

UYARI



- Paragraflar **kalin (bold)** ve **vurgulu (highlighted)** olmamalıdır.
- Rapor şablonunun kenar boşluklarına uyulmalıdır.
- Alıntı yapılan her türlü bilginin referansı paylaşılmalıdır. Referans direkt olarak yansı altında olabileceği gibi numaralandırma yapılmak suretiyle rapor sonundaki referans yansısında referans bilgileri toplu halde sunulabilir. İntihal yaptığı tespit edilen takımlar diskalifiye edilecektir.
- Tablo, şema, denklem vs görseller de referansa tabiidir.
- Paylaşılan ölçüler teknik resim formatına uygun görsellerle sunulmalıdır ve rapordaki tüm birimler SI birim sistemine (*International System of Units*) uygun olarak belirtilmelidir. Eksik ölçü birimi olan ölçümlendirmeler dikkate alınmayacaktır.
- Grafik ve tablolar için başlık bilgisi yer almalıdır. Başlık bilgisi olmayan grafik ve tablolar değerlendirmeye alınmayacaktır.
- Grafik ve tablolar şablonadaki boyutlara benzer olmalıdır.
- Karşılaştırmalarda seçilen unsurun yazı rengi **yeşil** olmalıdır.
- ÖTR içerisinde veya EK'inde sunulacak metinler, formül, denklem (Powerpoint'in formül ve denklem ekleyicisi kullanılmalıdır), bağıntı vb. ekran görüntüsü şeklinde sunulmamalıdır.

•

TEKNOFEST-2024

ROKET YARIŞMASI

Lise Kategorisi

Ön Tasarım Raporu (ÖTR)

Sunuşu

- DAÇKA ROKET TAKIMI -

Takım Yapısı

Selin Özkan

- Tasarım
- Paraşüt açma sistemi ve fiziksel hesaplamalar



Tüm üyelerimiz Darüşşafaka Lisesi 10.sınıf öğrencisidir. Danışmanımız Darüşşafaka Lisesi ICT öğretmenidir.

Elif Yılmaz

- Tasarım
- Kurtarma sistemi ve kimyasal hesaplamalar



Fatih Yılmaz

- Mekanik
- Open Rocket ve CAD tasarımı



Yasemin Yetkin

- Takım Danışmanı
- ICT öğretmeni
- Takım koordinasyonu ve rapor



Zeynep Özdemir

- Tasarım
- Operasyon Konsepti ve görev yükü



Ahmet Baki Mavi

- Elektronik
- Aviyonik sistem



Belinay Eğer

- Takım Kaptanı
- Open Rocket Tasarımı
- Takım denetimi ve planlaması



Emirhan Günyüzlü

- Yazılım
- Aviyonik sistem



Yarışma Roketi Genel Bilgiler

Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler

	Ölçü
Boy (mm):	2070
Çap (mm):	125
Roketin Kuru Ağırlığı (g):	14925
Yakıt Kütlesi (g):	1964
Motorun Kuru Ağırlığı (g):	1792
Faydalı Yük Ağırlığı (g):	4236
Toplam Kalkış Ağırlığı (g):	16889

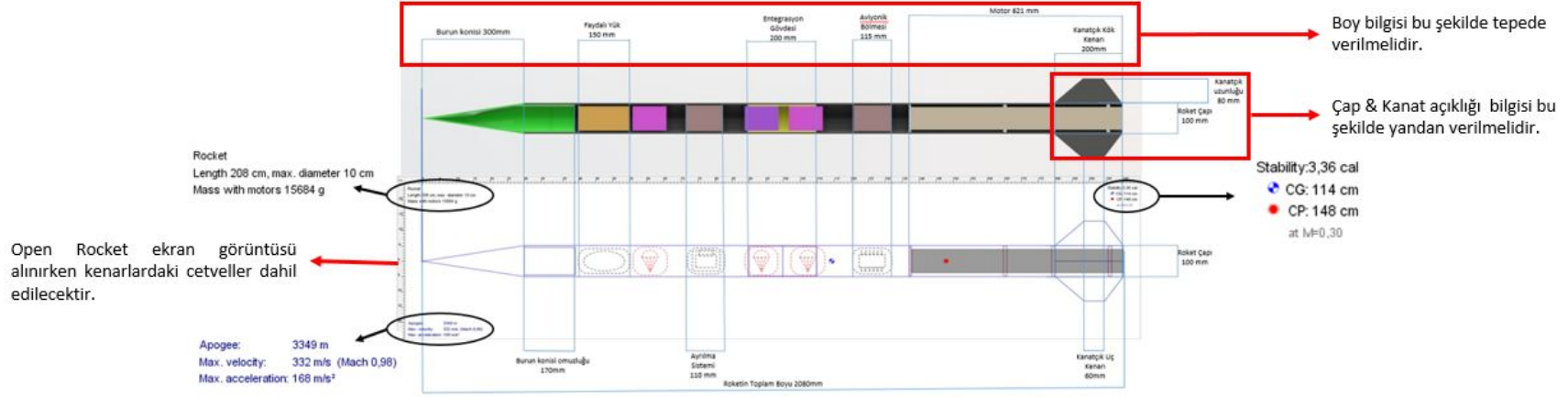
Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri

	Ölçü
Kalkış İtki/Ağırlık Oranı:	7.57:1
Rampa Çıkış Hızı (m/s):	30.2
Stabilite (0.3 Mach için):	2.03
En büyük ivme (m/s ²):	80.5
En Yüksek Hız (m/s):	199
En Yüksek Mach Sayısı:	0.598
Tepe Noktası İrtifası (m):	1806

Motor

AEROTECH L1256WS

- Görselde statik marjin yer almalıdır.
- Aşağıdaki örnek görseldeki gibi her bölümün boyutu yazmalıdır. Aynı görseldeki gibi çizgilerle her bölüm eşlenmeli, ismi yazılmalı, boyu verilmelidir.



Genel Tasarım

Roket Uzunluğu
2070mm

Kanatçık Kök Kenarı
250 mm

Burun Konisi 350
mm

Aviyonik Bölmesi
250 mm

Birincil Paraşüt
200 mm

Kanatçık Uç Kenarı
125 mm

Faydalı Yük
Paraşütü 140 mm

Kanatçık Uzunluğu
125 mm

Rocket
Length 207 cm, max. diameter 12,5 cm
Mass with no motors 13133 g
Mass with motors 16889 g

Stability: 2,03 cal / 12,3 %
CG: 126 cm
CP: 151 cm
at M=0,300

Rocket
Length 207 cm, max. diameter 12,5 cm
Mass with no motors 13133 g
Mass with motors 16889 g

Stability: 2,03 cal / 12,3 %
CG: 126 cm
CP: 151 cm
at M=0,300

Apogee: 1806 m
Max. velocity: 199 m/s (Mach 0,598)
Max. acceleration: 80,5 m/s²

Apogee: 1806 m
Max. velocity: 199 m/s (Mach 0,598)
Max. acceleration: 80,5 m/s²

Burun Konisi
Omuzluğu 200 mm

Karabarutlu Ayrılma
Sistemi 75 mm

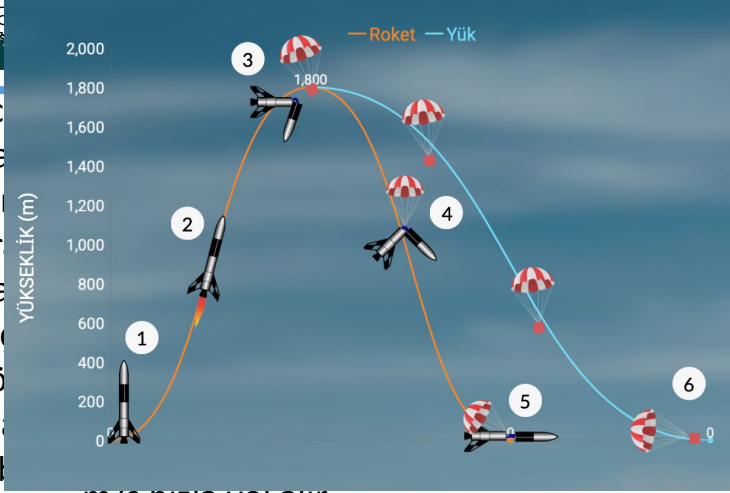
Entegrasyon
Gövdesi 200mm

Faydalı Yük 160mm

Motor 531 mm

Roket Çapı 125
mm

Operasyon Konsepti (CONOPS)



onel
erin
dır.
dar

	Zaman (saniye)	İrtifa (metre)	Hız (m/s)
Fırlatma	T	0	0
Rampa Tepesi	T+0,52	6	30,2
Tepe Noktası	T+19,7	1806	0
Parasüt Açılması	T+20	1806	3,6
Parasüt Sonrası	T+267	—	7,06

- Uçuş profili, görev yükü'nün hangi aşamada roketten ayrıldığı ve uçuş profili belirlenir.
- Aynı uçuş profilinde görev yükü'nün hangi aşamada roketten ayrıldığı ve uçuş profili belirlenir.
- Bu bölümün amacı, görev yükü'nün roketten ayrılır ve parasütü ile gerçekleştireceği aşağı yönlü hareketine başlar. Aynı zamanda gövdeyi taşıyacak ana parasüt de komite tarafından verilen onayla birlikte açılır.
- Alçalma: Böylece roketin ana gövdesi ve yük ayrı parasütlerle inişe geçiş olur ve 7,06 m/s'lik iniş başlar.

5. Yere İnış: Roketin iniş tamamlandı, yerleştirilen aviyonik sistemlerle kurtarma aşamasına başlanır.

Kütle Bütçesi

- Roketin tüm parçaları ürün ağacı mantığında yansındaki örneğe uygun olarak “excel” formatında hazırlanarak ayrı bir dosya halinde sisteme yüklenecektir.

Roket Ürün Ağacı				
Alt Sistem İsmi	Komponent	Kütle(gram)	Malzeme	Adet
Alt Sistem 1 (Örn. Burun)	Burun Konisi			
	Mapa			
	Şok Kordonu			
	Omuzluk			
Alt Sistem 2 (Örn. Aviyonik)				
Alt Sistem 3 (Örn. Motor)				

Örnek Kütle Bütçesi

Roket Alt Sistem Detayları

Burun Konisi – Detay

Yaptığımız analizler sonucu burun konisinin malzemesi olarak “karbon fiber” kullanmayı kararlaştırdık. Bu malzemenin üretimi “elle yatırma” yöntemi kullanılarak yapılacaktır.

Getir/Götür Analizi Tablosu										
Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Seçenek 3			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Malzeme	Fiberglass	Hafif. Yüksek mukavemete sahip. Kolay işlenebilir. Maliyeti az.	Kırılganlık. Çok yüksek ısılara dayanıklı değil. Pürüzlü yüzey aerodinamiği etkileyebilir.	Karbon fiber	Hafif ama güçlü. Sert. Isı ve kimyasallara dayanıklı. Üretim kolaylığı	Yüksek maliyet. Daha kırılgan. Elektriksel iletkenliği yüksek. Sinyal iletkenliği düşük.	Alüminyum	Geri dönüştürülebilir. Isı iletkenliği yüksek.	Diğerlerine kıyasla ağır. Düşük mekanik mukavemet. Sıcaklığa dayanıklı değil.	Burun konisinde malzeme olarak karbon fiber kullanmayı tercih ettik. Bu sayede, çıkış yaparken yüksek sıcaklığa maruz kalacak burun konisi bu sıcaklıktan ve basınçtan etkilenmeyecektir.
Üretim Yöntemi	CNC ile Üretim	Hızlı ve hassas üretim. Kolay programlanabilir. Az insan gücü.	Başlangıç maliyeti yüksek. Teknik bilgi gereksinimi. Teknik arıza ve bakım maliyeti yüksek. Karbon fibere çok uygun değil.	Elle Yatırma	Başlangıç maliyeti düşük. Teknik arıza riski az. Kolay üretim.	Üretim hızı düşük. İnsan ihtiyacı. Yüksek hata riski.	Talaşlı İmalat	Geniş malzeme seçeneği. Yüksek yüzey kalitesi. Düşük maliyet.	Malzeme kaybı. Kesici takım maliyeti. Makine gürültüsü ve titreşim.	Talaşlı üretim ve CNC ile üretim daha çok metallerin işlenmesinde ve üretilmesinde kullanıldığı ve dezavantajları fazla olduğu için karbonfiberin üretimini elle yatırma yöntemini kullanmayı tercih ettik.

Burun Konisi – Detay

tasarladığımız burun konisinin tasarım malzemesi, hem güçlü olması hem de ısı ve kimyasallara dayanıklı olması yönünden karbon fiber malzeme olarak seçilmiştir. Kullanılacak karbon fiber miktarı $1,5$ ve $1,8$ g/cm^3 arasındadır. Burun konisinin omuzluğunun yuvarlığı, çapın $1,5$ katından fazladır. Burun konisinin diğer fiziksel detayları şu şekilde açıklanabilir: boyu, 350 mm, çapı 125 mm ve duvar kalınlığı 4 mm olarak belirlenmiştir. Burun konisinin özel aerodinamik şekli, hedeflediğimiz irtifada en uygun özel aerodinamik şekil olmasından dolayı “Ogive” olarak seçilmiştir. Şekil katsayısının parametresinin “ 1 ” olması araştırılmıştır.

Burun konisinin omuzluğunun boyu çapın $1,5$ katından fazladır. Burun konisinin omuzluğunun yuvarlığı, çapın $1,5$ katından fazladır. Burun konisinin diğer fiziksel detayları şu şekilde açıklanabilir: boyu, 350 mm, çapı 125 mm ve duvar kalınlığı 4 mm olarak belirlenmiştir. Burun konisinin özel aerodinamik şekli, hedeflediğimiz irtifada en uygun özel aerodinamik şekil olmasından dolayı “Ogive” olarak seçilmiştir. Şekil katsayısının parametresinin “ 1 ” olması araştırılmıştır.

- Boy: 350 mm
- Çap: 125 mm
- Duvar kalınlığı: 4 mm
- Özel aerodinamik şekli: Ogive
- Şekil katsayısı: 1
- Malzeme: Karbon fiber ($1,5 - 1,8$ g/cm^3)



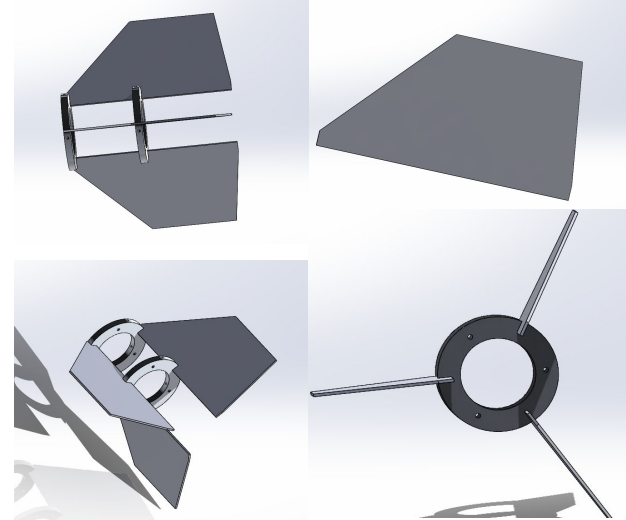
• FORMÜL EKLENECEK

Yapılan analizler sonucunda

Getir/Götür Analizi Tablosu										
Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Seçenek 3			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Malzeme	Fiberglass	Hafif. Yüksek mukavemete sahip. Kolay işlenebilir. Maliyeti az.	Kırılganlığı yüksek. Isı konusunda dayanıklılığı az.	Karbon fiber	Hafif ama güçlü. Sert. Isı ve kimyasallara dayanıklı. Üretim kolaylığı	Yüksek maliyet. Daha kırılgan. Sinyal iletkenliği düşük. Elektrik iletkenliği fazla	Alüminyum	Geri dönüştürülebilir. Isı iletkenliği yüksek.	Diğerlerine kıyasla ağır. Düşük mekanik mukavemet. Sıcaklığa dayanıklı değil.	Kanatçık malzemesi olarak karbon fiber kullanmayı tercih ettik. Bu sayede, çıkış yaparken yüksek sıcaklığa maruz kalacak kanatçıklar bu sıcaklıktan ve basınçtan etkilenmeyecektir.
Üretim Yöntemi	CNC ile üretim	Hızlı ve hassas üretim. Kolay programlanabilir. Az insan gücü.	Başlangıç maliyeti yüksek. Teknik bilgi gereksinimi. Teknik arıza ve bakım maliyeti yüksek. Karbon fibere çok uygun değil.	Elle Yatırma	Başlangıç maliyeti düşük. Teknik arıza riski az. Kolay üretim.	Üretim hızı düşük. İnsan ihtiyacı. Yüksek hata riski.	Talaşlı İmalat	Geniş malzeme seçeneği. Yüksek yüzey kalitesi. Düşük maliyet.	Malzeme kaybı. Kesici takım maliyeti. Makine gürültüsü ve titreşim.	Talaşlı üretim ve CNC ile üretim daha çok metallerin işlenmesinde ve üretilmesinde kullanıldığı ve dezavantajları fazla olduğu için karbonfiberin üretimini elle yatırma yöntemini kullanmayı tercih ettik.

Kanatçık – Detay

3 adettir. Kanatçıkların üretim aşamasında, teknik arızanın en aza indirilebilmesi adına ve kolay üretilebilirliği de göz önünde bulundurularak elle yatırma yöntemi kullanılması uygun görülmüştür. Kanatçıkların fiziksel özellikleri sırasıyla şu şekilde açıklanabilir; yüksekliği 125 milimetre, kök uzunluğu 250 milimetre ve uç uzunluğu 125 milimetredir. Ayrıca, kanatçıkların oluşturduğu ok açısı 52.8 derece ve kalınlığı 4 milimetredir.

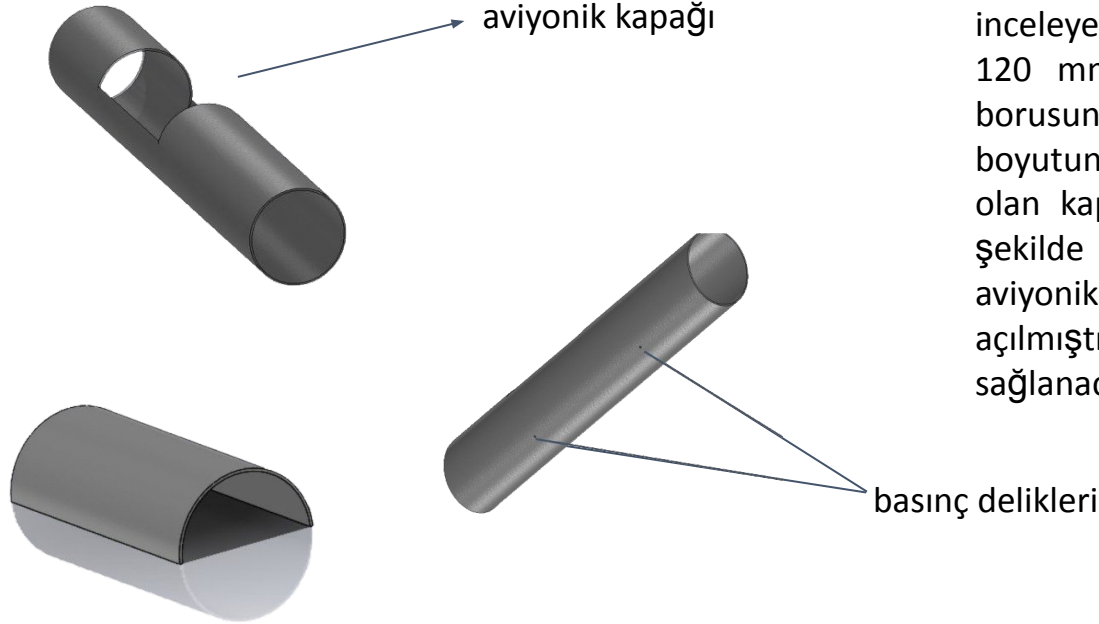


Gövde ve Entegrasyon Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

Getir/Götür Analizi Tablosu

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Seçenek 3			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Malzeme	Fiberglass	Hafif. Yüksek mukavemete sahip. Kolay işlenebilir. Maliyeti az.	kırılganlığı, yüksek ısı konusunda dayanıklılığı az.	Karbon fiber	Hafif ama güçlü. Sert. Isı ve kimyasallara dayanıklı. Üretim kolaylığı	Yüksek maliyet. Daha kırılgan. Sinyal iletkenliği düşük. Elektrik iletkenliği fazla	Alüminyum	Geri dönüştürülebilir. Isı iletkenliği yüksek.	Diğerlerine kıyasla ağır. Düşük mekanik mukavemet. Sıcaklığa dayanıklı değil.	Gövde ve entegrasyon gövdesinde malzeme olarak fiberglass tercih ettik çünkü sinyal iletimi ve işleme konusunda daha başarılı ve aynı zamanda maliyeti daha düşük.
Üretim Yöntemi	CNC ile üretim	Hızlı ve hassas üretim. Kolay programlanabilir. Az insan gücü.	Başlangıç maliyeti yüksek. Teknik bilgi gereksinimi. Teknik arıza ve bakım maliyeti yüksek. Karbon fibere çok uygun değil.	Elle Yatırma	Başlangıç maliyeti düşük. Teknik arıza riski az. Kolay üretim	Üretim hızı düşük. İnsan ihtiyacı. Yüksek hata riski.	Talaşlı İmalat	Geniş malzeme seçeneği. Yüksek yüzey kalitesi. Düşük maliyet.	Malzeme kaybı. Kesici takım maliyeti. Makine gürültüsü ve titreşim.	Talaşlı üretim ve Cnc ile üretim daha çok metallerin işlenmesinde ve üretilmesinde kullanıldığı ve dezavantajları fazla olduğu için fiberglass üretimini elle yatırma yöntemini kullanmayı tercih ettik.

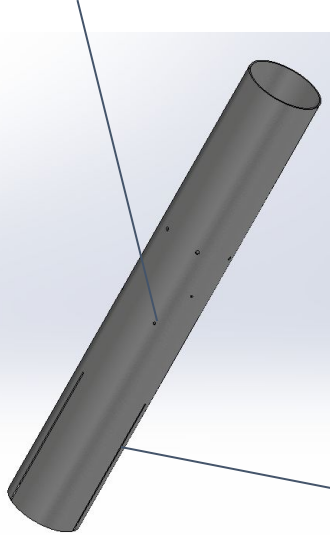
Gövde ve Entegrasyon Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm



Birinci gövdemizin fiziksel özelliklerini inceleyecek olursak; dış çapı 125 mm, iç çapı 120 mm ve uzunluğu 850 mm'dir. Gövde borusunun üzerinde bulunan basınç delikleri M4 boyutunda açılmıştır. Bu gövde üzerinde açılmış olan kapak, aviyonik bölümüne denk gelecek şekilde tasarlanmıştır. Birinci gövde kapağı aviyonik bölümüne denk gelecek şekilde açılmıştır. Bu sayede aviyonik kontrolü sağlanacaktır.

Gövde ve Entegrasyon Parçaları (YAPISAL) Mekanik Görünüm

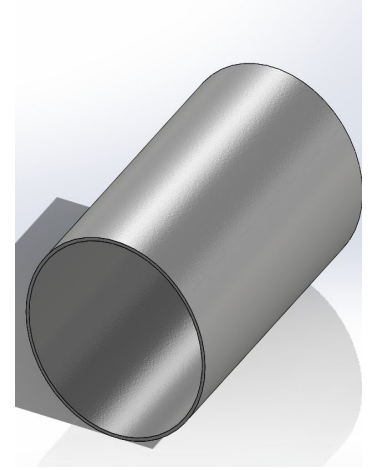
basınç deliği



İkinci gövdemizin fiziksel özelliklerini inceleyecek olursak; dış çapı 125 mm, iç çap 120 mm ve gövde uzunluğu 830 mm'dir. Bu gövde borusunda diğerinin aksine ihtiyaç olmadığı için bir kapakçık bulunmamaktadır. İkinci gövde, kanatçığın yerleştirileceği gövde olması sebebiyle üzerinde kanatçık boyutlarına uygun olarak kanatçık kesitleri açılmıştır. Son olarak, gövde borusu üzerinde iki adet M4 boyutunda basınç deliği açılmıştır.

Her iki boruyu birleştirecek olan birleştirme gövdesinin dış çapı 120 mm olup, iç çapı 160 mm'dir. Ayrıca birleştirme gövdesinin uzunluğu 200 mm'dir.

kanatçık kesiği





Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay



- 10. yansıda belirtilen tablo ve konsept tasarım CAD görüntüsü burada verilmiş olmalıdır.
- Motorun montaj stratejisi kapsamında roketin en son takıldığı anlatılmalı, görsellerle desteklenerek kanıtlanmalıdır.
- Motorun montaj stratejisi için kesinlikle getir-götür (trade-off) analizi yapılmalı ve seçenekler açıklanmalıdır.
- Bu bölüm 2 (iki) yansıyı geçmemelidir.

Motor Bölümü Mekanik Görünüm & Detay

- 10. yansıda belirtilen tablo ve konsept tasarım CAD görüntüsü burada verilmiş olmalıdır.
- Motorun montaj stratejisi kapsamında roketin en son takıldığı anlatılmalı, görsellerle desteklenerek kanıtlanmalıdır.
- Motorun montaj stratejisi için kesinlikle getir-götür (trade-off) analizi yapılmalı ve seçenekler açıklanmalıdır.
- Bu bölüm 2 (iki) yansıyı geçmemelidir.

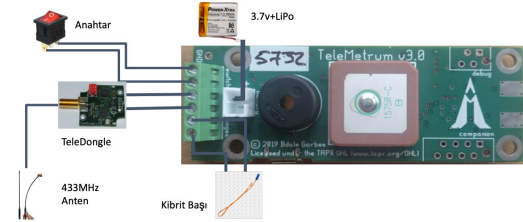
Motor Bölümü 3 Boyutlu Görünümü (CAD)

Kurtarma Sistemi – Paraşüt Açma Sistemi

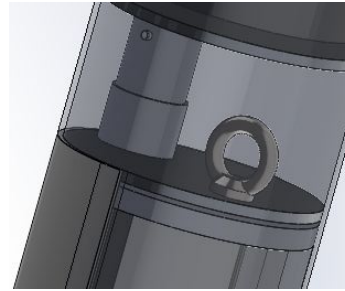
Tasarımda Kullanılabilecek Kurtarma Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Özellik	Seçenek 1			Seçenek 2			Seçenek 3			Getir/Götür Analizi Açıklaması
	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	Unsur	Avantaj	Dezavantaj	
Tasarım/Çalışma Prensibi	CO2 Tüplü Ayrılma Sistemi	Soğuk gaz sistemi olduğundan ortama herhangi bir ısı vermez. Paraşütlere, paraşüt iplerine ya da roket mekanizması üzerine olumsuz etki oluşturmaz.	Çok ince mühendislik ve detaylı hesaplama gerektirir. Bu sebeple zor bir üretim ve yüksek maliyet söz konusudur.	Kara Barutla Ayrılma Sistemi	Maliyeti düşük ve kolay kurulumu sahip bir sistemdir. Roketin kurtarılmasını kolaylaştırır.	Güvenlik açısından tehlikeli bir sistemdir. Çıkardığı ısıyla paraşütleri yakabilir Roket yapımında kullanılan malzemenin sağlam seçilmesini gerektirir.	Yaylı Sistem	Fazla tasarım seçeneğiyle tasarımda rahatlık sağlar. Çeşitli mekanizma kurulumları oluşturulabilir.	Hataya çok açık bir sistemdir. Rokette denge kurulumunu zorlaştırır. Maliyeti yüksektir.	Kara Barutla ayırma sisteminin, CO2 Tüplü ve Yaylı Ayırma sistemine kıyasla maliyet ve tasarım açısından sağladığı avantajları göz önünde bulundurarak roketimizde Kara Barut sistemini tercih ettik.

Kurtarma sistemi için yarışma şartnamesinde verilen piroteknik malzeme kullanılacaktır. Malzemenin temini atış alanında yetkililer tarafından sağlanacaktır. Piroteknik malzeme olan sıcak gaz üreticinin bağlantı arayüzü M4 civata ile roketeye bağlanacak ve içerisine barut konulacaktır. Ayrılma sistemi stratejisi ve aşamaları aşağıda belirtilmiştir.



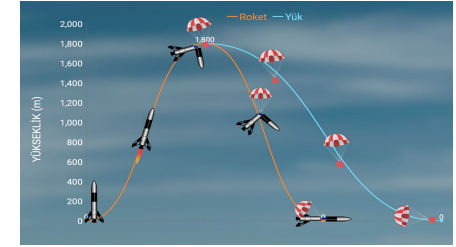
Kurtarma Sistemi
Aviyonik Sistem



Kurtarma Sistemi

1. Roket apogee noktasına ulaşır (1806 m), kullanılacak altimetreye (Mikro Altimetre Modülü) yere bağlı irtifa değeri girilir ve bu irtifa algılandığında kurtarma sistemi devreye girer: Bu bilgi telemetri ile yer istasyonu TeleDongle ve bilgisayara iletilir. Bu paraşütün ve ayrılma sisteminin aktivasyonunun sağlanacağına dair bir kanıttır ve kurtarma stratejisini oluşturur.

2. Rokete iletilen bilgi neticesinde, elektriksel bağlantılar sayesinde gönderilen elektrikle piroteknik kapsüller ateşlenir. Bu sayede barut patlar. Barutun patlamasıyla oluşan basınç ile gövdeler birbirinden ayrılır ve faydalı yük kendi paraşütü ile, ana gövdeler de ana paraşütü ile iniş yapar.



3. Son aşama olarak kurtarılması gereken parçalar sağlam bir şekilde yeryüzüne ulaşır. Parça içindeki GPS algısı sayesinde konumu tespit edilebilir. Bilgisayar ile düşen parçaların konumu belirlenir.

Kurtarma alt sisteminin parçalarının roketteki işlevi aşağıda açıklanmıştır:

1. Piroteknik kapsül: Yarışma alanında verilecek olan ve sıcak gazla basınç sağlayacak, sahip olduğu elektrik bağlantıları sayesinde barutları ateşleyecek malzeme. (Kenar boşluklarıyla birlikte hacim: 0.0008482300m^3)
2. Barut: Basıncın etkisiyle ayrılmayı gerçekleştirecek olan madde.
3. Mapa: Saf çelikten yapılacak olup, bulkheadlere bağlanacak olan ve kendisine şok kordonu bağlanacak olan malzeme.
4. Bulkhead: Saf çelikten yapılacak olan, elektronik bilgisayarın yanında konumlandırılacak olan plaka.
5. Şok Kordonu: Mapanın üzerine bağlanacak olan, ayrılacak ana parçaların birbiriyle bağlantısını sağlayacak kalın ip.
6. Ana Paraşüt: Roketin ayrılmasının ardından, ana gövdelerin zemine inişini sağlayacak olan araç. (Hacim: 0.001900664m^3)
7. Görev Yüğü Paraşütü: Roketin ayrılmasının ardından, faydalı yükün zemine inişini sağlayacak olan araç. (Hacim: 0.001330464m^3)
8. Yanmaz Kumaş: Barutun yakıcı özelliğinden kaynaklı zararı önlemek için kullanılan malzeme.



Kurtarma sisteminin rokette kapladığı toplam hacim 0.004079358 m^3

Sıcak Gaz Üreteci Gereksinimleri

Ayrılma	Basınçlandırılacak hacim çapı (mm)	Basınçlandırılacak hacim (m ³)	Ulaşılmak istenen basınç (Bar)
1. Ayrılma	120	0.00084823	1,114

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda kullanılacak barut miktarı “1.83” gram olarak belirlenmiştir.

Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1

- Paraşüt rengi olarak yeşil ve siyah kullanılması takım tarafından uygun görülmüştür. Seçilebilirlik ve görülebilirlik açısından faydalı yük (payload) paraşütünün siyah, ana paraşütün de yeşil olması doğru bir seçenek olacaktır.
- Paraşüt 8 bölmeden oluşmaktadır. Bölme sayısının fazla olması herhangi bir yırtılma/sökülme durumunda bunun dar bir alana yayılmasını sağlayacak ve bütün paraşüte ilerlemesini engelleyecektir.
- Paraşütün kumaşı için ripstop naylon kumaş türü kullanılması uygun görülmüştür. Ripstop, genellikle naylon veya polyesterden yapılan, güçlendirilmiş ipliklerle örülen bir tür kumaştır. Yapısındaki bu ipliklerin yırtılmaz özelliği sayesinde havadaki rüzgar, sürtünme vb. etkenlere karşı paraşütümüz dayanıklı olacaktır. Barut kullanılması paraşüt için herhangi bir sorun teşkil etmemektedir, roketin tasarımında zaten paraşütler barut mekanizmasından uzak olduğu açıkça görülmektedir.

•Paraşütlerin rengi ve boyutu detaylarıyla açıklanmalıdır. Mavi, beyaz ve gri renkleri seçilmemelidir. Daha çok kırmızı, bordo, kahverengi, turuncu renklerinden biri tercih edilmelidir.

•Roketin düşme hızı hesaplamaları ve paraşüt tasarımı özet olarak açıklanmalıdır.

•Paraşütlerle ilgili bilgiler tablo halinde verilmeli ve düşüş hızı, renk, boyutlar (kapalı-açık), kütle gibi bilgiler belirtilmelidir. Kurtarılacak her unsur üzerinde yer alan GPS, radyo sinyali vericisi ve varsa sensörler, her unsur için ayrı ayrı tanıtılarak gösterilmelidir.

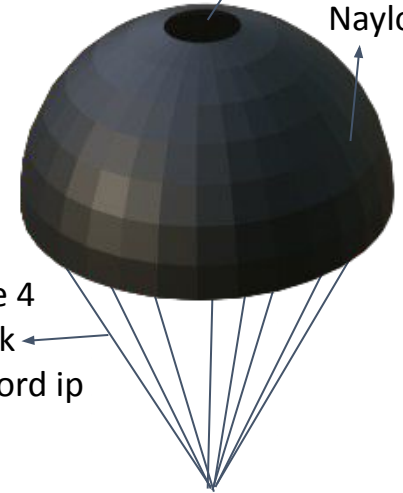
•Bu kısım 3 (üç) yansıyı geçmemelidir.

Faydalı Yük
Paraşütü
(147 cm)

8 tane 4
mm'lik
paracord ip

Kubbe
deliği 14.7
cm

Ripstop
Naylon



Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1.1

- Paraşütte 8 tane ip kullanılacaktır. İp türü olarak paraşüt tasarımına uygun, dayanıklı ve sağlam olması özelliklerine bakılarak paraşütte 4mm paracord ip kullanılması uygun görülmüştür. İp uzunlukları için çapın 1.5 katı alınmıştır.
- Paraşütlerde kubbe deliği büyüklüğü paraşüt çaplarının yüzde onu (%10) alınarak büyüklüğü hesaplanmıştır. Bu delik paraşütün merkez noktasında bulunacaktır.
- Paraşüt şekli olarak kubbe şeklinde paraşüt kullanımı uygun görülmüştür. Yüksek hız, manevra kabiliyeti, dayanıklılık, stabilite ve performans açısından kubbe şekli paraşütümüz için en doğru seçenek olacaktır.

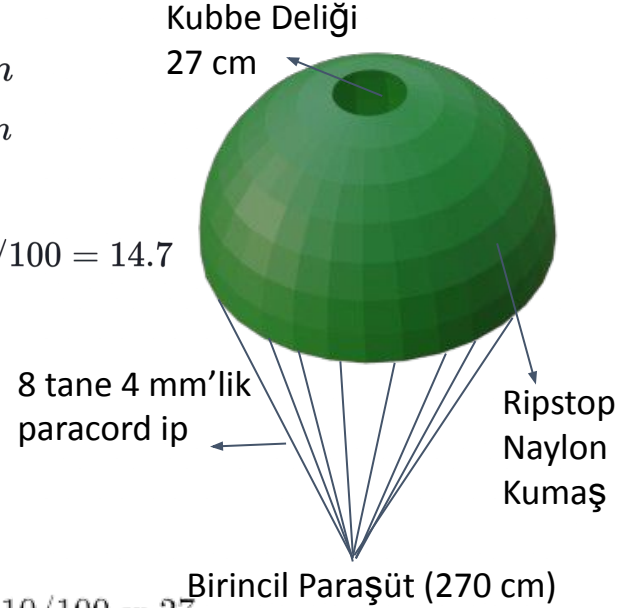
$$270 * 10/100 = 27$$

$$270 * 1.5 = 405cm$$

$$147 * 1.5 = 220.5cm$$

$$147 * 10/100 = 14.7$$

$$270 * 10/100 = 27$$



Kurtarma Sistemi – Paraşütler -1.1

Paraşüt Sistemi	Renk	Açık Boyut	Kapalı Boyut	Kütle
Birincil Paraşüt	Yeşil	270 cm	13.5 cm	384.7 g
Görev Yüğü Paraşütü	Siyah	147 cm	8.35 cm	129.3 g

- Paraşüt ile düşüş hızlarının şartnameye uygunluğu aşağıdaki tablo ile kontrol edilecektir.
- Aşağıdaki tablonun doğru ve eksiksiz olarak doldurulması gerekmektedir.
- Düşüş hızları şartnameye uygun olmayan takımlar diskalifiye edilecektir.

- Paraşüt hız ve çap hesaplamaları için kullanılan formül:

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

- Payload paraşütünün düşüş süresi ortalama olarak 176 saniye, birincil paraşüt düşüş süresi ortalama 157 saniye olarak hesaplanmıştır.
- Paraşüt alan hesaplaması için kullanılan formül:

$$(D/2)^2 * 3.14$$

- Paraşüt ile düşüş hızlarının şartnameye uygunluğu aşağıdaki tablo ile kontrol edilecektir.
- Aşağıdaki tablonun doğru ve eksiksiz olarak doldurulması gerekmektedir.
- Düşüş hızları şartnameye uygun olmayan takımlar diskalifiye edilecektir.

Paraşüt Sistemi	Paraşüt Alanı (m^2)	Paraşüt Sisteminin Taşıyacağı Kütle (kg)	Paraşüt Sürüklemeye Katsayısı	Düşüş Hızı (m/s)
Birincil Paraşüt	5.72265m^2	17,7 kg	0,8	7,76m/s
Görev Yüğü Paraşütü	1.6963065 m^2	4,236 kg	0,8	6,91m/s

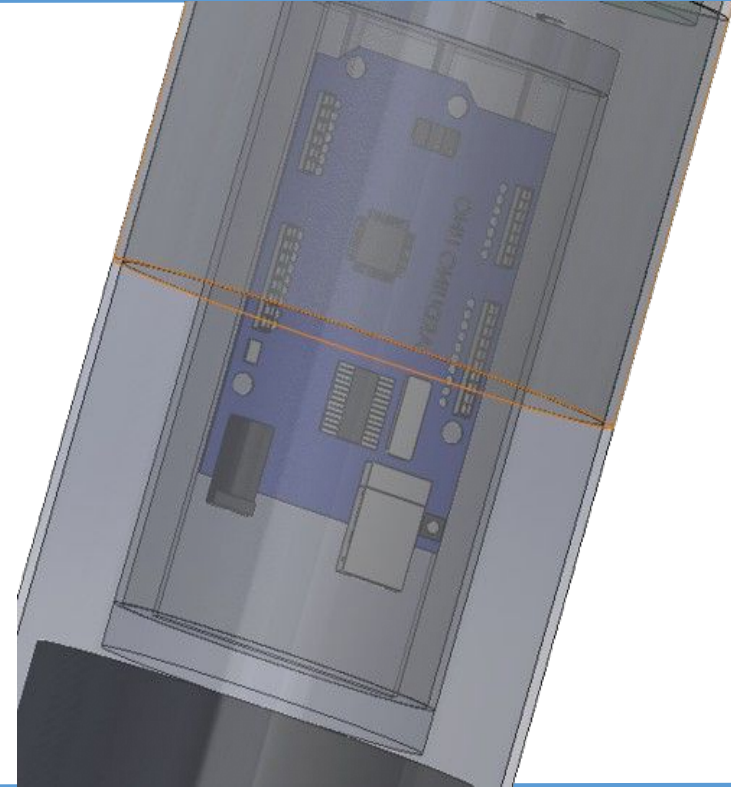
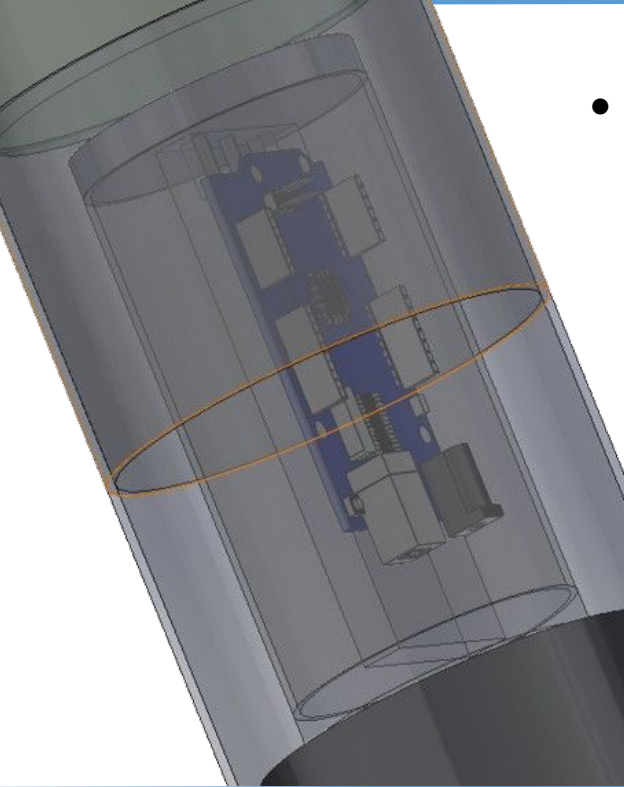
Görev Yüğü - 1

- Görev yükü, Geiger-Müller sayacı prensibiyle çalışan bir ışın sayım cihazı yani 'radyasyon ölçer' olacaktır. Yük, gövdeden ayrıldıktan sonra komite tarafından komut verilecek ve cihaz ölçüme başlayacaktır. Tepe noktasından düştüğü noktaya ve çevresine kadar kapsanan alanın radyoaktivitesini ölçerek veri toplar. Böylece bulunduğu bölgede hiçbir insan faaliyeti olmaksızın radyasyon ölçümü yapılmasını sağlaması hedeflenmektedir.
- Üzerinde GPS, ivme ölçer, basınç ölçer ve telemetri sistemi bulunan bir adet aviyonik sistem bulunacaktır. Geiger Counter Kit (radyasyon ölçüm), Arduino Nano, NEO-7M GPS, LoRa SX1278 RF, BMP180 (basınç ölçer), Lipo pil
- Görev yükü, roketin ana gövdesinden apogee konumunda komite tarafından verilen komut ile paraşütüyle beraber roketten bağımsız olarak dışarıya çıkacaktır. Ayrılma, hazırlanan sıcak gaz üreticinin etkinleştirilmesi ile gerçekleşecek ve ayrılma anında paraşüt açılacaktır. Ardından düşüşe geçecek ve yere inişi sonrası üzerinde bulunan telemetri ve NEO-7M GPS sisteminin göndereceği veriler ile konum tespiti yapılacaktır. Böylelikle kurtarma sağlanacaktır.



Görev Yüğü - 2

- Görev yükü yatağı alüminyumdan ($5,27 \text{ g/cm}^3$) üretilecektir. Toplam 4236 gram olan faydalı yükün çapı 80 mm, uzunluğu 160 mm'dir. Yük; Geiger Counter Kit, yüksek voltaj kaynağı ve mikrodenetleyici bağlantısı, LCD ekran, arduino bağlantıları parçalarını içeriyor olup tasarıma ait görseller aşağıdaki gibi belirtilmiştir.



- Bu yansıda, kullanılması planlanan Uçuş Kontrol Bilgisayarları tanıtılmalıdır.
- Lise takımlarından isteyenler bir adet uçuş bilgisayarı kullanabilecektir.
- Bir (1) adet Uçuş Bilgisayarı kullanılacaksa ticari olması gerekmektedir.
- Sistemin tam adı ve kodu paylaşılmalıdır.
- Eğer iki uçuş bilgisayarı kullanılacaksa, ikincisi özgün geliştirilmiş Uçuş Kontrol Bilgisayarı olabilir.
- Uçuş Kontrol Bilgisayarının benzerlikleri ve farklılıkları özet bir tablo ile sunulmalıdır.
- İki Uçuş Kontrol Bilgisayarı arasındaki geçişin nasıl olacağı temel düzeyde açıklanmalıdır.
- Kullanılan Uçuş Kontrol Bilgisayarları arasında herhangi bir bağlantı var ise detaylıca açıklanmalıdır.
- Bu kısım 2 (iki) yansıyı geçmemelidir.

Bağımsız Sistem	Açıklama
İvme Ölçer	Düzlemlerde sapma açısının hesaplanmasını sağlar.
Mikro Altimeter Module	İrtifa hesaplanmasını sağlar.
Telemetri	Kablosuz haberleşme sağlar.
Mikrodenetleyici	Sensörlerden gelen verileri işlemek, sinyal üretmek ve kontrol algoritmalarını
GPS Alıcısı	Roketin coğrafi konumunu ve saat bilgisini sağlamak ve uçuş rotasını hesaplamak.
Barometrik Basınç Sensörü	Roketin irtifasını barometrik basınç değişimlerine göre ölçmeyi sağlar.
Seri Flash Bellek	Otomatik olarak çalışmaların başlamasını sağlar.

- Ticari sistem olarak TeleMetrum v4.0 seçilmiştir. TeleMetrum içerisinde entegre bir GPS, ivme ölçer (ADXL375), mikro denetleyici ve telemetri bağlantısına sahiptir. Haberleşme CC1200 Telemetri modülü ile sağlanmaktadır. TeleDongle ve 433MHz sayesinde iletişim gerçekleşmektedir.

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

Ticari sistem olarak TeleMetrum v4.0 seçilmiştir. içerisinde entegre bir GPS'e sahip olan ve telemetri bağlantısına sahiptir. Çift konuşturılmaya sahip roketlerde kullanılan bir kayıt altimetresidir.

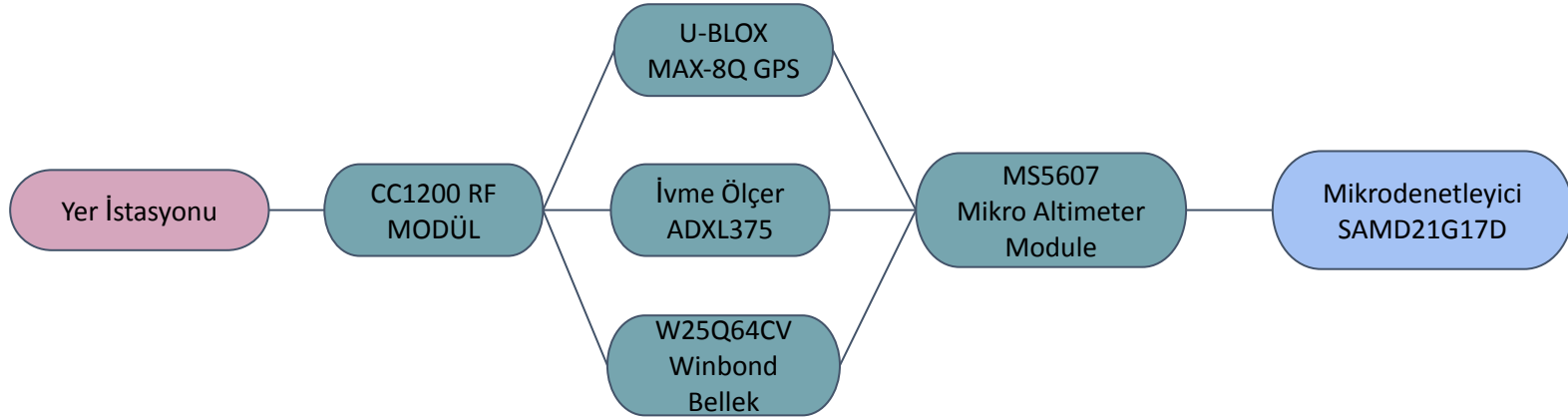


- İvme Ölçer (ADXL375): Dikey düzlemden sapma açısının belirlenmesini sağlar.
- Mikro Altimeter Module (MS5607): Geniş aralıklara sahiptir. Rakım ve irtifa ölçümünde kullanılır. Yüksek hassasiyete sahiptir.
- Telemetri (CC1200): Yüksek performans ile kablosuz haberleşmenin sağlanmasına yarar.
- Mikrodenetleyici (SAMR21G17D): ARM Cortex M3 bazlı mikrodenetleyici. Girilen bilgiler doğrultusunda, çıkış sinyali üreten devrelerdir.
- GPS alıcısı (u-blox): MAX-8Q GPS alıcısı. Coğrafi konum ve saat bilgisi sağlayarak roketin nerede olduğunu anlamamızı sağlar. Yerleşik pasif yama antenine ve eşzamansız seri arayüzüne sahiptir.
- Barometrik basınç sensörü 30.48 kilometreye kadar düzgün çalışmaktadır.
- Winbond (W25Q64CV): Seri Flash bellek.
- Filtreleme: Aviyonik sistem deki sensörler için gereken filtreleme vs. sistemlerin hepsi TUKB modülü olarak seçtiğimiz TeleMetrum'da bulunur. Telemetrum kendi içerisinde bulunan s

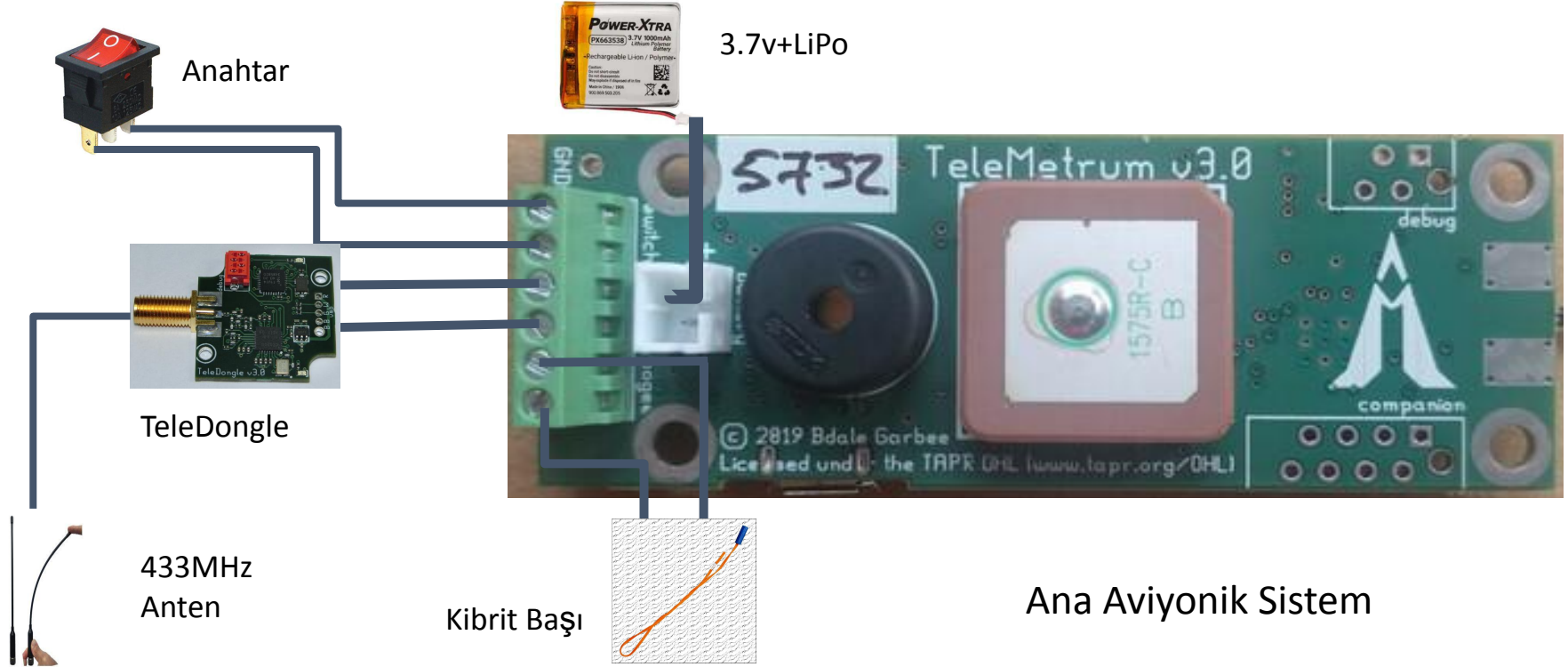
Aviyonik – 1.Sistem Detay/1(Ticari Sistem)

Adı	Kodu	Avantaj	Dezavantaj	Açıklama
İvme Ölçer	ADXL375	Çip üstü sayısallaştırıcı ve yüksek hassasiyet.	Bazı durumlarda algılama ve ölçüm sorunu.	Dikey düzlemde sapma açısının belirlenmesini sağlar.
Mikro Altimeter Module	MS5607	Geniş aralıklara sahiptir. Yüksek hassasiyete sahiptir.		Rakım ve irtifa ölçümünde kullanılır.
Telemetri	CC1200	Yüksek performans sağlar.	İletişimde aktarmanın yavaş olması.	Kablosuz haberleşmenin sağlanmasına yarar.
Mikrodenetleyici	SAMD21G17D	ARM Cortex M içerir.	Çıkış sinyalinin geç veya yavaş iletilmesi.	Girilen bilgiler doğrultusunda, çıkış sinyali üreten devrelerdir.
GPS Alıcısı	u-blox	Yüksek hassasiyete sahiptir.	Konum algılamının hassas olması bazı durumlarda bağlanma sorunu olması.	Coğrafi konum ve saat bilgisi sağlayarak roketin nerede olduğunu anlamamızı sağlar.
Winbond	W25Q64CV	Hızlıdır.	Maliyeti ve süreç.	Seri Flash Bellek

Aviyonik – 1.Sistem Detay/2



Aviyonik – 1.Sistem Detay/3



Aviyonik – İletişim



Ana aviyonik yer istasyonu iletişim modülü (Teledongle): Hem USB hemde kablo bağlantısı sağlayan uçuş bilgisayarları ile kullanılan bir yer istasyonu. 70 cm bant alıcı verici mesafesi.



Ana aviyonik yer istasyonu alıcı (433 MHz Dipol Anten): Teledongle cihazıyla beraber kullanılabilir. Teledongle ve bilgisayar ile iletişim kurulmasını sağlamaktadır.

Veri Bandı/Veri Paketi:

TeleDongle ile Anten 433MHz frekans bandında haberleşecektir. Veri paketi aşağıdaki gibidir:

<Basınç>, <İvme>,
<Enlem>, <Boylam>,
<Hız>, <İrtifa>

Aviyonik – 1.Sistem Detay/3

- 1. Aviyonik sistemde kullanılacak kurtarma sistemi algoritması temel düzeyde paylaşılmalıdır.
- 1. Yansıda kurtarma sistemini tetikleyecek parametreler listelenmeli ve neden seçildiği açıklanmalıdır.
- Kullanılması planlanan veri filtreleme yöntemlerinin hangi verileri filtrelemek için kullanılacağı ve neden seçildiği açıklanmalıdır.
- Kullanılan sistem ticari sistem ise bu sayfa da sistem kullanılırken yapılacak ayarlardan bahsedilmelidir.
- Bu kısım 2 (iki) yansıyı geçmemelidir.

Aviyonik – İletişim

- İletişim için seçilmesi planlanan modüller ve seçim kriterleri hakkında bilgi verilmelidir.
- Hangi verilerin yer istasyonuna iletileceği açıkça belirtilmelidir.
- Verilerin hangi bantta nasıl bir veri paketi ile aktarılacağı açıklanmalıdır.
- Bu kısım 1 (bir) yansıyı geçmemelidir.



Bütçe



Ürün	Üretim Maliyeti	Adet	Fiyat(Birim)	Link
TeleMetrum	-	2	₺33.000,00	https://maveriktech.com/urun/t-ele-metrum-v3-0-roket-aviyonigi/
Anahtar	-	2	₺11,74	https://www.robotistan.com/ic1-18-mini-isikli-anahtar
Kibrit Başı	-	3	₺7,50	https://www.havaifisekmarketi.com/kibritbasi-atesleme-kibrit-havaifisek-ateslemek-icin-kibritbasi-30santim-havaifisekmarketicom
3.7v+ LiPo	-	3	₺206,87	https://www.robotistan.com/37v-1000mah-lipo-pil-socketli
Li-Po Saklama Çanta	-	2	₺233,56	https://www.robotistan.com/lipo-saklama-cantasi-17x20cm
TeleDongle/433MHz Anten	-	2	₺10.000,00	https://maveriktech.com/urun/altusmetrum-teledongle/
Ana Paraşüt		1	₺1,700.00	https://www.ucusmarketi.com/p-arasut/

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
Temel Gereksinimler	Tablo-3.3'deki kategoriler kapsamında roket geliştirecek takımların, aşağıda verilmiş asgari irtifalardan daha düşük olmamak kaydıyla en yüksek irtifaya erişecek roketleri tasarlamaları gerekmektedir.	3.1.4.		Tablo	7	Rocketimiz çıkması gereken irtifanın çıkabilmektedir.
	A Grup yarışma kategorisinde yarışacak takımlar en az altı (6), en fazla 15 (on beş) kişiden oluşmalıdır. Lise öğrencilerinden oluşmalıdır.	3.1.11. 3.1.12		Takım Yapısı	2	Sayfa 2'de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.
	Her takımın yarışmaya bir (1) danışmanla katılması zorunlu olup takım danışmanlarıyla ilgili özellikler ve kısıtlar ilgili maddelerde açıklanmıştır.	3.1.27		Takım Yapısı	2	Sayfa 2'de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.
	A Grup yarışma kategorisinde yarışacak takımlar, yarışma takviminde belirtilen mialtlara ve TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesinin vereceği standartlara uygun olarak ilgili raporları (Ön Tasarım Raporu-ÖTR, Kritik Tasarım Raporu-KTR ve Atış Hazırlık Raporu-AHR) hazırlamaktan sorumludurlar aksi halde elenirler	3.1.32		Takım Yapısı	2	ÖTR raporu kısalara uygun bir şekilde hazırlanmıştır.

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
Temel Gereksinimler	Takımlar, yarışmada görev alan takım üyeleri ve takım danışmanını tüm raporlarında listelemekten sorumludurlar.	3.1.36		Takım Yapısı	2	Takım üyeleri ve takım danışmanı sayfa 2’te listelenmiştir.
	TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesiyle iletişimleri yürütmek ve ilgili koordinasyon süreçlerinden sorumlu olmak üzere takım içerisinde bir kişi “KAPTAN” olarak atanmalıdır.	3.1.46		Takım Yapısı	2	Gerekli bilgi sayfa 2’de verilmiştir.
A GRUP KATEGORİLERİ İÇİN ORTAK GEREKSİNİMLER	Takımlar, fırlatma sonrası roketle ait tüm bileşenleri ve görev yükünü tekrar kullanılabilir şekilde kurtarmaktan sorumludurlar.	3.2.1.2		Açıklama	18	Fırlatmadan sonra kurtarma işlemi paraşütlerle gerçekleştirilecektir.
	Takımlar, kurtarma işlemini paraşütle sağlamak zorundadır.	3.2.1.3		Açıklama	18	Kurtarma sisteminde paraşüt kullanılmıştır.

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
A GRUP KATEGORİLERİ İÇİN ORTAK GEREKSİNİMLE R	Görev yükleri, roketlerden uçuşun tepe noktasında (apogee noktasında) ayrılmak zorundadır.	3.2.1.4		Açıklama	6	Telemetri sisteminden elde edilen bilgilerle ayrılma gerçekleşecektir.
	A1 kategorisindeki roketler Şekil-3.2'deki operasyon konseptine uygun olarak uçuş görevini icra etmek zorundadır. Bu kategoride roketler, tek paraşütle kurtarılırken, görev yükünün roketten farklı bir paraşütle kurtarılması zorunludur.	3.2.1.7		Görsel Tablo	6	Roket ana paraşütle, faydalı yük ise faydalı yük paraşütü ile kurtarılacaktır.
Kurtarma Sistemi Gereksinimleri	Kurtarma sistemi olarak paraşüt kullanılması gerekmektedir.	3.2.2.1		Açıklama	21-24	Kurtarma sisteminde 2 adet paraşüt kullanılmıştır.
	A1 kategorisi hariç A Grup yarışma kategorisinde kullanılan birincil paraşütle roketin takla atması önlenmelidir.	3.2.2.3		Takım Yapısı	21-24	21-24. sayfa aralıklarında detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
Kurtarma Sistemi Gereksinimleri	Bütünsel olarak kurtarılması gereken roket bileşenleri birbirine bağlı olmak kaydıyla hepsi tek bir paraşüt sistemiyle kurtarılmalıdır.	3.2.2.5		Açıklama	22-23	Paraşüt sistemiyle alakalı detaylı bilgi sayfa 22 ve 23'te verilmiştir.
	Tüm görev yükleri, roketin parçalarına herhangi bir bağlantısı olmadan ve kendi paraşütüyle tek başına indirilmelidir.	3.2.2.7		Açıklama	21-24	Görev yükü için ayrı görev yükü paraşütü yapılmıştır.
	Paraşütle kurtarma sisteminde ilgili bileşenlerin roketten ayrılmasında kimyasal sıcak gaz üreteçleri, pnömatik, mekanik, soğuk gazlı veya takım tarafından geliştirilmiş sistem kullanılabilir.	3.2.2.8		Açıklama	20	Kurtarma sistemi için sıcak gaz üretici kullanılmıştır.
	Paraşüt ayırma işleminde yüksek riskleri sebebiyle ticarî olmayan basınçlı kapların kullanılmasına kesinlikle müsaade edilmeyecektir.	3.2.2.9		Açıklama	19	Roketimiz çıkması gereken 1200 metre irtifanın üstüne 1806 metreye çıkabilir.

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
Kurtarma Sistemi Gereksinimleri	Takımların sıcak gaz üretici olarak kendi piroteknik malzemelerini kullanmalarına izin verilmeyecektir.	3.2.2.10		Açıklama	20	Sayfa 20’de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.
	Aksaray Atış Alanındaki montaj/entegrasyon faaliyetlerinde TEKNOFEST Roket Yarışması Komitesi tarafından sağlanacak sıcak gaz üreticinin rokette kullanıldığı takım tarafından ispat edilmelidir.	3.2.2.12		Açıklama	20	ÖTR raporu kısıtlara uygun bir şekilde hazırlanmıştır.
	Yarışmada kullanılacak ticarî basınçlı kapların doldurulması işlemi montaj alanında ve hakemlerin gözetiminde yapılmalıdır.	3.2.2.14		Açıklama	21	Ticari basınçlı kaplar hakkında detaylı bilgi 21. slaytta verilmiştir.
	Her paraşüt birbirinden farklı renkte ve çıplak gözle uzaktan rahat seçilebilir olacaktır.	3.2.2.15		Açıklama	22	Gerekli bilgi sayfa 22’de verilmiştir.

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
Kurtarma Sistemi Gereksinimleri	Takımlar, kurtarılması gereken görev yükü ve roket bileşenleri için konum bilgisini hakem heyetine kanıtlamak zorundadır	3.2.2.16		Açıklama	18	Kurtarılan görev yükü ve roketin konumunu belirlemek için GPS verileri kullanılacaktır.
Görev Yükü Gereksinimleri	Tüm kategoriler için görev yükünün kütlesi asgari dört (4) kg olmalıdır.	3.2.3.1		Açıklama	26	Görev yükü hakkında detaylı bilgi 26. slaytlarda verilmiştir.
	Görev yükü için kütle ölçümü hakem heyeti tarafından alandas yapılacak olup, ölçümün rahat yapılabilmesi için görev yükünün roketten kolay bir şekilde ayrılacak şekilde tasarlanması zorunludur.	3.2.3.2		Açıklama Görsel	23-24	Görev yükü hakkında detaylı bilgi 23 ve 24. slaytlarda verilmiştir.
	Bilimsel bir görevi yerine getirecek görev yükleri canlı organizma ve çevreye/canlılara zararlı ve işletim riskleri kontrol edilemez olamazlar.	3.2.3.8		Açıklama Görsel	22	Faydalı yük şartnameye uygun şekilde tasarlanmıştır.

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
Aerodinamik Gereksinimler	Roket kademeleri arasında çap değişimine izin verilmeyecektir, aksi halde takım elenir.	3.2.4.3		Tablo	3	Roket ile ilgili genel bilgiler sayfa 3'te verilmiştir.
	Aktif uçuş kontrolü yapmayı sağlayacak hareketli uçuş kontrol yüzeyleri veya itki yönlendirme sisteminin roketlerde kullanımı yasaktır.	3.2.4.5		Tablo Açıklama Görsel	3-4	Roket tasarımı şartnameye uygun yapılmıştır.
Yapısal Bütünlük Gereksinimleri	Roketlerin iç ve dış basınçları dengeli olmalıdır.	3.2.5.1		Açıklama Görsel	4	İlgili hesaplamalar yapıp uygunluk belirtilmiştir.
	Deliklerden birincisi roketin ön bölgesinde, ikincisi orta bölgede ve üçüncüsü ise gövde arka bölgesiyle motor arasındaki bölgede olmak zorundadır.	3..2.5.3		Görsel	4	Deliklerin konumları tasarımda belirtilmiştir.

Kontrol Listesi

Gereksinim Türü	Gereksinim	Madde No	Karşılama Durumu	Karşılama Metodu	Sayfa	Açıklama
Aviyonik Gereksinimler	Rokette bulunan ayrılma ve kurtarma sistemlerinin, Uçuş Kontrol Bilgisayarı (UKB) tarafından yönetilmesi zorunludur.	3.2.6.1		Açıklama	28	Aviyonik sistemleri ile ilgili gerekli bağlantılar açıklanmıştır.
	Takımdaki aviyonik sorumlusu uçuş algoritmalarını alanda revize edebilecek yetkinlikte olmak zorundadır.	3.2.6.22		Takım Yapısı	2	Slayt 2'te bütün takım üyeleri hakkında sorumluluk/yetkinlik bilgileri verilmiştir.
Kurtarma Sistemi Gereksinimleri	Tasarım, üretim ve test süreçleri kapsamında gerekli güvenlik risk analizleri ve riskleri indirgemeye yönelik çalışmalar yapılmalı ve raporlarda bu çalışmaların yapıldığı ispatlanmalıdır.	3.2.7.3		Tablo	18-19	Süreç boyunca risk analizi yapılmış ve mümkün olduğunca en aza indirilmiştir.
Raporlama	ÖTR'de takımların üretmeyi planladıkları roketin genel hatlarıyla CAD tasarımını tamamlamış olmaları ve sistemlerini bu tasarım üzerinden anlatmaları gerekmektedir.	4.2.1.15		Takım Yapısı	4-5	CAD tasarımları yapılmış, görseller eklenmiş ve ilgili alanlarda slaytlarda açıklamaları

HTEA

Hata Türleri ve Etkileri Analizi

- Bu bölümde, Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA) yer almalıdır.

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
I												
II												
III												
IV												