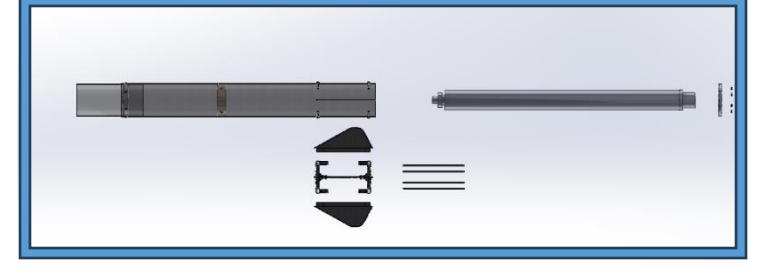
# Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



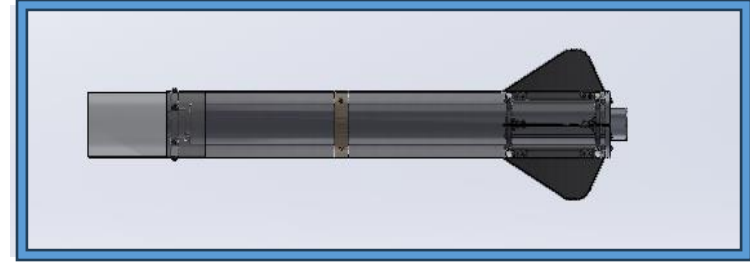
Demonte hali.



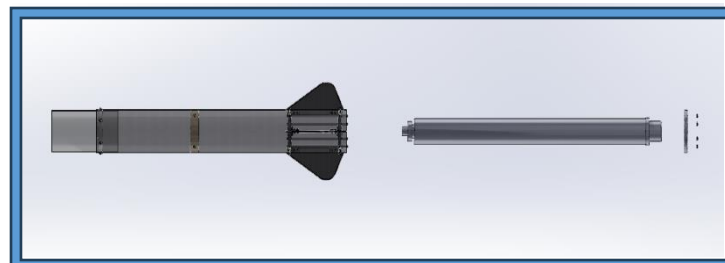
Entegrasyon Gövdesi ve Ön Motor Tutucu yerleştirilir.



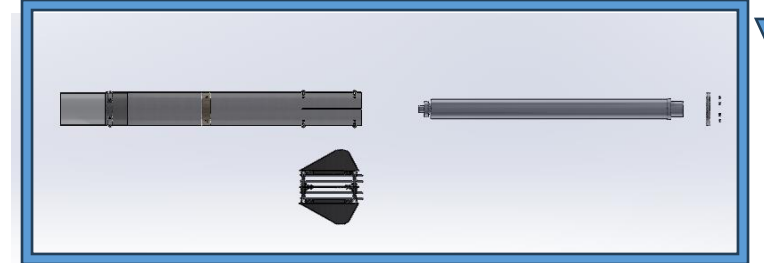
Orta Merkezleme Halkası vidalanır.



Arka Motor Tutucu saplamalara vidalanır. Montajlı hali.



Motor takılır ve Ön Motor Balketine vidalanır.



Kanat Kompleksi ve Arka Motor Tutucu için saplamalar montajlanır.



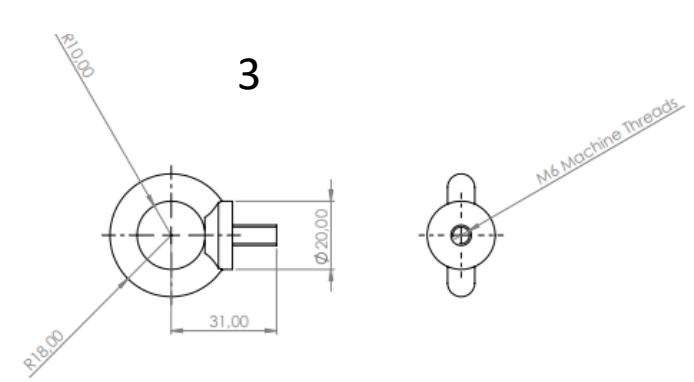
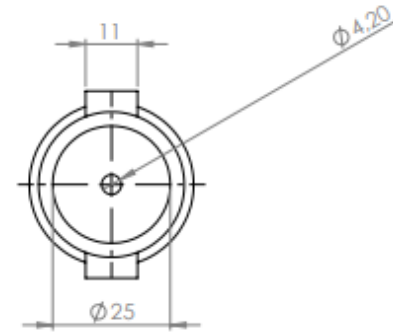
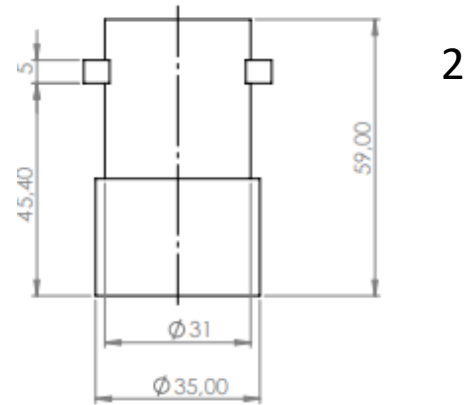
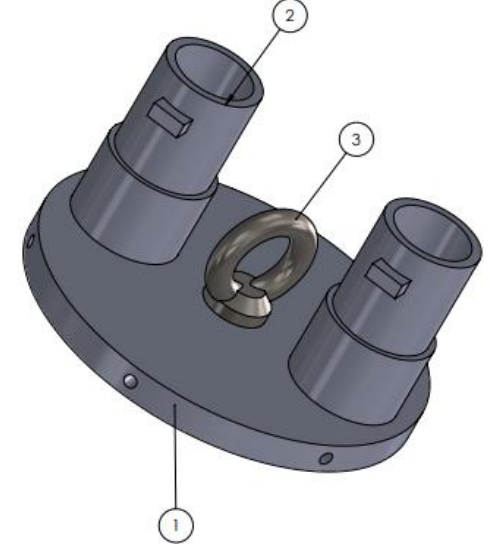
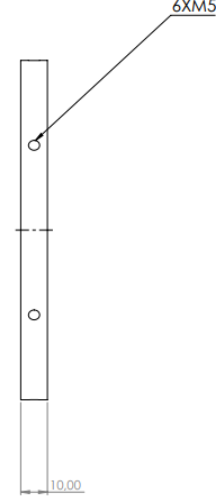
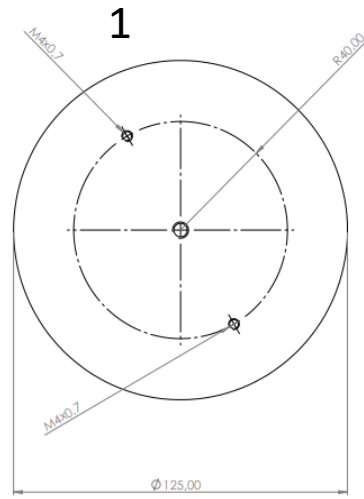
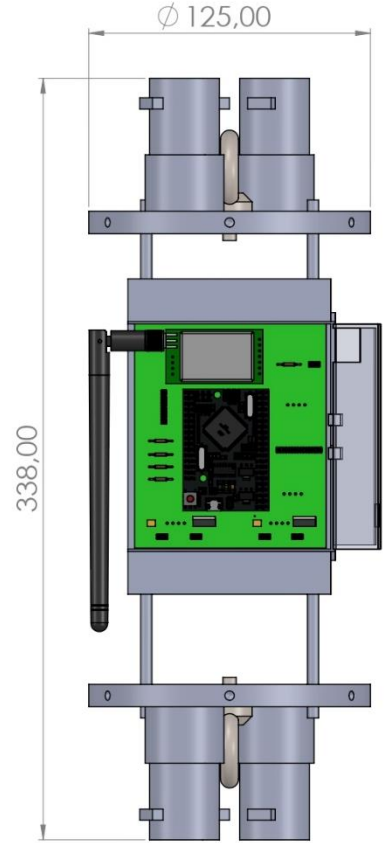
# Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

Motor Gövdesi Getir/Götür Analizi Tablosu

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensibi	Karbonfiber Motor Gövdesi	Yüksek mukavemet. Nispeten daha küçük özkütle.(1,78 g/cm <sup>3</sup> )	Yüksek maliyetli. Sinyal geçirgenliği düşük.	Fiberglass Motor Gövdesi	Düşük maliyetli. Sinyal geçirgenliği yüksek.	Daha düşük mukavemet. Nispeten daha yüksek özkütle.(1,85 g/cm <sup>3</sup> )	Tasarımımıza göre Motor Gövdesinde herhangi bir elektronik bulunmayacağından ve yapılan Sonlu Elemanlar Analizleri doğrultusunda fazladan mukavemet ve hafiflik sağlaması gibi sebeplerden dolayı Karbonfiber Motor Gövdesi tercih edilmiştir.
Malzeme	Karbonfiber	..	..	Fiberglass	..	..	..
Üretim Yöntemi	Erkek Kalıba Elle Yatırma	..	..	Erkek Kalıba Elle Yatırma	..	..	..

Komponent	Malzeme Bilgileri	Üretim Yöntemi	Çekme Dayanımı (MPa)	Akma Dayanımı (MPa)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )
Motor Balketi	Alüminyum	Talaşlı imalat	241 MPa	214 MPa	2.7g/cm <sup>3</sup>
Motor Arka Kapak	Alüminyum	Talaşlı imalat	241 MPa	214 MPa	2.7g/cm <sup>3</sup>

# Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi



# Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Ayrılma Sistemi Getir/Götür Analizi Tablosu

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensibi	CO2 Tüplü Ayrılma Sistemi	Yangın riski yok.	Üretimi zor. Yüksek maliyetli. Arıza riski yüksek.	Piroteknik Ayrılma Sistemi	Kolay üretilebilir. Düşük maliyetli. Arıza riski düşük.	Yangın riski var.	Basit, uygun maliyetli ve etkili bir açılma sistemi olması ve CO2 tüplü ayrılma sisteminin sorun çıkarabilecek fazlaca mekanik aksam bulundurmasını da göz önünde bulundurarak piroteknik ayrılma sistemini tercih edilmiştir.

Ayrılma sistemi için CO2 Tüplü ve Piroteknik sistemler arasında yaptığımız Getir-Götür analizi neticesinde Kolay üretilebilirlik, düşük maliyet ve arıza riskinin düşük olması gibi sebeplerden Piroteknik Sisteme karar verilmiştir.

Faydalı Yük apogee noktasında serbest kaldıktan sonra roketten tamamen ayrı bir şekilde kurtarılacaktır.

Kurtarma sisteminin hacmi paraşütler dahil 7.708,714 cm<sup>3</sup> tür.

Kurtarma sisteminin hacmi paraşüt harici 244,290 cm<sup>3</sup> tür.

# Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

Kurtarma Alt Sistemleri	Görevi
Piroteknik Tüp	Ayrılma için gerekli olan basıncı sağlar.
Paraşüt	Ayrılma sonrası yumuşak ve güvenli inişi (Roket için 6.65 m/s Faydalı Yük için 8.277 m/s) sağlar.
Şok Kordonu	Paraşüt açılmasından doğan ani yükleri esnek yapısı ve uzun boyu sayesinde sönümleyip bağlantı elemanlarına zarar gelmesini engelleyen paraşüt ve roket arasındaki bağlantıyı yapan temel elemandır.
Fırdöndü	Paraşüt iplerinin dolaşmasını engeller.
Mapa	Kurtarılacak sistemleri kurtarma Sistemi ile bağlar.
Karabina	Şok kordonları, mapalar ve fırdöndüler arasındaki bağlantıları sağlayan elemandır

## Kurtarma Stratejisi

Roketimiz iki aşamalı olarak kurtarılabilecektir. İlk aşama apogee noktasında Burun Konisinin Piroteknik Sistem sayesinde Sürüklenme Paraşütü ve Faydalı Yüğü serbest bırakması neticesinde olacaktır. İkinci ayrılma yerden yaklaşık 600 m yükseklikte ikinci Piroteknik Sistemin roketi Entegrasyon Gövdesinden ikiye ayırması neticesinde Ana paraşütü serbest bırakması sayesinde olacaktır.

Ana ve Yedek Aviyonikten gelen aktivasyon emri Piroteknik Sistemin ilgili kısımlarına elektronik olarak iletilecek ve Piroteknik sistemin içinde bulunan barutun ateşlenmesini sağlayacaktır. Ateşlenen ilgili hacmi hesaplanan miktarda basınçlandıracak ve kurtarma sağlanacaktır.

# Sıcak Gaz Üreteci Gereksinimleri

Ayrılma	Basınçlandırılacak hacim çapı (mm)	Basınçlandırılacak hacim (m <sup>3</sup> )	Ulaşılmak istenen basınç (Bar)
1. Ayrılma	125	0.00442	1.24 bar (18 psi)
2. Ayrılma	125	0.00515	1.24 bar (18 psi)

Kullanılan formüller:

Kara barut miktarı (g):  $C \times D^2 \times L$

L: Basınçlandırılacak uzunluk(inç)

D: Basınçlandırılacak çap(inç)

C: Psi x 0.0004

1 Bar= 14.503 psi

Yansıda bulunan formüller için: <https://rocketrycalculator.com/rocketry-calculator/bp-estimator/>

Kara barut hesabı için: <https://www.insanerocketry.com/blackpowder.html>

$$Grams(BP) = \frac{454grams}{1lbf} \times \frac{Pressure(psi) \times Volume(inches^3)}{266 \frac{inches \cdot lbf}{lbm} \times 3307 \circ R}$$

$$volume(inches^3) = \frac{\pi \times (diameter(inches))^2 \times Length(inches)}{4}$$

$$Pressure(psi) = \frac{Force(lbs)}{Area(inch^2)}$$

# Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

Paraşüt Tipi	Düşüş Hızı (m/s)	Renk	Boyutlar		Paraşüt İpi Uzunluğu (m)	Kubbe Deliği Çapı(m)	Parça (Dilim) Sayısı	Kütle (g)
			Açık(m)	Kapalı(m)				
Faydalı yük Paraşütü	8.277 m/s	Yeşil	1,4 m	0 m	2,8 m	0.21 m	8	238 g
Sürüklenme Paraşütü	23.16 m/s	Kırmızı	0,9 m	0 m	1,18 m	0,135 m	6	118 g
Ana Paraşüt	6.65 m/s	Sarı	3 m	0 m	5 m	0,45 m	8	794 g

Şartnamenin 3.2.2.15. maddesine göre paraşüt renkleri yukarıdaki tabloda belirtildiği şekilde yeşil, kırmızı ve sarı olarak belirlenmiştir. 3.2.2.4. maddesine göre sürüklenme paraşütünün hızı, hesaplanan 0.9m çap için 23.16 m/s olarak hesaplanmıştır. 3.2.2.2. maddesi gereğince ana paraşütün hızı, hesaplanan 3m için 6.65 m/s olarak, faydalı yük için ise hesap edilen hız, hesaplanan 1.4m için 8.277 m/s olarak belirlenmiştir.

Paraşütlerde kullanılacak malzeme dayanıklılığı ve yırtılmaz özelliği nedeniyle ripstop, kullanılacak paraşüt iplerini malzemesi ise dayanıklılık ve esneklik özellikleri sebebiyle polyester olarak seçilmiştir. Paraşütlerdeki kubbe deliğlerinin çapları paraşüt çaplarının %15'i olacak şekilde hesaplanmıştır. Paraşüt iplerinin boyu ise paraşüt çaplarının 1.25-2.25 katı olacak şekilde belirlenmiştir.

## KURTARILACAK UNSURLAR

Komponent	Temel Görev	Kurtarılan Unsur
Mikro Kontrolcü Arduino Mega Pro Mini	Uçuş Kontrol Bilgisayarını yönetmek	Roket ve faydalı yük
Basınç Sensörü BMP 280	Basınç Verisini İrtifaya Çevirmek	Roket ve faydalı yük
IMU Sensörü MPU 6050	İvme Ve GYRO Verisi Göndermek	Roket ve faydalı yük
GPS Sensörü Ublox NEO - 7M	Konum Bilgisi Göndermek	Roket ve faydalı yük
Haberleşme Modülü LoRa E22 400T30D	Roket İle Yer İstasyonuna Arasında Veri Akışı Sağlamak	Roket ve faydalı yük



# Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

$$V = \sqrt{\frac{2 \times m \times g}{Cd \times p \times A_{net}}} = \sqrt{\frac{8 \times m \times g}{Cd \times p \times \pi \times D^2}} \quad [1]$$

$$D = \sqrt{\frac{8 \times m \times g}{Cd \times p \times \pi \times V^2}} \quad [2]$$

**Faydalı Yük Paraşütü Düşüş Hızı ve Paraşüt Çapı Hesaplamaları:**

$$m = 4.3 \text{ kg} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Cd = 0.8$$

$P = 1$  (1.22 değeri için de hesaplandı.)

$$A = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$$

$$V = \sqrt{\frac{8 \times 4.3 \times 9.81}{0.8 \times 1 \times \pi \times (1.4)^2}}$$

$$= 8.277 \text{ m/s} \quad 7.935 \text{ m/s} \text{ olarak hesaplandı.}$$

$$D = \sqrt{\frac{8 \times 4.3 \times 9.81}{0.8 \times 1 \times \pi \times (8.277)^2}}$$

$$= 1.4 \text{ m} \quad (p = 1.22 \text{ için çap } 1.46 \text{ m olarak hesaplandı.})$$

**Sürüklenme Paraşütü Düşüş Hızı ve Paraşüt Çapı Hesaplamaları:**

$$m = 13.916 \text{ kg} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Cd = 0.8$$

$P = 1$  (1.22 değeri için de hesaplandı.)

$$A = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$$

$$V = \sqrt{\frac{8 \times 13.916 \times 9.81}{0.8 \times 1 \times \pi \times (0.9)^2}}$$

$$= 23.16 \text{ m/s}$$

( $p = 1.22$  için hız  $20.97 \text{ m/s}$  olarak hesaplandı.)

$$D = \sqrt{\frac{8 \times 13.916 \times 9.81}{0.8 \times 1 \times \pi \times (23.16)^2}}$$

$$= 0.9 \text{ m} \quad (p = 1.22 \text{ için çap } 0.815 \text{ m olarak hesaplandı.})$$

**Ana Paraşüt Düşüş Hızı ve Paraşüt Çapı Hesaplamaları:**

$$m = 13.916 \text{ kg} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Cd = 0.8 \quad p = 1 \text{ (1.22 değeri için de hesaplandı.)}$$

$$A = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$$

$$\text{Eşdeğer çap} = \sqrt{(0.9)^2 + (3)^2} = 3.13 \text{ m}$$

$$V = \sqrt{\frac{8 \times 13.916 \times 9.81}{0.8 \times 1 \times \pi \times (3.13)^2}}$$

$$= 6.65 \text{ m/s}$$

( $p = 1.22$  için hız  $6.03 \text{ m/s}$  olarak hesaplandı.)

$$D = \sqrt{\frac{8 \times 13.916 \times 9.81}{0.8 \times 1 \times \pi \times (6.65)^2}}$$

$$= 3.13 \text{ m}$$

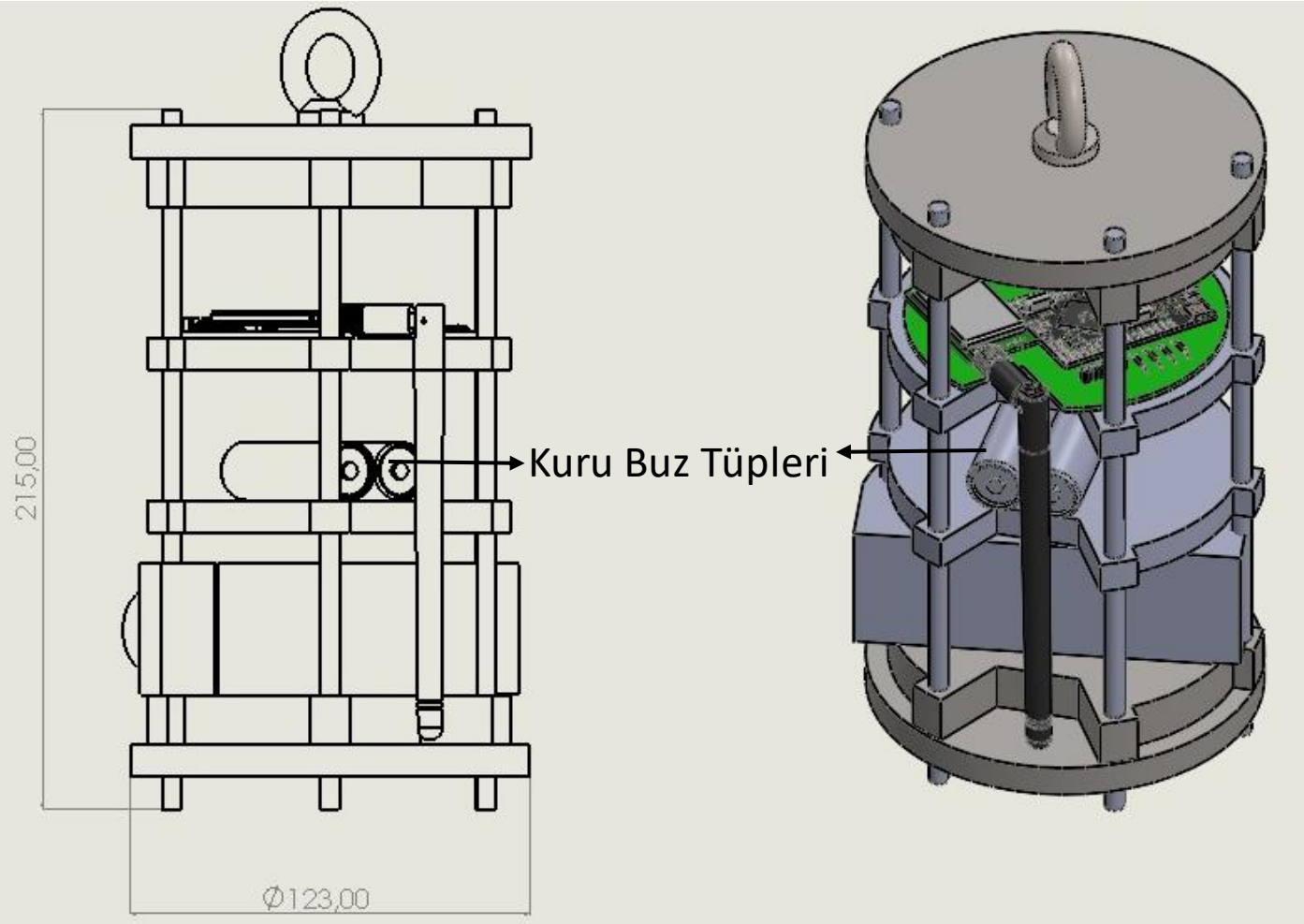
( $p = 1.22$  için çap  $2.66 \text{ m}$  olarak hesaplanmaktadır.)

[1]-[2]: Linklere rapor sonunda yer verilmiştir.

# Kurtarma Sistemi – Paraşütler -2

Paraşüt Sistemi	Paraşüt Alanı (m <sup>2</sup> )	Paraşüt Sisteminin Taşayacağı Kütle (kg)	Paraşüt Sürüklenme Katsayısı	Düşüş Hızı (m/s)
Faydalı Yük Paraşütü	1.539	4.3 kg	0.8	8.277
Sürüklenme Paraşütü	0.636	13.916 kg	0.8	23.16
Ana Paraşüt	7.06	13.916 kg	0.8	6.65

# Görev Yüğü



Görev yükümüz içerisinde bulunan higroskopik maddeler (kuru buz) sayesinde bulut içindeki su buharını, özel bileşikler yardımıyla buz kristallerine dönüşmesi ve buz kristallerinin eriyerek yağmur sularını oluşturması yani Buluta Yağmur Tohumlanma görevini gerçekleştirecektir. Bilimsel Görev Yüğü roketten apogee noktasında piroteknik sistemin ateşlenmesi neticesinde roketin baş kısmından ayrılacaktır. Görev yükü üzerinde bulunan GPS sayesinde ve seçilen turuncu renk paraşüt sayesinde bulunacaktır. Görev yükümüzün kütlesi 4300 gr. olacaktır.

BMP280 Basınç Sensörü irtifa verisini, DHT22 nem sensörü nem verisini 5hz frekansla veri gönderimi yapılacaktır. Bu veri gönderimi ve GPS işlemi Neo7m GPS Modülüyle gerçekleşecektir. Ardından yer istasyonunun alıcı Lora modülüne gelen veri bir Arduino Mega 2560 Pro Mini ile çözümlenecektir ve bilgisayarda tasarlanmış olduğumuz arayüze yansıyacaktır.

Alınacak veriler sırasıyla;

Barometrik sensörden yükseklik verisi, GPS aracılığıyla konum ve zaman verisidir.

Bu sensörlerden gelen veriler kalman filtresinden geçirilecektir ve görev yükündeki Arduino sayesinde toplanıp microSD karta ve görev yükündeki Lora modülüne aktarılacaktır. Ana roketteki Uçuş Kontrol Bilgisayarı apogee noktasında olduğunu anladığı anda paraşüt salınım mekanizmasını, anahtarlama elemanı olarak kullanılacak MOSFET'e sinyal gönderip, fitili ateşleyerek salacaktır. Bu mekanizmanın salınımı sırasında da görev yükü de salınacaktır ve barometre yardımı ile apogee noktasından düşüşte olduğunu fark eden görev yükünün bilgisayarı, kendi paraşüt salınım mekanizmasını tetikleyecektir. Tüm bu aşamalarda görev yükünün ,roketle herhangi bir bağlantısı bulunmayacaktır.

1. Aviyonik Sistem (Özgün)'in içerisinde bulunan BMP280 basınç sensörü basınç verisini irtifaya çevirecektir. İlk ayrılma MPU6050 IMU sensöründen gelen burun açısı verisi ve BMP280 basınç sensöründen gelen irtifa verisi baz alınarak gerçekleştirilecektir. BMP280 basınç sensöründen gelen irtifa verisiyle de roket 600 metre aşağısına indiğinde ikinci ayrılma gerçekleştirilecektir.

2. Aviyonik Sistem (Ticari)'in içerisindeki algoritma MSI MS5607 basınç sensöründen gelen irtifa verisini baz almaktadır. Ticari sistemin bünyesinde bulunan FIR (Finite Impulse Response) filtresi verilerin gürültü olmadan iletilmesini sağlayacaktır. Sistemdeki mDACS arayüzü sayesinde ikinci ayrılmanın hangi irtifa olacağı bilgisi sisteme girilecektir.

Yer istasyonundaki LoRa E22 400T30D haberleşme modülü, aviyonik sistemdeki ve görev yükündeki NEO-7M GPS modüllerinden konum verilerini alacaktır. Yüksek kazançlı yagi antenler sayesinde roketten iletilen veriler anlık olarak yer istasyonumuzda gözükülecektir. Kurtarma operasyonu tamamlanınca gövdenin ve görev yükünün lokasyonu elde edilip kurtarılabilecektir.

Aviyonik bilgisayarlar arasında herhangi bir bağlantı bulunmamaktadır. Aviyonik bilgisayarlar birbirinden bağımsız olarak çalışacaktır ve bir bilgisayarın çalışmadığı durumda diğer bilgisayar devreye girip ayrılma ve inme sürecini yönetecektir.

## Özgün Uçuş Kontrol Bilgisayarı

Komponent	Temel Görev
Mikro Kontrolcü Arduino Mega Pro Mini	Uçuş Kontrol Bilgisayarını yönetmek
Basınç Sensörü BMP 280	Basınç Verisini İrtifaya Çevirmek
IMU Sensörü MPU 6050	İvme Ve GYRO Verisi Göndermek
GPS Sensörü Ublox NEO - 7M	Konum Bilgisi Göndermek
Haberleşme Modülü Lora E22 400T30D	Roket İle Yer İstasyonuna Arasında Veri Akışı Sağlamak

## Ticari Uçuş Kontrol Bilgisayarı

Komponent	Temel Görev
MSP 430 Serisi Mikro Kontrolcü	Uçuş Kontrol Bilgisayarını Yönetmek
Basınç Sensörü MSI MS5607	Basınç Verisini İrtifaya Çevirmek

## Benzerlik Ve Farklılık Tablosu

Benzerlik	Farklılık
Her iki bilgisayarda da basınç verisini irtifaya verisine çevirecek sensörleri ve iki adet 3,7 V Li-on pil bulunmaktadır	Özgün sistemde GPS ve IMU sensörleri bulunurken, ticari sistemde bu sensörler bulunmamaktadır. Özgün sistemde kurtarma operasyonu için birden fazla parametre kullanılırken ticari sistemde yalnızca basınç parametresi kullanılmaktadır.



# Aviyonik – 1.Sistem Detay/1

## Özgün Aviyonik Sistem

Adı	Kodu	Avantaj	Dezavantaj	Açıklama
GPS Modülü	NEO 6MV2	Maliyeti az	Hassasiyeti az	GPS verisi göndermek.
GPS Modülü	NEO 7M	Cold start hızı ve hassasiyeti yüksek	Maliyeti fazla	GPS verisi göndermek.
Basınç Sensörü	BMP 280	Yüksek EMC sağlamlığı	Daha fazla gürültü veri	Basınç verisini irtifaya çevirmek.
Basınç Sensörü	BMP 390	Daha az gürültü veri	Maliyeti fazla	Basınç verisini irtifaya çevirmek.
Haberleşme Modülü	Lora E22 400T30D	Uçtan uca şifrelenebilmesi	Düşük erişilebilirlik	Yer istasyonu ve roket arasında haberleşmeyi sağlamak.
Haberleşme Modülü	Lora E32 433T30D	Yüksek erişilebilirlik	Düşük kapasiteli buffer	Yer istasyonu ve roket arasında haberleşmeyi sağlamak.

Seçilmesi planlanan unsurlar yeşil renk ile belirtirmiştir.

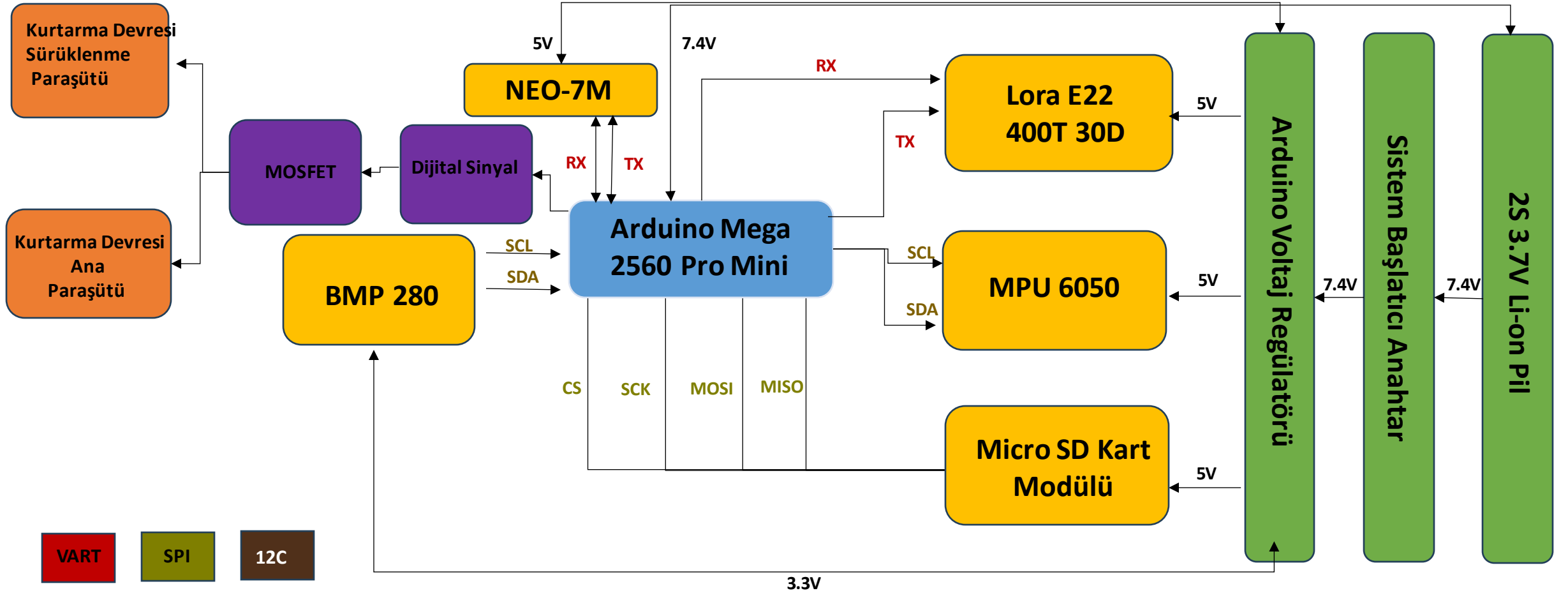


## Özgün Aviyonik Sistem

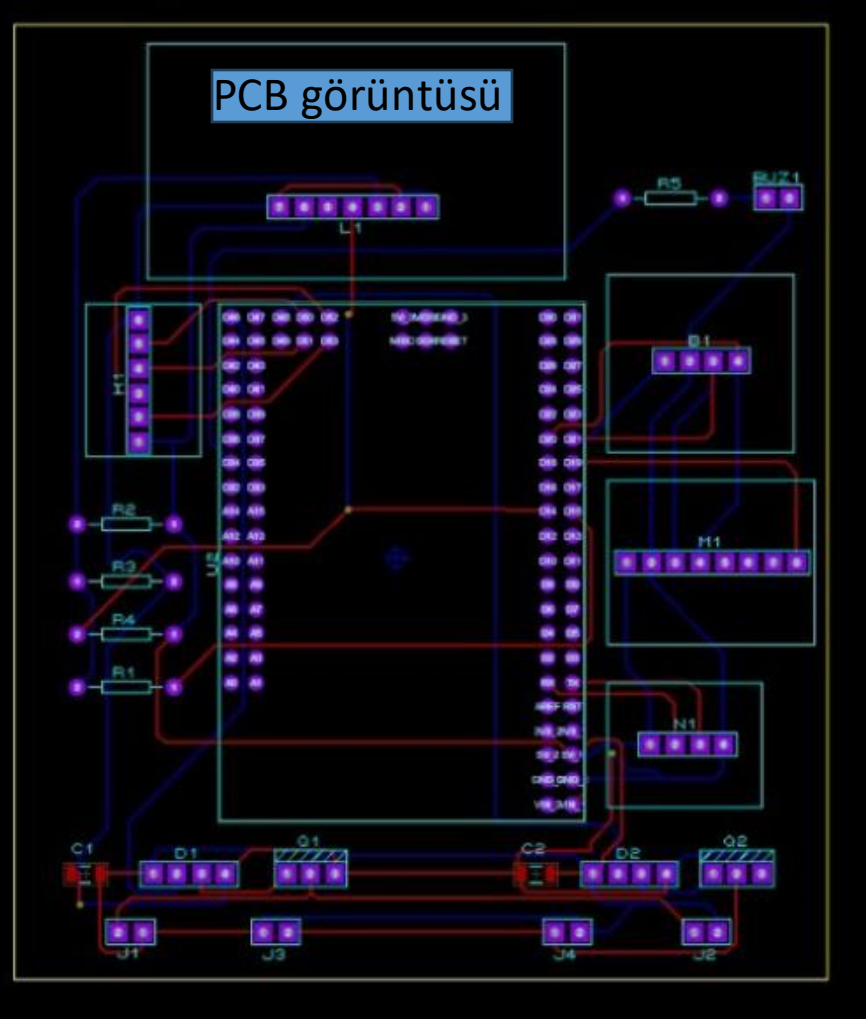
Adı	Kodu	Avantaj	Dezavantaj	Açıklama
İvme ve GYRO Sensörü	MPU6050	Maliyeti az	Hassas değil	İvme Ve GYRO verisi göndermek.
İvme ve GYRO Sensörü	DF ROBOT 10DOF	Çoklu veri imkanı	Maliyeti fazla	İvme Ve GYRO verisi göndermek.
Mikro Kontrolcü	Arduino Mega 2560 Pro Mini	Maliyeti az	Daha yavaş	Devreyi yönetmek.
Mikro Kontrolcü	Teensy 4.1	Daha hızlı	Maliyeti fazla	Devreyi yönetmek.

Seçilmesi planlanan unsurlar yeşil renk ile belirtirmiştir.

## Özgün Aviyonik Sistem Diyagramı

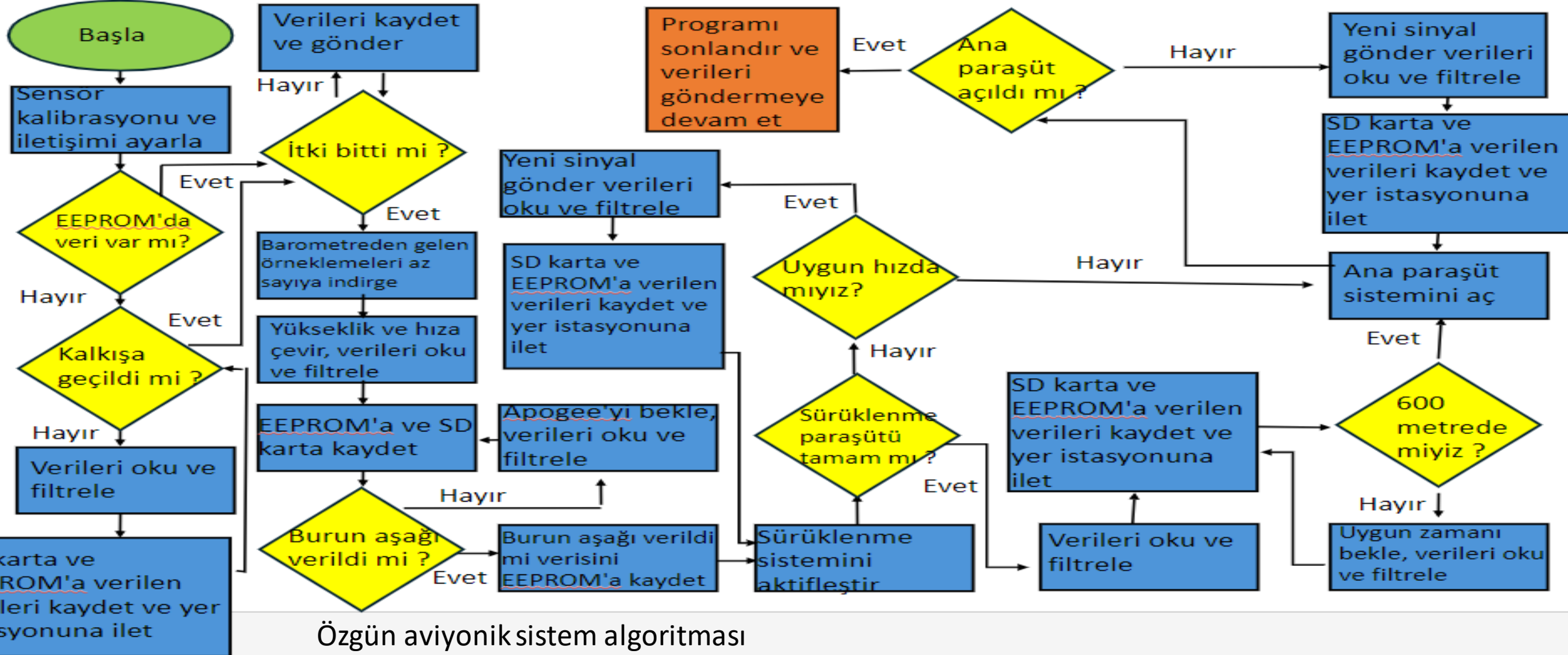


# Aviyonik – 1.Sistem Detay/2



Birinci aviyonik sistemin PCB görüntüsü yandaki gibidir. Özgün uçuş kartının boyutları 99.5x85 mm'dir. Kartın hem üst hem de alt tarafında bakır yollar bulunmaktadır. Arduino Mega 2560 Pro Mini mikro kontrolcüsüne 7.4V harici güç bağlanacaktır. Mikro kontrolcünün bünyesinde bulunan voltaj regülatörü sayesinde BMP280 basınç sensörü 3.3V, karttaki diğer sensörler ise 5V ile beslenecektir. NEO-7M ve Lora E22 400T30D UART haberleşme protokolü, BMP280 ve MPU 6050 I2C haberleşme protokolü, Mikro SD kart modülü ise SPI haberleşme protokolü kullanılarak pinlerine bağlanacaktır. Kartın üretimi Çin'de kart baskısı yapan bir firmaya ürettirilip getirilecektir. Komponentler kartın üzerine lehimlenip kullanıma hazır hale getirilecektir.

# Aviyonik – 1.Sistem Detay/3



**Özgün bilgisayarda kurtarma sistemlerinde görev oynayacak parametreler:**

**İrtifa:** Algoritmamızda irtifa verisi farkı elde edilerek apogee (Tepe noktası) tespitinin önemli bir yardımcısı olmaktadır. Bu veri barometrik sensörümüz olan BMP280'den alınır. Aynı zamanda ana paraşütün açılmasında temel rolü irtifa verisi almakta olup, 600 metrede kurtarma sisteminin devreye girmesini sağlayacaktır. Gürültüden korunması için kalman filtresinden geçirilecek. İtki bittiği anlaşıldığında sensörün yanlış veri elde etmediğinden emin olmak için 100hz ile çekilen veri düşük örnekleme yöntemi ile 5hz'e indirgenecektir.

**Dikey hız:** BMP280'aracılığı ile alacağımız irtifa farkı verisi belirli bir zaman aralığına bölerek elde ettiğimiz veridir. Bu parametreyi kullanacağımız yerler sırasıyla itkinin bittiğini belirlemede, apogee ye varılıp varılmadığının belirlenmesinde ve sürüklenme paraşütünün açılıp açılmadığını belirlemede kullanılacaktır. Çoğunlukla diğer parametrelerle beraber işlenip bir bayrak görevi görecektir.

**Yeryüzü ile olan açı:** Bizim tepe noktasına vardığımızın ilk belirteci olarak MPU6050'nin jiroskobundan gelen değerler dönüş hızının belirlenmesinde rol oynayacak. Shifting (Kayma) probleminden dolayı filtrelenecek ve ivmeölçer ile sensör füzyonu yapılacaktır. İvmeölçerin kullanılma sebebi, sensörün verisi kullanılarak istenen düzlemlerde ivme ölçümü yapıp, yine trigonometri yardımı ile açı bulmaya yardım etmektir. Tüm sensörlerde tek boyutlu kalman filtresi kullanılacaktır.

**Filtreleme aracı:** Sensörlerdeki gürültüyü çok yüksek oranda azalttığından dolayı Kalman filtresi en büyük tercihimizdir ve tüm sensörlerde kullanılmıştır. Her ne kadar bir filtre olarak adlandırılrsa da matematiksel modelleme ile tahmin içerir. Özellikle atışa başlamadan önceki ve itki bitince olan titreşimden gelen gürültüden barometremizin verilerini korumak için önemli bir araçtır. Ayrıca MPU6050 verilerimizin çıktılarını doğru almamızı sağlayacak unsurdur.

# Aviyonik – 2.Sistem Detay/1

## Ticari Aviyonik Sistem

Adı	Kodu	Avantaj	Dezavantaj	Açıklama
Ticari Uçuş Bilgisayarı	RRC3 Sport Altimeter	Maliyeti az, performansı yeterli.	Diğer sistemlere göre daha az sensöre sahip.	Roketi yönetmek
Ticari Uçuş Bilgisayarı	TeleMega	Diğer sistemlere göre daha fazla sensöre sahip.	Maliyeti fazla.	Roketi yönetmek
Mikro Kontrolcü	MSP 430 Serisi Mikro Kontrolcü	Maliyeti az, daha basit bir yapıya sahip.	Daha düşük bit kapasiteli bir işlemciye sahip.	Ticari uçuş kartını yönetmek.
Mikro Kontrolcü	ST Micros STM32L151 ARM Cortex	32 bitlik ARM Cortex-M3 işlemciye sahip.	Maliyeti fazla, daha karmaşık bir yapıya sahip.	Ticari uçuş kartını yönetmek.
Basınç Sensörü	MS 5607	Yüksek çözünürlüklü olması ve 24 bitlik bir $\Delta\Sigma$ ADC içermesi.	Maliyeti fazla	Basınç verisini irtifaya çevirmek.
Basınç Sensörü	MS 5607	Yüksek çözünürlüklü olması ve 24 bitlik bir $\Delta\Sigma$ ADC içermesi.	Maliyeti fazla	Basınç verisini irtifaya çevirmek.

Seçilmesi planlanan unsurlar yeşil renk ile belirtirmiştir.



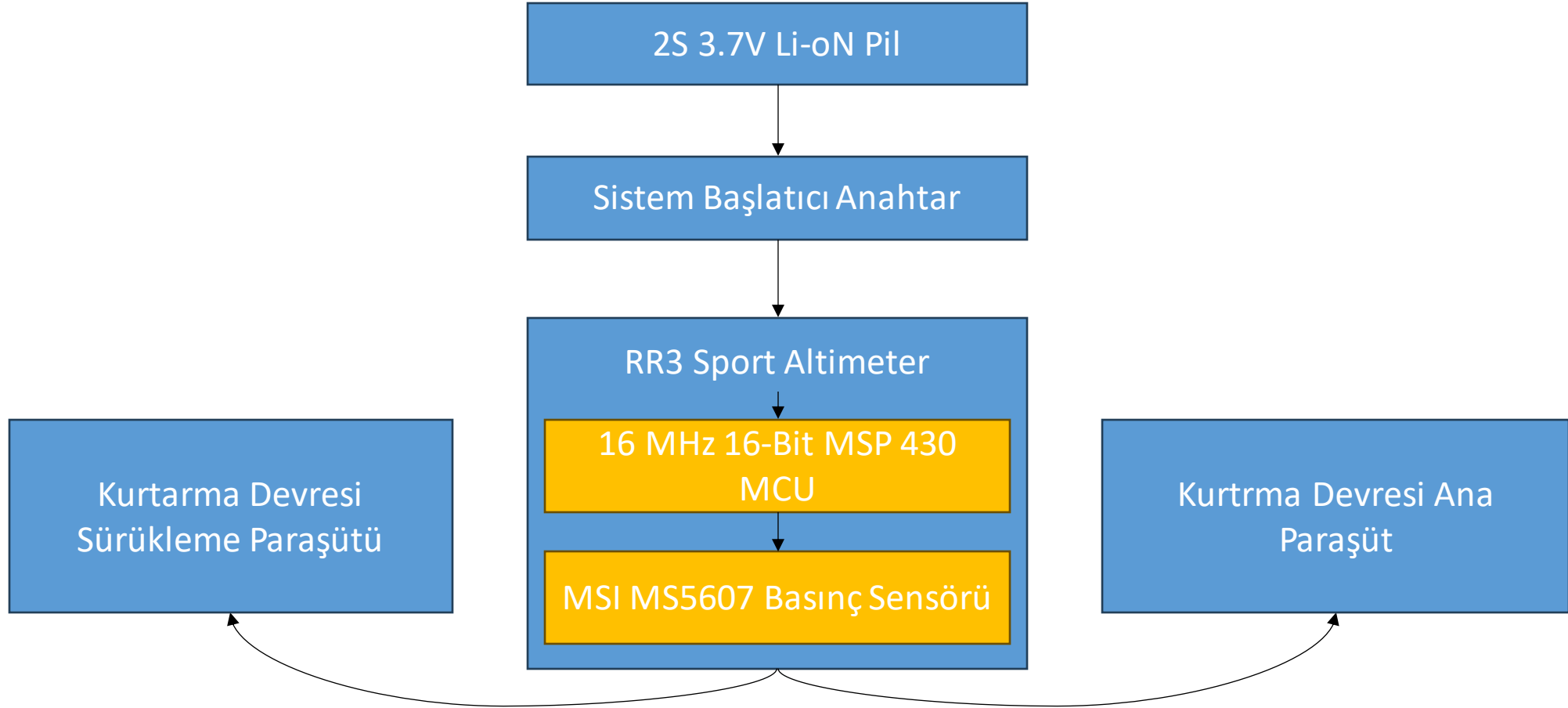
## Ticari Aviyonik Sistem

Adı	Kodu	Avantaj	Dezavantaj	Açıklama
Flash Bellek	8Mbit SST	Yüksek dayanıklılık ve düşük güç tüketimine sahip.	Düşük Mbit kapasitesi.	Ticari uçuş kartındaki sensörlerden gelen verileri kaydetmek.
Flash Bellek	Winbond W25Q64FV	64 Mbit kapasiteli olması.	Maliyeti fazla.	Ticari uçuş kartındaki sensörlerden gelen verileri kaydetmek.
GPS Sensörü	V-Blox MAX-8Q	TCXO seçeneğiyle daha hızlı konum bulması.	Yalnızca bir adet GNSS alabilmesi.	GPS verisi bilgisini göndermek.
3 Eksenli İvme Sensörü	ADXL375	$\pm 200$ g'ye kadar yüksek hassasiyetli ölçüm yapması.	Maliyeti fazla.	İvme verisini göndermek.

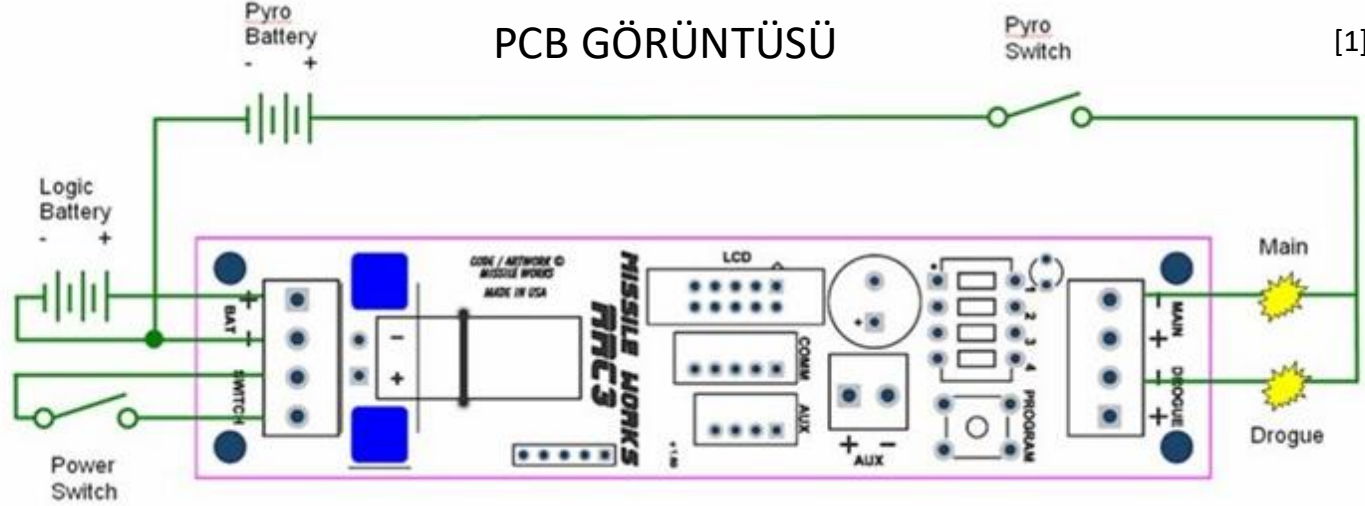
- Seçilmesi planlanan unsurlar yeşil renk ile belirtirmiştir.
- Seçmeyi planladığımız ticari sistem olan RRC3 Sport Altimeter'da GPS sensörü ve 3 eksenli ivme sensörü bulunmamaktadır.



# Aviyonik – 2.Sistem Detay/2



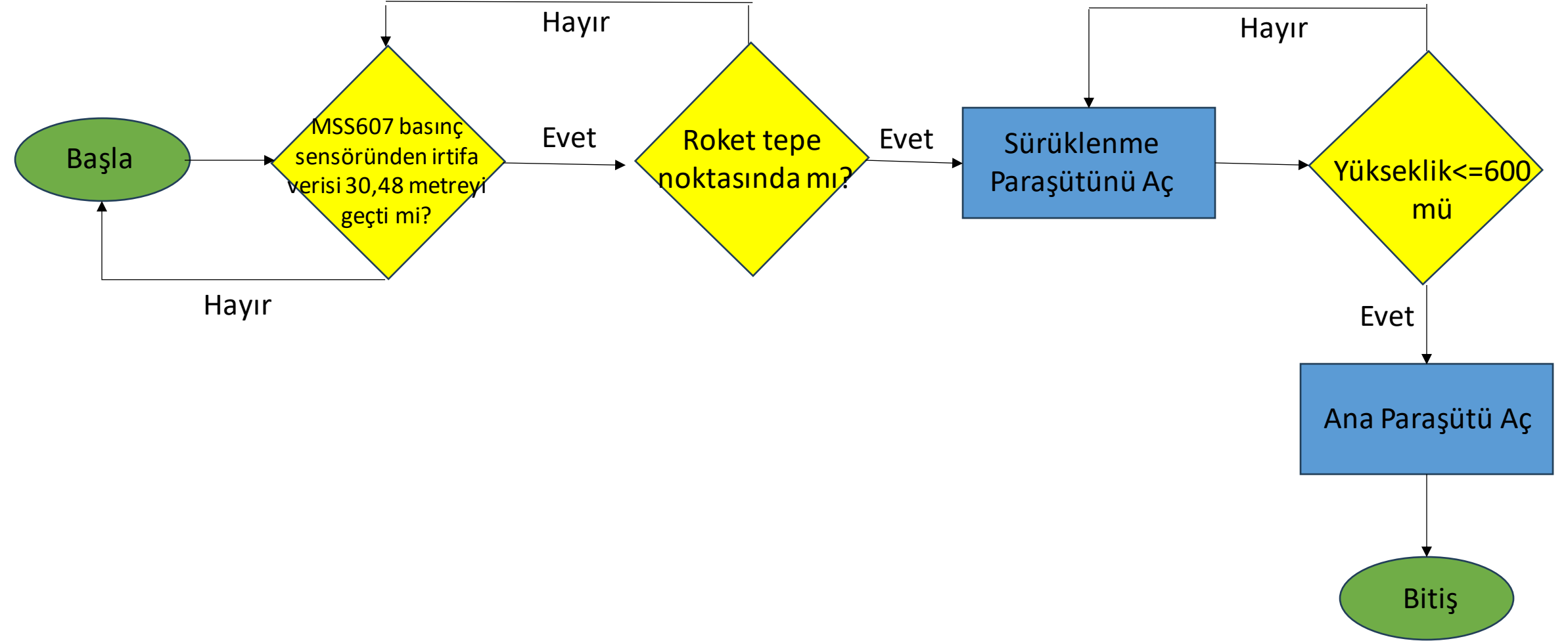
# Aviyonik – 2.Sistem Detay/2



Ticari uçuş kartının PCB görüntüsü yandaki gibidir. RRC3 "Sport" Altimeter kartına 2S 3.7V Li-on pil kullanılarak harici güç verilecektir. Kartın içinde basınç verisini irtifa verisine çevirecek hassas basınç sensörü MS5607, devreyi yönetecek olan 16 MHz 16-bit MSP430 serisi bir mikro kontrolcü ve 8 Mbit SST Flash bellek bulunmaktadır. Kartın içinde ayrıca 85dB magnetik buzzer ve durum indikatörü kırmızı bir led bulunmaktadır. Kartın boyutları 99.5x23.5 mm'dir. Kartın maksimum irtifası 12192 metre olarak verilmiştir.

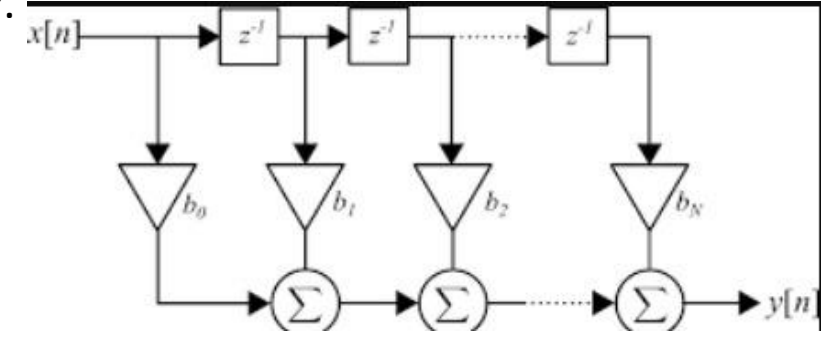
2. aviyonik sistem olan ticari bilgisayar RRC3 "Sport" Altimeter hazır olarak satın alınacaktır.

[1]Görsel için: <https://www.apogeerockets.com/downloads/PDFs/RRC3-user-manual.pdf> sayfa 9



Kullanılacak ticari bilgisayar RRC3 "Sport" Altimeter üzerinde tek bir barometre olan ve dolayısıyla tüm ölçümlerini bu barometre aracılığı ile yapan bir üründür. Ürünü isteğimize göre ayarlamak için "Dual deployment mode" adı verilen modu seçeceğiz. Bu mod yarışmamızın konseptine uygun olarak bir adet sürüklenme ve bir adet de ana paraşüt açmaya programlanmıştır. Bu modda apogee (tepe noktası) anlaşıldıktan sonra istenen yüksekliğe gelindiği vakit ana paraşütü açma emri verilmektedir. İstenilen yüksekliği ayarlamak için birden fazla yöntem bulunmaktadır. Bizim kullanacağımız yöntem RRC3 "Sport" Altimeter üzerinde bulunan 3 adet switch sırasıyla ON,OFF,OFF haline getirilip, 300ft ile 3000ft aralığında 100'er feet arttırmalar ile programlamayı içerir. Biz isteğimiz olan 600m(2000ft) yüksekliğe göre programlanacaktır.

Bilgisayar'ın çalışma mantığı basınç sensörünün başta 2048 adet örneği tek bir örnekleme indirmesiyle başlar. Ardından da 50hz veri işleyip, bunu 20 hz'ye indirir. Elde edilen bu veri bir basınç verisidir ve bunu hıza dönüştürme amacı ile, özyineleyici (recursive) 21 elementi olan sağ tarafta bir örneği bulunan FIR filtresinden geçirilir ve 20hz'lik bir hız verisi elde edilmiş olunur.



İrtifa verisini elde etmek için aşağıdaki formül kullanılır:

$$h_{alt} = \left( 1 - \left( \frac{P_{sta}}{1013.25} \right)^{0.190284} \right) \times 145366.45$$

$P_{sta}$ : Barometrik sensörden alınan basınç verisi.

$H_{alt}$ : İrtifa

Hız verisini elde etmek için basınçtan yükseklik dönüşümü yapılması gerekir. Bu yüzden altimetre bu dönüşüm için sol taraftaki formülü kullanıp, irtifa farkından yola çıkarak hız verisini elde etmektedir.

Roket ile yer istasyonu arasında iletişimi sağlamak için kullanılacak olan haberleşme modülü Lora E22 400T30D'dir. Lora E22 400T30D haberleşme modülü görev yükü, özgün sistemimiz ve takım yer istasyonunda kullanılacaktır. Bu modülün seçilme nedeni aynı maliyetteki alternatif haberleşme modüllerine oranla daha fazla kazanç sağlaması, yüksek alma hassasiyetine sahip olması, yüksek aktarma gücü ve iletişiminin şifrelenebilmesidir.

İletişim için ayrıca yer istasyonunda kullanılmak üzere 12 dBi kazançlı yagi anten ve roketin içinde kullanılmak üzere 5 dBi kazançlı SMA anten kullanılacaktır.

Görev yükünden 5 Hz frekansla basınç, sıcaklık ve nem bilgileri takım yer istasyonuna iletilecektir. Özgün sistemimizden 5 Hz frekansla hız, yükseklik, burun açısı, ve GPS verileri takım yer istasyonuna iletilecektir.

Roketten gelen veriler 410-493 MHz frekans aralığında LoRa frekans modülasyonu kullanılarak iletilecektir. iletilecek olan veriler roket içinde toplanıp tek paket halinde yer istasyonuna iletilecek ve takım yer istasyonunda ayrıştırılıp hakemlere de iletilecektir. İletişim baud rate'i 9600 bps olacaktır.

Alt Sistem ismi	Malzeme	Adedi	Birim Fiyatı (₺)	Toplam (₺)	Alt Sistem ismi	Malzeme	Adedi	Birim Fiyatı (₺)	Toplam (₺)
Aviyonik Sistem	Arduino Mega 2560 Pro Mini (CH340)	4	618₺	2472₺	Mekanik Sistem	Burun - (Yük-Motor-Ek Gövdeleri) - Kanatçık	1	60000₺	60000₺
	EEPROM'lu Ublox NEO-7M GPS Modülü (Pilli) - Antenli	2	350₺	700₺		Sürüklenme Paraşüt (100cm)	1	20000₺	20000₺
	BMP280 Basınç Sensörü	2	33₺	66₺		Faydalı yük Paraşüt (140cm)	1	20000₺	20000₺
	Mikro SD Kart Modülü	2	28₺	56₺		Ana Paraşüt (250cm)	1	20000₺	20000₺
	MPU6050 6 Eksen İvme ve GYRO Sensörü - GY-521	1	79₺	79₺		Şok Kordonu (1metre)	13	250₺	3250₺
	3.7V 2800mah Lityum İyon Pil	6	92₺	552₺		Fırdöndü	3	274₺	822₺
	433 Mhz 12 dBi Yagi Anten	2	1600₺	3200₺		M8 Karabina	2	35₺	70₺
	RRC3 "Sport" Altimeter	1	4380₺	4380₺		M6 Mapa	5	150₺	750₺
	Terminal Anten Model: HSA-TFC Freq:433MHz Gain:5dBi	2	64₺	128₺		Aviyonik Balketi (Alüminyum)	2	1500₺	3000₺
	Lora SX1268 / 410 ~ 493 MHz - Kablosuz Modül / E22-400T30D	4	720₺	2880₺		Motor Balketi (Alüminyum)	1	1000₺	1000₺
	DHT22 Sıcaklık ve Nem Sensörü	1	73₺	73₺		Motor Arka Kapak	1	1500₺	1500₺
	PCB Baskı Maliyeti (5 Görev Yüğü) (5 Özgün Aviyonik Sistem)	10	200₺	2000₺		Merkezleme Halkası (Alüminyum)	2	1000₺	2000₺
	MIC5019 MOSFET sürücü	2	100₺	200₺		Merkezleme Halkası (Kompozit)	1	500₺	500₺
	4.7uF 25V 4x5.3mm SMD Alüminyum Kapasitör	2	30₺	60₺		Demir Flanş	2	200₺	400₺
	IRF3205 MOSFET	2	23₺	46₺		Saplama M5 (1metre)	3	100₺	300₺
	Li-on Şarj Aleti	1	450₺	450₺	Mekanik Toplam				133592₺
Aviyonik Toplam				17342₺	Yeşil renk ile belirtilen kutucuklardaki giderler sponsorluklar ile karşılanacaktır.				Genel Toplam : 1500934 ₺

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
1	3.1.3.	A Grup yarışma kategorisine hem Türk hem de uluslararası takımlar başvuru yapabilirken, B Grup kategorisine yalnızca Türk takımları başvuru yapabilir.		2	Takımımızda 10 kişi türk, 1 kişi yabancı uyrukludur.
2	3.1.4	Tablo-3.3'deki kategoriler kapsamında roket geliştirecek takımların, aşağıda verilmiş asgari irtifalardan daha düşük olmamak kaydıyla en yüksek irtifaya erişecek roketleri tasarlamaları, üretmeleri ve uçurmaları gerekmektedir;		3	Roketin 3429 m irtifaya ulaşması hedeflenmiştir.

Karşılamamaktadır

Kısmen Karşılamaktadır

Karşılamaktadır



# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
3	3.1.5.	A4 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisi kapsamında roket geliştirecek takımlar, kategorilerindeki asgari irtifanın altında kalmamak kaydıyla hem en yüksek yüksek irtifaya ulaşmak (Tablo-3.3'deki asgari irtifalardan daha yüksek olmak kaydıyla) hem de atış öncesinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine resmî olarak beyan ettikleri hedef irtifasına azami $\pm\%15$ toleransla ulaşmak için yarışacaklardır.		3	Roketin 3429 m irtifaya ulaşması hedeflenmiştir.
4	3.1.6.	A Grup yarışma kategorisi kapsamında yarışacak takımların TEKNOFEST Roket Yarışması Şartnamesinde belirtilmiş olan gereksinimleri karşılayacak roket için; tasarım yapması, roketi üretmesi (ticari ürünlerin montaj ve entegrasyonu dahil), alt sistemler/sistem yer testlerini başarıyla tamamlaması ve TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından finalist takımlara sağlanacak roket motorunu kullanarak roketi (görev yükü görevleri dahil) başarıyla uçurmaları gerekmektedir.			Roket, yarışma isterlerine uyumludur.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
5	3.1.10.	Yarışmaya takım halinde katılmak zorunludur.		2	Yarışmaya OstimTech Roket Takımı olarak katılım sağlanacaktır
6	3.1.11.	A Grup yarışma kategorisinde yarışacak takımlar en az altı (6), en fazla 15 (on beş) kişiden oluşmalıdır.		2	Takımımız takım danışmanı hariç 11 kişiden oluşmaktadır.
7	3.1.13.	A1 kategorisi haricindeki tüm yarışma kategorilerinde yarışacak takımlar öğrenci veya mezunlardan müteşekkil olabilir.		2	Takımımızda 1 mezun 10 lisans öğrencisi bulunmaktadır.
8	3.1.14.	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisindeki tüm takımların başvuru yapabilmesi için takım üyelerinin asgari 2/3'ü öğrenci olmalıdır.		2	Takımımızın 10/11 i öğrencidir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
9	3.1.25.	Farklı eğitim-öğretim kurumlarının öğrencileri karma takımlar halinde yarışmaya katılabilirler.		2	-
10	3.1.26.	Bir takımın üyesi başka bir takımda üye olarak yer alamaz		2	Tüm üyelerimiz sadece OstimTech Roket Takımı üyesidir.
11	3.1.27.	Her takımın yarışmaya bir (1) danışmanla katılması zorunlu olup takım danışmanlarıyla ilgili özellikler ve kısıtlar ilgili maddelerde açıklanmıştır.		2	Takım danışmanı seçilmiştir.
12	3.1.28.	Bir takım sadece bir kategoriden başvuru yapabilir ve iki veya daha fazla kategoride başvuru yaptığı tespit edilen takımlar değerlendirilmeye tabi olmadan yarışmadan elenir			Takımımız orta irtifa kategorisinden yarışmaya katılım sağlayacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
13	3.1.33.	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde yarışan takımlar Uçuş Benzetim Raporunu (UBR) hem ÖTR hem de KTR aşamalarında hazırlamaktan sorumludurlar.		6	UBR sisteme yüklenmiştir.
14	3.1.36.	Takımlar, yarışmada görev alan takım üyeleri ve takım danışmanını tüm raporlarında listelemekten sorumludurlar.		2	Tüm raporlar listelenmiştir.
15	3.1.37.	Öğretmenler/akademisyenler veya daha önce yurtiçi ve/veya yurtdışında düzenlenen roket yarışmalarına katılım sağlayıp takımlara danışmanlık yapmış kişiler danışman olarak kabul edilecektir.		2	Takım danışmanımız bir akademisyendir.
16	3.1.39.	A1 kategorisi hariç tüm kategorilerde yarışan takımların danışmanları, akademisyen (araştırma görevlisi, öğretim üyesi) veya daha önce yurt dışında roket yarışmalarına danışman olarak katılım sağlamış olmalıdır.		2	Takım danışmanımız bir akademisyendir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
17	3.1.46.	TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesiyle iletişimleri yürütmek ve ilgili koordinasyon süreçlerinden sorumlu olmak üzere takım içerisinde bir kişi “KAPTAN” olarak atanmalıdır.		2	Takım kaptanı seçilmiştir.
18	3.2.1.2.	Takımlar, fırlatma sonrası roketle ait tüm bileşenleri ve görev yükünü tekrar kullanılabilir şekilde kurtarmaktan sorumludurlar.		24,25,26	-
19	3.2.1.3.	Takımlar, kurtarma işlemini paraşütle sağlamak zorundadır.		24,25,26, 28,29,30, 31	Kurtarma işlemi paraşütle sağlanmıştır.
20	3.2.1.4.	Görev yükleri, roketlerden uçuşun tepe noktasında (apogee noktasında) ayrılmak zorundadır.		5	Görev yükü tepe noktasında ayrılacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
21	3.2.1.5.	Sistem üzerinde bulunan haberleşme bilgisayarları, yer istasyonu ve hakem yer istasyonu ile anlık konum verisini kesintisiz paylaşmalıdır.		34,35	Haberleşme bilgisayarları konum verisini hakemlerle paylaşacaktır.
22	3.2.1.6.	A2 ve A3 kategorilerindeki roketler Şekil-3.1'deki operasyon konseptine uygun olarak uçuş görevini icra etmek zorundadır. Bu kategorilerdeki roketler, iki paraşütle (Şekil-3.1'de gösterilen sarı renkli paraşüt "Birincil Paraşüt", yeşil renkli paraşüt ise "İkincil Paraşüt"tür) kurtarılırken, görev yükünün roketten farklı bir paraşütle (Şekil-3.1'de turuncu renkli paraşüt) kurtarılması zorunludur.		5	Uçuş görevi, operasyon konseptine uygundur.
23	3.2.1.9.	A yarışma kategorisinde yarışanların birincil paraşütlerini apogee noktasına ulaştıktan hemen sonra açması zorunludur.		26	Birincil paraşüt tepe noktasında açılacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
24	3.2.1.10.	A2 ve A3 kategorisindekiler ikincil paraşütlerini (ana paraşüt) yere en erken 600 m ve en geç 400 m kala açması zorunludur.		5	İkincil paraşüt yaklaşık 600m irtifada açılacaktır.
25	3.2.1.13.	Bütün takımlar, roket tasarımlarını TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından sağlanacak motor için yapmak zorundadır.		21,22,23	Roket tasarımı Aerotech M1850 motoruna göre yapılmıştır.
26	3.2.1.25.	Takımların motorların performansını etkileyecek (itkiyi artıran veya azaltan, itkiye yön veren vb.) herhangi bir bileşen tasarımı, üretimi ve rokete entegrasyonu kesinlikle yasaktır.			Performansı etkileyecek herhangi bir bileşen roket tasarımında bulunmamaktadır.



# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
27	3.2.1.26.	A4 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde seri kademeli roket tasarımları yapılmayacaktır		4	Seri kademeli roket tasarımı yapılmamıştır.
28	3.2.1.27	Tek gövde içerisinde çoklu motor sistemlerinin yer aldığı Küme (İng. Cluster) konsepti TEKNOFEST Roket Yarışması kapsamında değildir.		4	Çoklu motor sistemi kullanılmamıştır.
29	3.2.1.31.	Rokete ait tüm bileşenlerin ve görev yükünün birbirinden bağımsız ve bütünsel olarak kurtarılması gerekmektedir.		25,26,28, 29	Tüm bileşenlerin ve görev yükünün hasarsız kurtarılması planlanmıştır.
30	3.2.1.34	Kurtarılması gereken görev yükü ve roket için ayrı ayrı konum belirleyici (GPS, radyo vericisi vb.) sistem (her biri üzerinde birer adet olmak üzere) bulunacaktır.		33,36,37	Hem rokette hem de görev yükünde söz konusu sistemler bulunmaktadır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
31	3.2.1.35.	Şekil-3.3'deki "Open Rocket" simülasyon menüsüne uygun olarak takımların yörünge benzetimlerini gerçekleştirmesi ve ilgili raporda Open Rocket ile oluşturulmuş bu yörünge benzetim çıktısını eklemesi zorunludur, aksi halde rapor değerlendirmeye alınmayacaktır.			İsterler istenildiği şekilde karşılanmıştır.
32	3.2.1.36.	Takımlar Görev Yüklerini "Unspecified Mass" ismiyle girmeyecektir. Görev Yüğü "PAYLOAD" ismi ile adlandırılıp, kütlesi en az 4.000 gram (4 kg) ve tek bir parça olarak girilecektir. Şekil-3.3 ile verilen "Fırlatma Simülasyonu-Launch Simulation" ekranında yer alan değerler simülasyona girilmelidir. Bu değerler ile benzetim yapmamış olan takımların raporları değerlendirmeye alınmayacaktır			İsterler istenildiği şekilde karşılanmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
33	3.2.1.38.	Fırlatma rampası özellikleri EK-2'de paylaşılmıştır.			İlgili EK dosyası dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.
34	3.2.2.1.	Kurtarma sistemi olarak paraşüt kullanılması gerekmektedir.		25,26,28, 31	Kurtarma sisteminde paraşüt kullanılmıştır.
35	3.2.2.2.	Roketin ve parçaların hasar görmemesi için ikincil paraşütle taşınan yüklerin dikey hızı azami 9 m/s, asgari ise 5 m/s olmalıdır.		31	İkincil paraşütün dikey hızı 6,65 m/s dir
36	3.2.2.3.	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde kullanılan birincil paraşütle roketin takla atması önlenmelidir.		26	Roketin takla atmaması için gerekli önlemler alınacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
37	3.2.2.4.	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde kullanılan birincil paraşütle roketin düşüş hızı azaltılmalı ancak paraşütle iniş hızı 20 m/s'den daha yavaş olmamalıdır.		31	Birincil paraşütün iniş hızı 23,16 m/s dir.
38	3.2.2.7.	A Grup yarışma kategorisindeki tüm görev yükleri, roketin parçalarına herhangi bir bağlantısı olmadan (hiçbir noktaya şok kordonu vb. herhangi bir ekipman ile bağlanmadan) ve kendi paraşütüyle tek başına indirilmelidir.		33	Görev yükü roketten bağımsız bir şekilde iniş aşamasını gerçekleştirecektir.
39	3.2.2.8.	Paraşütle kurtarma sisteminde ilgili bileşenlerin roketten ayrılmasında kimyasal sıcak gaz (barut vb.) üreteçleri, pnömatik, mekanik, soğuk gazlı veya takım tarafından özgün geliştirilmiş sistem (çevreye zararlı olmayan veya riskleri yönetilebilen) kullanılabilir.		27	Kullanılacak bileşenler ilgili maddenin isterlerine uygundur.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
40	3.2.2.9.	Paraşüt ayırma işleminde yüksek riskleri sebebiyle ticarî olmayan basınçlı kapların (basınçlı tank, tüp vb.) kullanılmasına kesinlikle müsaade edilmeyecektir.			Basınçlı tank kullanılmayacaktır.
41	3.2.2.10.	Takımların sıcak gaz üretici olarak kendi piroteknik malzemelerini kullanmalarına izin verilmeyecektir.			
42	3.2.2.11.	Sıcak Gaz Üretici (SGÜ) kullanacak takımlara TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından piroteknik sıcak gaz üretici (kapsül şeklinde) atış alanında elden teslim edilecek olup söz konusu SGÜ ile bilgiler EK-3'de yer almaktadır.			İlgili EK dosyası göz önünde bulundurulacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
43	3.2.2.15.	Her paraşüt birbirinden farklı renkte ve çıplak gözle uzaktan rahat seçilebilir olacaktır (paraşütlerin beyaz ve mavi renklerde veya bu renklerin farklı tonlarında olmaması önemlidir).		28	Paraşüt renklerimiz yeşil, kırmızı, sarı olup ilgili maddenin isterlerini karşılamaktadır.
44	3.2.3.1.	Tüm kategoriler için görev yükünün kütlesi asgari dört (4) kg olmalıdır.		32	Görev yükümüzün kütlesi 4.3 kg'dır.
45	3.2.3.2.	Görev yükü için kütle ölçümü hakem heyeti tarafından Aksaray Atış Alanında Montaj/Entegrasyon Alanında yapılacak olup, ölçümün rahat bir şekilde yapılabilmesi için görev yükünün roketten kolay bir şekilde ayrılacak şekilde tasarlanması ve üretilmesi zorunludur.		18,32	Görev yükü roketten kolay ayrılma imkanı olacak bir şekilde tasarlanmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
46	3.2.3.3.	A2 kategorisindeki görev yükünün bilimsel görev yükü (bilimsel görev yükleriyle ilgili tanımlar ve örnekler Ek-4'de yer almaktadır) olması zorunludur, aksi halde takımın raporları değerlendirmeye alınmayacaktır.		32,33	Roket bilimsel görev yüküne sahiptir.
47	3.2.3.4.	A2 kategorisinde bilimsel görev yüklerinin roketten uçuşun tepe noktasında (apogee) ayrılması (bilimsel görev yükü, görevini uçuşun başlangıcıyla sonu arasında herhangi bir aralıkta icra edilebilir) ve bilimsel görev(ler)ine ilişkin verileri 5 Hz frekansla yer istasyonuna veri indirmesi zorunludur, aksi halde görev yükü başarısız kabul edilecektir.		33,40,41	Veriler 5 Hz frekansla iletilecektir.
48	3.2.3.8.	Bilimsel bir görevi yerine getirecek görev yükleri canlı organizma, aşındırıcı kimyasal malzeme ve radyoaktif materyal barındıramaz, çevreye/canlılara zararlı ve işletim riskleri kontrol edilemez olamazlar.		32,33	Görev yükünün çevreye zarar verme durumu söz konusu olmayacaktır.



# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
49	3.2.4.1.	A Grup yarışma kategorisinde yarışacak takımlar için azami uçuş hızı kısıtı bulunmamaktadır.		5,7	Söz konusu madde göz önünde tutularak tasarımlar yapılmıştır.
50	3.2.4.2.	Roketin tüm parçalarının azamî dış çapları aynı değerde olmalıdır, aksi halde takım elenir.		4,14,16, 18,21,24, 32	Söz konusu madde göz önünde tutularak tasarımlar yapılmıştır.
51	3.2.4.3.	Roket kademeleri arasında çap değişimine izin verilmeyecektir, aksi halde takım elenir.		4,14,16, 18,21,24, 32	Roketin kademeleri arasında çap değişimi söz konusu değildir
52	3.2.4.4.	Gövde ile gövde üzerindeki kapaklar arasında 0.1 mm'den daha büyük boşluk bırakılmayacaktır, aksi halde sızdırmazlık tedbiri alınca kadar hakemler tarafından takıma uygunluk verilmeyecektir.		4,14,16, 18,21,24, 32	Söz konusu madde göz önünde tutularak tasarımlar yapılmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
53	3.2.4.5.	Aktif uçuş kontrolü yapmayı sağlayacak hareketli uçuş kontrol yüzeyleri (kuyruk bölgesindeki kanatçıklar) veya itki yönlendirme sisteminin (Boat Tail) roketlerde kullanımı yasaktır, aksi halde takım elenir.		16,17	Hareketli uçuş kontrol yüzeyleri roketimizin tasarımında bulunmamaktadır.
54	3.2.4.6.	A Grup yarışma kategorisinde roketlerin 0,3 Mach'taki stabilite değeri 1,5-2,5 arasında olmalıdır.		4	Roketimizin stabilite değeri 2,15 tir.
55	3.2.4.7.	Open Rocket ana tasarım sayfasında 0,3 Mach için stabilite değeri hesaplanmakta olup takımlar roketleri için bu değeri TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine sunmak zorundadır, aksi halde Aksaray Atış Alanındaki Montaj/Entegrasyon faaliyetlerinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		4	Roketimizin stabilite değeri Open Rocket programında 2,15 tir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
56	3.2.4.9.	Takımlar, Tablo-3.9'daki kriterleri sağladığını ilgili raporlarda (ÖTR ve KTR) ve Aksaray Atış Alanındaki Montaj/Entegrasyon faaliyetlerinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine ispatlamak zorundadır aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roketin uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir;		5	Takımımız söz konusu tabloda A2 kategorisi için verilen asgari 25 m/s rampa çıkış hızına uygun olarak roketi tasarlamıştır.
57	3.2.5.1.	Roketlerin iç ve dış basınçları dengeli olmalıdır.		18	Roketin iç ve dış basıncı dengelidir.
58	3.2.5.2.	Roket, aynı anda burun konisi ucundan ve kanatçıklardan tutularak kaldırıldığında yapısal olarak herhangi bir deformasyona uğramaması, roketin doğrusallığının korunması (bel vermemesi) ve roket gövdesi ve burun konisi bağlantılarının açılmaması/gevşememesi zorunludur, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roketin uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		18	Gerekli delikler eklenmiştir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
59	3.2.5.3.	Deliklerden birincisi roketin ön bölgesinde (roket burnu ile gövde ön bölgesi arasında), ikincisi orta bölgede (aviyonik sistemlerin bulunduğu bölge) ve üçüncüsü ise gövde arka bölgesiyle motor arasındaki bölgede olmak zorundadır, aksi halde Aksaray Atış Alanındaki Montaj/Entegrasyon faaliyetlerinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		18	Her üç delikte söz konusu maddenin belirlediği yerlerde bulunmaktadır
60	3.2.5.4.	Roketler hem uçuş boyunca maruz kalacağı yapısal yüklere hem de taşıma/rampaya yerleştirme esnasında maruz kalacağı yüklere dayanıklı olmalıdır, aksi halde Aksaray Atış Alanındaki Montaj/Entegrasyon faaliyetlerinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			İlgili şart sağlanmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
61	3.2.5.5.	Roketlerin aerodinamik kuvvetlere maruz kalan yüzeylerinde (gövde, kanatçık, burun) malzeme olarak PVC, sıkıştırılmış kağıt/kraft veya PLA kullanılması yasaktır, aksi halde takım elenir.		14,15 16,17,18, 19	Söz konusu yüzeylerde Cam fiber, karbon fiber, 6063 T6 Alüminyum tipi maddelerden üretilmesi planlanmıştır.
62	3.2.5.6.	Roketlerin aerodinamik kuvvetlere maruz kalan yüzeylerinde (gövde, kanatçık, burun) veya roket içerisinde dayanımlı olmayı (mukavim) gerektiren yerlerinde ilgili raporlarda (ÖTR ve KTR) bununla ilgili gerekli analizlerin sunulmadığı veya sağlamlık testlerinin olumlu sonuçlarının ilgili raporda (AHR) gösterilmediği durumlarda takım elenecektir.			Söz konusu analizlerin KTR aşamasında sunulması planlanmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
63	3.2.5.7.	Roketlerin tüm alt bileşenlerinin yapısal (kanatçık, motor bloğu, merkezleme halkası vb.) bağlantı bölgeleri üzerine gelebilecek yüklere karşı dayanıklı ve rijit olduğu analiz ve testlerle ilgili raporlarda (ÖTR, KTR ve AHR) ispatlanmak zorundadır.			Söz konusu analizlerin KTR aşamasında sunulması planlanmıştır.
64	3.2.5.8.	Kullanılacak mapaların (İng. eye bolt) tek parça ve dövülmüş çelikten imal edilmiş olması zorunludur		24	Mapaların dövülmüş çelikten imal edilmesi planlanmıştır.
65	3.2.5.9.	Büküm mapalarının kullanımına izin verilmeyecek olup, bu kural mapa yerine kullanılabilecek veya mapa ile benzer kuvvetlere maruz kalabilecek parçalar için de geçerlidir.			Büküm mapa vb. Kullanılmayacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
66	3.2.5.10.	Burun omuzluğunun diğer gövdeye girecek kısmının gövde dış çapının en az bir buçuk (1,5) katı olması zorunludur, aksi halde Aksaray Atış Alanındaki Montaj/Entegrasyon faaliyetlerinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		14,15,18	Burun omuzluğunun diğer gövdeye girecek kısmının gövde dış çapının 1,6 katıdır
67	3.2.5.11.	Entegrasyon gövdelerinin entegre edilecekleri gövdelerin her ikisine de gövde dış çapının en az (0,75) katı kadar girmesi gerekmektedir, aksi halde Aksaray Atış Alanındaki Montaj/Entegrasyon faaliyetlerinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		4,18	Rocketimiz söz konusu maddedeki isterleri karşılamaktadır.
68	3.2.5.14.	Kaydırma ayaklarının teknik resmi EK-2'de yer almaktadır			Rocketimiz söz konusu EK teki teknik resme göre tasarlanmıştır.



# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
69	3.2.5.15.	Kaydırma ayakları, gövdenin yapısal olarak güçlendirilmiş bölgelerine takılmak zorundadır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roket uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.
70	3.2.5.16.	Kaydırma ayakları sabitlenirken fiberli somun, yaylı rondela ve tırtıklı rondela gibi ön yükleme oluşturan ve kendi kendine sökülme zorlaştıran önlemlerin alınması zorunludur, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roket uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.
71	3.2.5.17.	Bir rokette asgari iki (2) adet kaydırma ayağı bulunmak zorundadır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roket uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
72	3.2.5.18.	Roketin ağırlık merkezi iki kaydırma ayağının arasında olmak zorundadır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		4,18	Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.
73	3.2.5.19.	Kaydırma ayaklarından biri motor bölgesinde (motorun ağırlık merkezi ile gövde sonu arasında) olmak zorundadır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.
74	3.2.5.20.	Roket kesit alanında çıkıntı yaratan parçalar (sensör, anten ve kamera) rokete sabitlenmiş olmak zorundadır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		4,18,22	Söz konusu parçalar sabitlenecek şekilde monte edilecektir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
75	3.2.5.21.	Roket kesit alanında çıkıntı yaratan parçaların yerleri, roketin yanması bittikten sonra ortaya çıkan roket kütle merkezinin ilerisinde olmak zorundadır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		4,18,22	Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.
76	3.2.5.22.	A4 kategorisi hariç olmak üzere uçuş bilgisayarı ve görev yüküyle ilgili tüm anahtarların roket nozulundan azami 2,5 m mesafede olması zorunludur (Şekil-3.6), aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			2.25 m mesafe vardır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
77	3.2.5.25.	Roket, aynı anda burun konisi ucundan ve kanatçıklardan tutularak kaldırıldığında yapısal olarak herhangi bir deformasyona uğramaması, roketin doğrusallığının korunması (bel vermemesi) ve roket gövdesi ve burun konisi bağlantılarının açılmaması/gevşememesi zorunludur, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.
78	3.2.5.26.	Roket üzerinde bulunan kapakların mekanik olarak sabitlenmesi zorunludur, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		18,19,20	Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
79	3.2.5.27.	Roket üzerinde bulunan kapakların uçuş esnasında (yüzey sürtünmesinden kaynaklı ısınma, düşük basınç ve titreşim kaynaklı) açılma riski barındıran yöntemlerle sabitlenmesine izin verilmeyecektir, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		18,19,20	Roketimiz söz konusu isterler göz önünde tutularak tasarlanmıştır.
80	3.2.6.1	Rokette bulunan ayrılma ve kurtarma sistemlerinin, Uçuş Kontrol Bilgisayarı (UKB) tarafından yönetilmesi zorunludur.		26,40,41	Ayrılma ve kurtulma sistemleri UKB tarafından yönetilecektir.
81	3.2.6.2.	Kategoriye bağlı olarak rokette kullanılacak UKB sayısı değişkenlik göstermekle birlikte, A Grup kategorisinde kullanılacak UKB'lerden birisinin ticarî UKB olması zorunludur, aksi halde takım elenir.		42,43,44, 45,46,47	UKB' larından birisi ticaridir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
82	3.2.6.3.	Takımların kullanacağı ticari UKB'lerin EK-5'de listelenmiş ürünlerden (TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından onaylanmış ürünler) seçilmesi zorunludur, aksi halde takım elenir.		42	EK-5'de izne tabi tutulan RRC3 "Sport" Altimeter ticari UKB kullanılacaktır.
83	3.2.6.4.	Roketlerin uçuş boyunca telemetri verilerini kesintisiz olarak yer istasyonuna aktarılmasında kullanacakları haberleşme bilgisayarı bağımsız görev yapabileceği gibi UKB ile de entegre görev yapabilir.		34,35,36, 37	Özgün sistemimiz içinde kullanılan sensörlerden ötürü haberleşme bilgisayarı niteliği taşımaktadır.
84	3.2.6.8.	Ticarî UKB'de konum belirleme ve haberleşme sistemi bulunmuyorsa takımların ayrıca haberleşme bilgisayarı kullanması/geliştirmesi zorunludur, aksi halde takım elenir.		36,37,38, 39,40,41	Özgün sistemimiz haberleşme bilgisayarı geliştirilmiştir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
85	3.2.6.9.	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde, birisi ana diğeri yedek olacak şekilde en az iki (2) UKB kullanılması zorunludur, aksi halde takım elenir.		34,35,36,37, 38,39,40,41, 42,43,44,45, 46,47,48	Ana ve yedek olmak üzere iki UKB kullanılacaktır.
86	3.2.6.10.	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde kullanılacak UKB'lerden birisinin özgün geliştirilmiş, diğlerinin ise ticari ürün olması zorunludur, aksi halde takım elenir.		36,37,38,39, 40,41	İki UKB'dan biri özgün geliştirilmiş, diğeri özgün olacaktır.
87	3.2.6.11.	Özgün UKB'de kullanılan uçuş algoritmasının takım üyelerinin özgün tasarımı olması zorunludur, aksi halde takım elenir.		40	Algoritmamız özgün tasarımıdır.



# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
88	3.2.6.12.	Özgün uçuş algoritmasının detayları hakkında Aksaray Atış Alanında uzmanların soracağı sorulara teknik cevap verebilecek takım üye(ler)i alanda bulunmak zorundadır.		2	Hakemlerin sorularına cevap verebilecek takım üyeleri atış alanında bulunacaktır.
89	3.2.6.13.	Özgün uçuş algoritması tasarımının özgün olmadığı tespit edilen takımlar elenir.		40	Tasarımımız özgündür
90	3.2.6.14.	Özgün geliştirilmiş veya ticari UKB'ler birbirinden tamamen bağımsız çalışmalıdır.		34	Özgün ve ticari UKB'ler arasında herhangi bir bağlantı yoktur.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
91	3.2.6.15.	Özgün geliştirilmiş veya ticari UKB'lerin kendisine ait işlemcisi, sensörleri, güç kaynağı ve kabloları olmalıdır.		34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48	Şartlar sağlanmıştır.
92	3.2.6.16.	Özgün geliştirilmiş veya ticari UKB'lerin ayrılma sistemi eyleyicisine birbirinden bağımsız hatlarla bağlanması zorunludur.		34	Şart sağlanacaktır.
93	3.2.6.17.	Özgün geliştirilmiş veya ticari UKB'lerden biri kısmen veya tamamen bozursa bile diğeri roketin kurtarma işlevlerini eksiksiz, aksaksız ve durmaksızın yerine getirmelidir.		34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48	Raketin kurtarma işlemi durmaksızın gerçekleştirilecektir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
94	3.2.6.18.	Özgün geliştirilmiş UKB'ye en az iki (2) farklı sensörün bağlantısı olmalı, ticari UKB'ye ise asgari bağlantı sınırı yoktur (farklı UKB'lere bağlanan sensörler aynı olabilir).		36,37,38, 39,40,41	Özgün sistemde ikiden fazla sensör bağlantısı vardır.
95	3.2.6.19.	Özgün geliştirilmiş veya ticari UKB'lere bağlı sensörlerden en az birinin basınç sensörü olması zorunludur.		36,37	Özgün sistemimizdeki sensörlerden bir tanesi basınç sensörüdür.
96	3.2.6.20.	Özgün geliştirilmiş veya ticari UKB'lere bağlı iki (2) adet basınç sensörü verisi kullanılması durumunda sensörlerin birbirinden farklı olması zorunludur.		35,36,37, 42,43	Özgün ve ticari sistemde birer adet basınç sensörü bulunmaktadır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
97	3.2.6.21.	Özgün geliştirilmiş veya ticari UKB'lerde gömülü uçuş kontrol algoritmasında en az iki (2) adet farklı sensörden gelen veriler kullanılmalıdır.		40	Özgün sistem algoritmasında en az iki adet sensörün verisi kullanılmıştır.
98	3.2.6.22.	Takımdaki aviyonik sorumlusu uçuş algoritmalarını alanda revize edebilecek yetkinlikte olmak zorundadır.		2	Aviyonik sorumlusu şartta belirtilen yetkinliğe sahiptir.
99	3.2.6.23.	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde kullanılan UKB'lerden en az biri haberleşme bilgisayarı özellikleri taşıyabilir veya haberleşme için ayrı bir sistem kullanılabilir		36,37,38, 39,40,41	Özgün sistem haberleşme bilgisayarı özelliği taşımaktadır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
100	3.2.6.24.	Kurtarma sisteminin aktifleşmesini dijital sinyallerle sağlamayan takımlar, sistemlerinde ticarî UKB kullanabilmek için dijital ateşleme çıkışıyla eyleyici sürme kabiliyeti olan ara elektronik bileşenini beraber kullanabilirler.		36,37,38	Kurtarma sisteminin aktifleşmesi özgün sistemde bulunan MOSFET'lere dijital sinyal gönderilerek sağlanacaktır.
101	3.2.6.25.	Söz konusu eyleyici sürme kabiliyeti olan ara elektronik bileşen, sadece ticarî UKB'den gelen sinyalleri değerlendirmeli ve herhangi bir sensör verisi ile durum değerlendirmesi yapmamalıdır.			Eyleyici kullanılmamaktadır.
102	3.2.6.26.	Eyleyici tek ise, hem ana hem de yedek UKB tarafından kontrol edilmelidir.			Eyleyici kullanılmamaktadır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
103	3.2.6.27.	Eyleyici tek ise, sistem kontrolsüz bir şekilde aktif hale gelmemelidir.			Eyleyici kullanılmamaktadır.
104	3.2.6.28.	Sistemdeki UKB'ler arasında herhangi bir elektriksel veya kablosuz bağlantı yer alamaz.		34,35	UKB'ler arasında herhangi bir bağlantı yoktur.
105	3.2.6.29.	Uçuş kontrol algoritmasında ayrılma işlemi GPS'den gelen veriler ile tetiklenmemelidir.		40	Özgün sistemin algoritmasında GPS verisi kullanılmamıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
106	3.2.6.30.	Ayrılma sistemlerine bağlı eyleyiciler yedekli olmak zorunda değildir (yaylı bir sistemde yay, DC motorlu bir sistemde DC motor ya da ateşleme teli).			
107	3.2.6.31.	Kurtarma sistemleri istemsiz ve kontrolsüz aktif hale gelmemelidir.			Şart sağlanacaktır.
108	3.2.6.32.	Bütün takımların, roketlerinden ve faydalı yüklerinden anlık ve sürekli veri alabilen bir yer istasyonuna sahip olması zorunludur, aksi halde takım elenir.			Takımımızın yer istasyonu olacaktır.
109	3.2.6.33.	Roketlerin anlık konum verilerinin yarışmacı yer istasyonu aracılığıyla Hakem Yer İstasyonuna (teknik detayları EK-6'da verilmiş) sürekli iletilmesi zorunludur, aksi halde takım elenir.			EK-6 incelenmiştir ve Hakem Yer İstasyonuna kesintisiz veri iletimi sağlanacaktır.



# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
110	3.2.6.34.	Atış günü roket aviyonikleri aktifleştirildikten sonra yer istasyonu ile iletişim sağlanması için A4 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisindeki takımların azami iki (2) dakika süresi bulunmaktadır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.		48	Verilen değerler içinde roket aviyonikleri ile yer istasyonu arasında iletişim sağlanacaktır.
111	3.2.6.38.	Roket parçalarının yer istasyonundan uzak yerlere düşeceği göz önüne alınmalı ve alıcı-verici antenlerin menzili roketlerin uçuş yörüngesi dikkate alınacak şekilde seçilmelidir.			Antenler roket uçuş yörüngesi dikkate alınarak seçilmiştir.
112	3.2.6.39.	RF modülünün gücü değerlendirilerek link bant genişliği bütçesinin yapılması ve ilgili tasarım raporlarında sunulması gerekmektedir.			Link bant genişliği bütçesi KTR'de sunulacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
11 3	3.2.6.40.	Roket üzerindeki aviyonik sistemler ve sensörler uçuş esnasında maruz kalacakları titreşim, basınç ve şok gibi etkiler altında görevlerini rahatlıkla yerine getirmelidir.		36,37,4 2,43	Aviyonik sistemler uçuş esnasında maruz kalacakları etkenler altında görevlerini yerine getirecektir.
11 4	3.2.6.41.	Titreşim, basınç ve şok gibi etkiler için takımlar tarafından gerekli koruyucu önlemler alınmalı, tasarım doğrulama aşamasında ilgili testler gerçekleştirilmeli ve sonuçları ilgili tasarım raporlarında sunulmalıdır.			Söz konusu testler gerçekleştirilecektir.
11 5	3.2.6.43.	Sisteme güç sağlayan sistemle (akü, pil, süper kapasitör vb.) bu sistemin beslediği ilk devrelerin arasında mekanik açma/kapama anahtarı (Ing. ON/OFF switch) olarak buton kullanılmalıdır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından rokete uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Buton kullanılmayacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
116	3.2.6.44.	Mekanik anahtar vasıtasıyla bağlantı kesildiğinde, güç besleme elemanının herhangi bir sistem elemanı (LED göstergeler, güç çeviriciler, regülatörler de dahil olmak üzere) bağlantısı olmamalıdır.			Şart sağlanacaktır.
117	3.2.6.45.	UKB'lere enerji verilmesi/kesilmesi için kullanılacak butonların rampa operasyonlarında rahat erişilebilir olması, enerji verildiğinde yanması ve aerodinamik etkiler dikkate alınarak gömülü olması için gerekli tasarım ve üretim yapılmalıdır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roket uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Gerekli tasarım ilgili maddeye göre yapılacaktır.
118	3.2.6.46.	İp, şönt, tornavida vb. aletler kullanılarak UKB'lere enerji verilmesi yasaktır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roket uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			UKB'lere enerji verilmesi maddede adı geçen aletlerle sağlanmayacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
119	3.2.6.47.	UKB'lere enerji verildiğinde roketle ilgili başka herhangi bir sistem aktif hale gelirse takım elenecektir			Şart sağlanacaktır.
120	3.2.6.48.	Bilimsel görev yükleri içerisindeki elektronik devrelere enerji verilmesi/kesilmesi için kullanılacak butonların rampa operasyonlarında rahat erişilebilir olması, enerji verildiğinde yanması ve aerodinamik etkiler dikkate alınarak gömülü olması için gerekli tasarım ve üretim yapılmalıdır, aksi halde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından roketle uçuşa elverişlilik onayı verilmeyecektir.			Şart sağlanacaktır.
121	3.2.6.49.	Sistemde Li-Po vb. pil kullanacak takımların "Li-Po Safe Bag" kullanmaları zorunludur.			Şart sağlanacaktır.
122	3.2.6.50.	Kullanılacak pilin güvenliğinden takım sorumludur.			Kullanılacak olan pilin güvenliği sağlanacaktır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
123	3.2.6.52.	Uçuş algoritmalarında ayrılma sekanslarını tetikleyecek asgari iki (2) bağımsız kriter kullanılması zorunludur.		40,46	Şartlar sağlanmıştır.
124	3.2.6.53.	Karar verme parametrelerinde sensörlerden okunan verilerin esas alınması zorunludur.		40,41,46,47	Karar verme parametrelerinde sensörlerden alınan veriler esastır.
125	3.2.6.54.	Sensörlerden okunan veriler doğrudan kullanılmamalı ve herhangi bir hatalı okuma ya da sensör hatası durumu göz önünde bulundurulmalıdır.		41,47	Sensörlerden okunan veriler Kalman Filtresinden geçirilecektir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
126	3.2.6.55.	Sensörlerden gelebilecek hatalı veriler için alınacak önlemler (filtreleme vb.) ilgili tasarım raporlarında (ÖTR ve KTR) detaylı anlatılmalıdır.		41,47	ÖTR’de anlatılmış ve KTR’de anlatılacaktır.
127	3.2.7.1.	Tasarım ve üretim aşamalarında kullanılacak malzeme, donanım ve süreçler insan sağlığına ve çevreye zararlı olmamalıdır.			Tasarım ve üretim aşamalarında kullanılacak malzeme ve donanımlar çevreye ve insan sağlığına zararlı olmayacaktır.
128	3.2.7.2.	Tasarım, insan hatasını en aza indirecek sadelikte, gürültü etkilerine karşı dayanıklı ve gürbüz olmalıdır			Tasarımımız söz konusu isterleri karşılamaktadır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
129	3.2.7.3.	Tasarım, üretim ve test süreçleri kapsamında gerekli güvenlik risk analizleri ve riskleri indirmeye yönelik çalışmalar yapılmalı ve ilgili tasarım raporlarında bu çalışmaların yapıldığı ispatlanmak zorundadır.			Gerekli çalışmalar yapılmıştır, yapılmaya devam edilecektir.
130	3.2.7.4.	Tasarım, üretim, entegrasyon ve atış faaliyetlerinde güvenliği tehlikeye atacak unsurlar önceden belirlenmeli, gerekli tedbirler eksiksiz planlanmalı ve icra edilmelidir.			Tüm planlamalar yapılmıştır.
131	3.2.7.5.	Tasarım, üretim, entegrasyon ve atış faaliyetlerinde güvenliği tehlikeye atacak unsurlar için gerekli tedbirleri almayan takımlar eleneceklerdir.			Gerekli tedbirler alınacaktır.



# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
13 2	4.1.1.	Yarışmacı takımların hazırladıkları raporlarda kendi takımlarının ve/veya başka takımların güncel veya geçmiş rapor içeriklerinden kopya çekmek, ortak çalışma/test/analiz yapmak yasaktır.			Takımımız söz konusu maddeye uygun rapor hazırlamıştır.
13 3	4.1.2.	Yarışmacıların kopya çektiği ve önceki yıllardaki başka takımlara ve/veya kendi takımlarına ait raporları kullandıkları anlaşılırsa veya takımların ortak çalışma/test/analiz yaptığı tespit edilirse (yarışma tamamlanmış olsa bile) söz konusu takımlar elenecektir.			Takımımız söz konusu maddeye uygun rapor hazırlamıştır.
13 4	4.1.3.	Takımların rapor içeriklerinde kendi üretmedikleri tablolar, görseller, denklemler ve benzeri içeriklerin kullanımında ilgili içeriğin alındığı belgeye referans vererek kullanılması zorunludur. Bu duruma aykırı bir içerik tespit edildiğinde takım kopya çekmiş sayılacak ve yarışmadan diskalifiye edilecektir.			Takımımız söz konusu maddeye uygun rapor hazırlamıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
13 5	4.1.4.	Takımların, referans verecekleri içeriklerde American Psychological Association (APA) referans tipini kullanmaları gerekmektedir (referansa “ <a href="https://apastyle.apa.org/products/publication-manual-7th-edition">https://apastyle.apa.org/products/publication-manual-7th-edition</a> ” adresinden ulaşılabilir).			Takımımız söz konusu maddeye uygun referanslar vermiştir.
13 6	4.1.5.	İlgili raporların (ÖTR ve KTR) Ek’inde yer alacak şekilde takımlar tarafından kontrol listeleri doldurulacak ve TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesine teslim edilecektir (Örnek kontrol listesi EK-9’da sunulmuştur).			EK teki dosyaya uygun kontrol listesi oluşturulmuştur.
13 7	4.1.6.	Tablo-4.1 ve Tablo-4.2’te elenme kriterleri (geçmiş yıllarda uygulanan kriterler) sunulmuş olup elenme kriterleri yarışma takvimi boyunca güncellenmektedir (En doğru elenme kriterleri ilgili tasarım raporlarının güncel rapor şablonunda yer alacaktır).			Elenme kriterlerine dikkat edilecektir.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
138	4.1.8.	Takımların birbirlerinin raporlarını ve çalışmalarını referans vererek paylaşmaları yasaktır, aksi halde takım elenir.			Takımımız söz konusu maddeye uyacaktır.
139	4.2.1.3	A Grup kategorisinde yarışan takımlar için ÖTR’de elenme sebepleri Tablo-4.1’de belirtilmiştir.			Takımımız söz konusu tabloya uyacaktır.
140	4.2.1.9	Takımlar, ÖTR’de temel olarak yaptıkları tasarımların TEKNOFEST Roket Yarışması Şartnamesindeki gereksinimleri eksiksiz karşıladığını ispatlamakla yükümlüdürler.			Takımımız söz konusu gereksinimleri sağlamıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
14 1	4.2.1.10	Takımlar, “.ork” uzantılı Open Rocket dosyalarını ÖTR ile birlikte teslim etmek zorundadır, aksi halde takım elenir.			Takımımız söz konusu dosyayı sisteme yüklemiştir..
14 2	4.2.1.11	Teknik gereksinimlerin karşılandığının kanıtlanması için Gereksinimleri Karşılama Matrisi (İng. Compliance Matrix) takımlar tarafından oluşturmak (örnek matris şablonlarda yer alacaktır) ve ilgili tasarım raporlarının (ÖTR ve KTR) parçası olarak sunulmak zorundadır.		14,16,18 ,21,22, 24,32	Söz konusu tasarım raporları sunulmuştur.
14 3	4.2.1.12	ÖTR aşamasında kavramsal (İng. Conceptual) seviyede yürütülecek tasarım faaliyetleri kapsamında takımlar, eniyileme (optimizasyon) süreçlerini işletmek, getiri-götürü analiz yapmak, rasyonel seçimler yapmak ve amaç fonksiyonuna ulaşmaya yönelik gerekli tüm mühendislik analizlerini yapmaktan ve paylaşmaktan sorumludur.		9,10,11, 12,13	Getiri-götürü analizi yapılmıştır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
14 4	4.2.1.13	Takımların yapacakları getiri-götürü analizlerinde (İng. Trade off), karara esas kriterleri (vazgeçilmez ve opsiyonel kriterler) listelemek ve yapılan seçimleri neden ve sonuçlarıyla birlikte ÖTR’de sunmaktan sorumludurlar.		9,10,11, 12,13	Söz konusu kriterler raporumuzda bulunmaktadır.
14 5	4.2.1.14	Hata Türleri ve Etkileri Analizine (HTEA) yönelik çalışma sonuçları ÖTR’de sunulmak zorundadır (Takımların HTEA çalışmalarını yapabilmeleri için şablon dokümanlar TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından TEKNOFEST’in internet sitesinde paylaşılacaktır).		99	Sisteme yüklenmiştir.
14 6	4.2.1.15	ÖTR’de takımların üretmeyi planladıkları roketin genel hatlarıyla CAD tasarımını tamamlamış olmaları ve sistemlerini bu tasarım üzerinden detaylı bir şekilde anlatmaları gerekmektedir		14,16,18 ,21,22, 24,32	Tasarımlar raporumuzda yer almaktadır.

# Kontrol Listesi

No	Gereksinim Madde No.	Gereksinim	Karşılama Durumu	ÖTR Slayt No	Açıklama
14 7	4.2.1.16	Malzeme seçim kriterlerinin ve söz konusu seçimlerin sistemle uyumluluğunun raporda yer alması zorunludur.		9,10,11, 12,13,15 ,17,19, 23,25,	Malzeme seçim kriterleri raporumuzda yer almaktadır.
14 8	4.2.1.17	TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından takımlara sağlanacak sıcak gaz üreticine esas olacak ön analizler (basınç, sıcaklık vb. etkileri) ÖTR’de sunulmalıdır.		27	Raporumuzda yer almaktadır
14 9	4.2.1.18	ÖTR’de sunulmak üzere TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından istenilen bilgiler, analiz ve değerlendirmeler Türkçe dilbilgisi kurallarına uygun, kolay anlaşılır ve takip edilebilir olmalıdır. Bu şartı yerine getiremeyen takımlar için raporun ilgili bölümünde gerektiğinde azami %20 (yüzde yirmi) nispetinde puan eksiltmesi uygulanacaktır.			Raporumuz Türkçe dil bilgisi kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

# HTEA

## Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HTEA "OSTİMTechRoketTakımı ÖTR\_HTEA 2 024.xlsx" ismiyle excel formatında sisteme yüklenmiştir.



Yansı 30 Kurtarma Sistemi-Paraşütler 1: [1]

- Benson, T., Velocity during recovery. NASA Glenn Research Center. <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/rktvrecv.html>

Yansı 30 Kurtarma Sistemi-Paraşütler 1: [2]

- Black Powder Calculator. Insane Rocketry. <https://www.insanerocketry.com/blackpowder.html>

Yansı 28-29-30-31: Kurtarma Sistemi-Paraşütler 1, Kurtarma Sistemi-Paraşütler 2

- Bingöl F., “Rüzgar enerji sistemleri için hava yoğunluğunun hesaplanması”, Politeknik Dergisi, 21(2): 273-281, (2018).
- Teknofest. (2020, 24 Temmuz 9. Roket Yarışması-Kurtarma ve Ayrılma Sistemleri. [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=3ndJBjMAw6g&list=WL&index=2&t=2449s>. Erişim Tarihi: 12.02.2024.
- Benson, T., Velocity during recovery. NASA Glenn Research Center. <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/rktvrecv.html>

Yansı 28-29-30-31: Kurtarma Sistemi-Paraşütler 1, Kurtarma Sistemi-Paraşütler 2

- Black Powder Calculator. Rocketry Calculator. <https://www.insanerocketry.com/blackpowder.html>
- Black Powder Calculator. Insane Rocketry. <https://www.insanerocketry.com/blackpowder.html>
- Benson, T., Velocity during recovery. NASA Glenn Research Center. <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/rktvrecv.html>
- Roketsan, (2020). Ayırma sistemi. *Model Roketçilik*, 26-28. <file:///C:/Users/ZEYNEP%20D%C4%B0LA/Desktop/Roketsan%20Model%20Roket%20Detaylar.pdf>
- Şenyürek, H. (2021, Şubat). *Model roketlerde kurtarma sistemleri*. Model Roket. <https://modelroket.com/model-roketlerde-kurtarma-sistemleri/>
- Şenyürek, H. (2021, Şubat). *Model roket kurtarma sistemi*. Model Roket. <https://modelroket.com/model-roketlerde-kurtarma-sistemleri/>