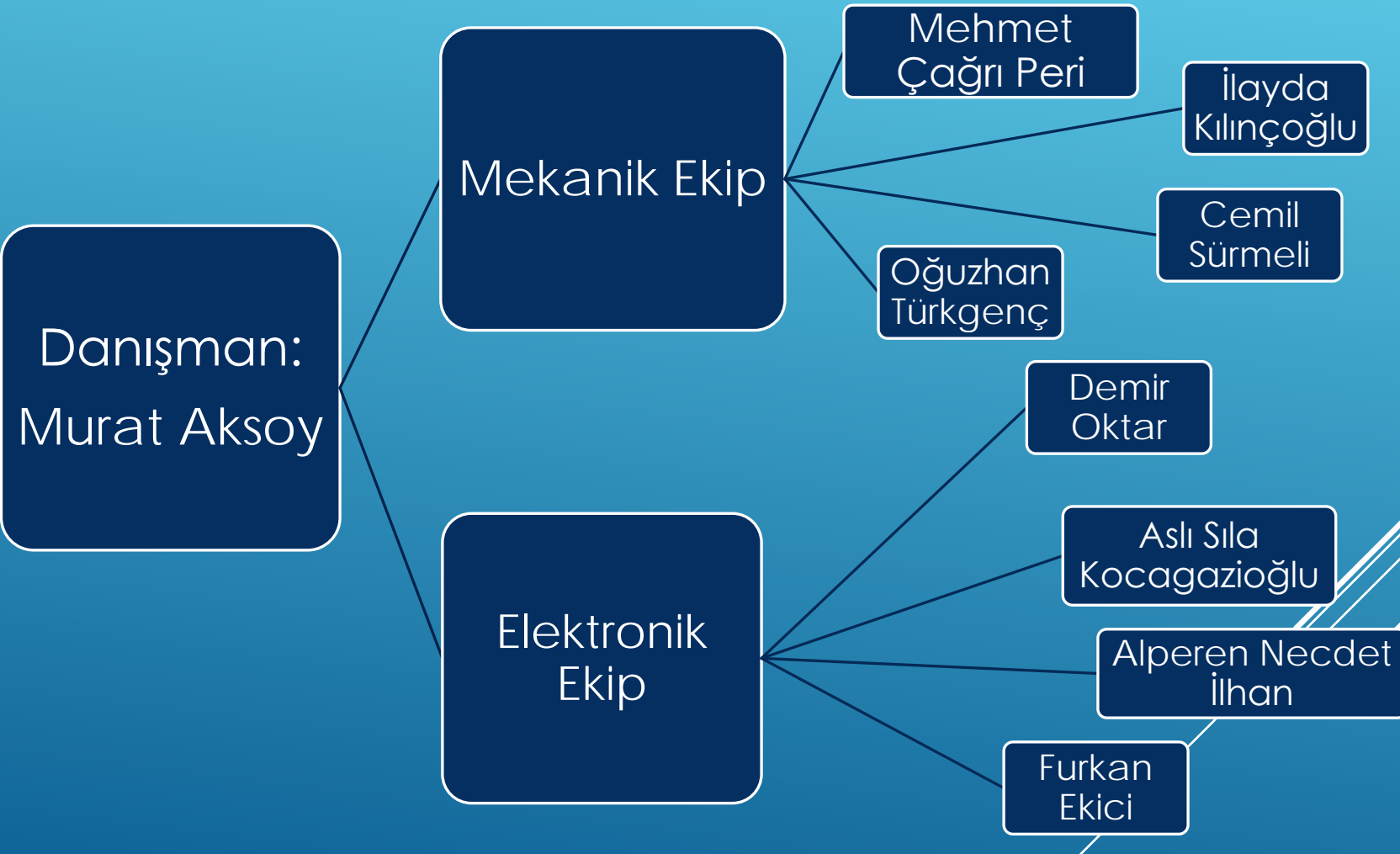




TEKNOFEST 2020 ROKET YARIŞMASI Ön Tasarım Raporu (ÖTR)



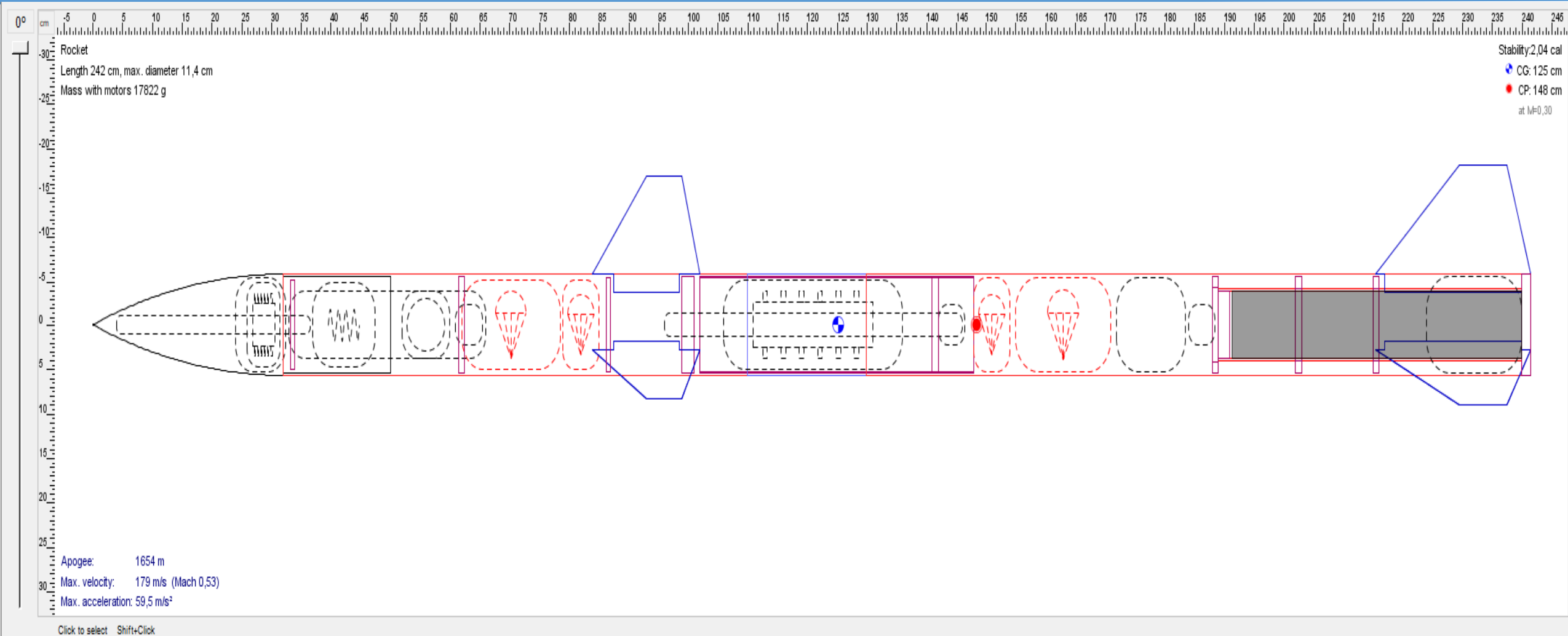
Takım genel kaptanı ve elektronik kaptanı Demir Oktar'dır. Mekanik takımı tamamen Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği öğrencilerinden oluşmaktadır. Mekanik kaptanı Mehmet Çağrı Peri'dir. Elektronik takımında Demir Oktar ve Alperen Necdet İlhan Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünden, Furkan Ekici Bilgisayar Mühendisliği bölümünden, Aslı Sıla Kocagazioğlu Biyomedikal Mühendisliğindendir.



Roket Genel Tasarımı

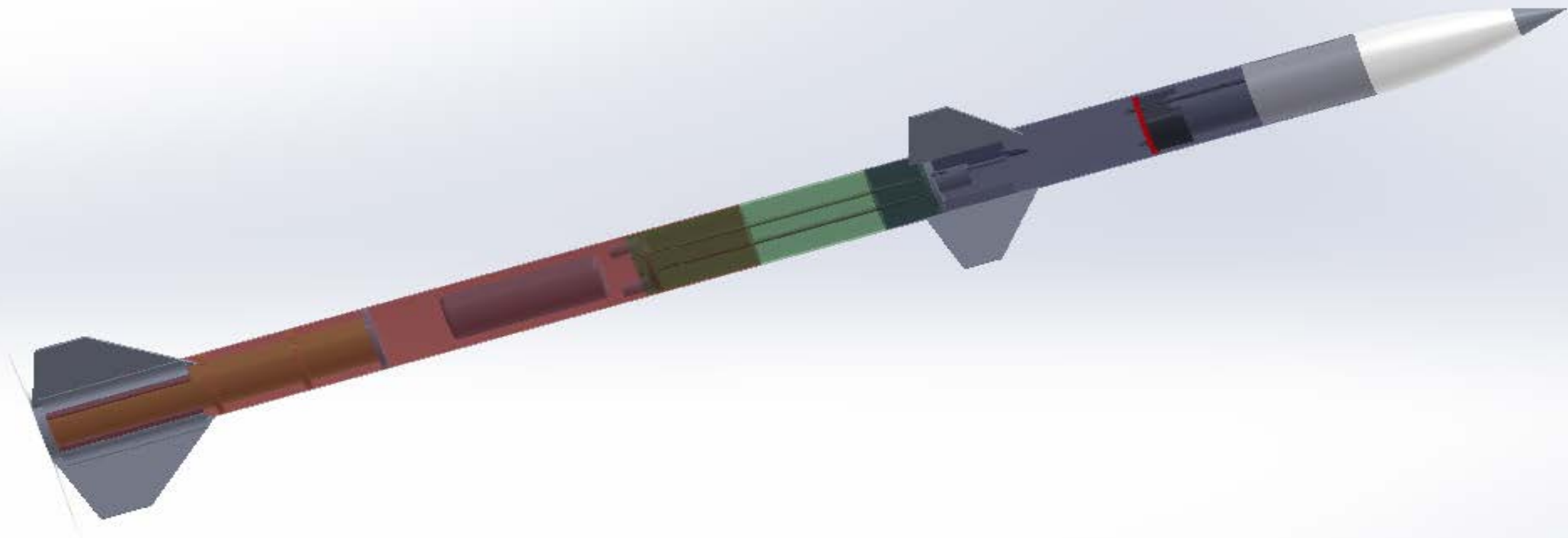


Open Roket Genel Tasarım





Open Roket Genel Tasarım



Roket Genel Bilgileri



Roket ateşlendikten sonra apogee noktasına kadar stabil şekilde ulaşacaktır. Apoje noktasında elektronik sistem düşüşe geçtiğini anlayıp, açılma sistemine komut verecektir. İlk açılma burun konisini altında bulunan kafesteki faydalı yüklerle beraber dışarı atacaktır. Ardından kafesin altında bulun birincil ve ikincil paraşüt kendiliğinden atmosfere çıkmasından dolayı açılacaktır. Burun konisinde bulunan elektroniklerle beraber ilki 1500 ikincisi 300 metrede olmak üzere paraşütler açılacaktır. Burun konisi hariç geri kalan kısım ise yine tepe noktasında burun konisi fırlatıldıktan hemen sonra açılacak ve diğer parçaları tutan 2 paraşütten, sürüklenme paraşütü açılacaktır. 300 metre irtifada ise chute release ile bağlı olan ikinci paraşüt açılarak roket burun konisi ve gövdesi yere ilk açılmada 30 m/s ile ve ikinci açılma sonrası 7 m/s ile inecektir.



ÖZET



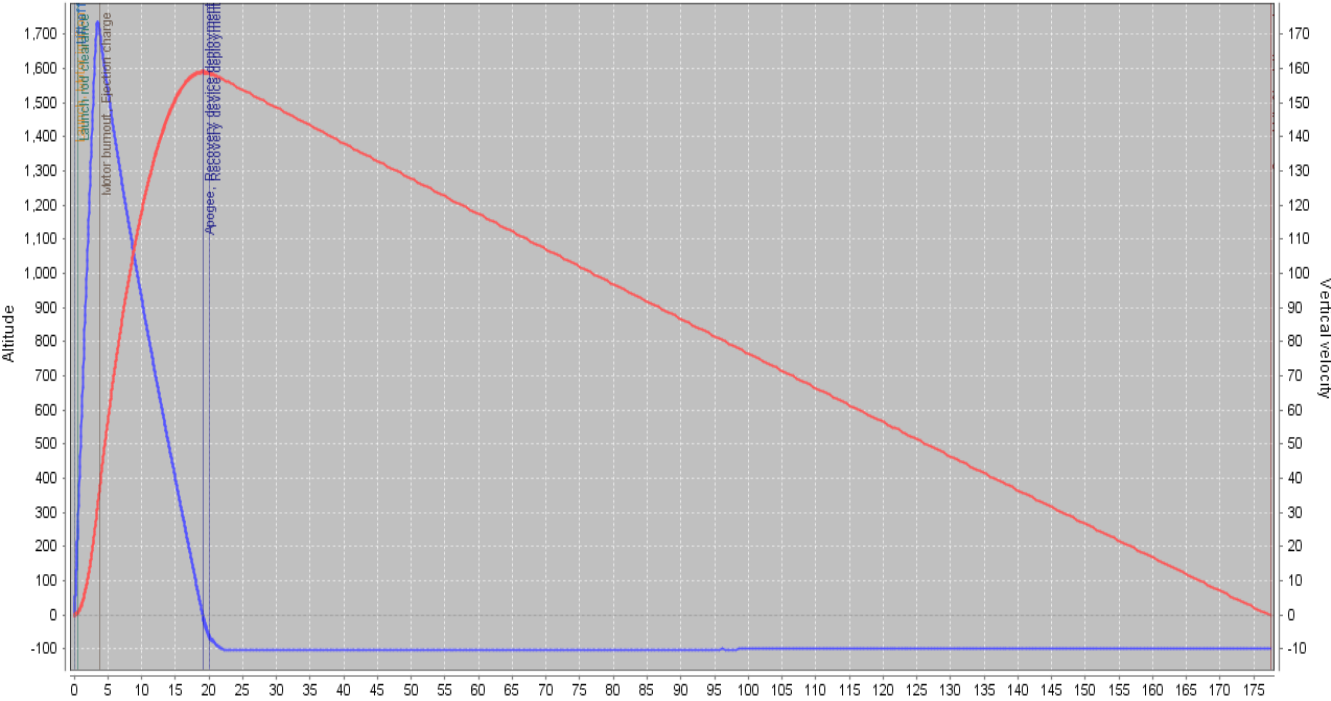
Yarışma Roketi Hakkında Genel Bilgiler			Motor Seçimleri				
	Ölçü	Yorum	Marka :	Cesaroni	İsim: L1050	Sınıf:	L
Boy (metre):	2.42	Raket boyu, irtifa ve stabilite optimizasyonu sonucu 2.42 m olması öngörülmektedir.	Motorun Toplam İtke Değeri(Ns):			3727N	1050
Çap (metre):	0.114	Kütle ve irtifa uyumu sağlanmasıyla 0.114 m gövde çapı öngörülmektedir.	Marka :	Cesaroni	İsim: L851	Sınıf:	L
Raketin Kuru Ağırlığı(kg.):	14.374	Open Rocket (No motor) verisidir.	Motorun Toplam İtke Değeri(Ns):			3683.2N	851
Yakıt Kütleşi(kg.):	1.774	Motor Kataloğundan alınmıştır.	Tahmin Edilen Uçuş Verileri ve Analizleri				
Motorun Kuru Ağırlığı(kg.):	1.674	Motor Kataloğundan alınmıştır.		Ölçü	Yorum		
Faydalı Yük Ağırlığı (kg.):	4	Şartnamede belirtilen minumum kütle esas alınmıştır.	Kalkış İtke/Ağırlık Oranı:	5.67	Open Rocket (L1050) verisidir.		
Toplam Kalkış Ağırlığı (kg.):	17.822	Open Rocket (L1050) verisidir.	Rampa Hızı(m/s):	25.4	Open Rocket(L1050) verisidir.		
İtke Tipi:	Katı Yakıt	Geleneksel itke Tiplerine göre daha güvenli ve çevre dostudur.	Yanma Boyunca En az Statik Denge Değeri:	1.601	Open Rocket Stability/Time grafiği (L1050) verisidir.		
			En büyük ivme (g):	59.5	Open Rocket (L1050) verisidir.		
			En Yüksek Hız(m/s & M):	179	Open Rocket (L1050) Uçuş Boyunca simülasyon verisidir.		
			Belirlenen İrtifa(m):	1580-1654	Open Rocket (L1050) verisidir.		



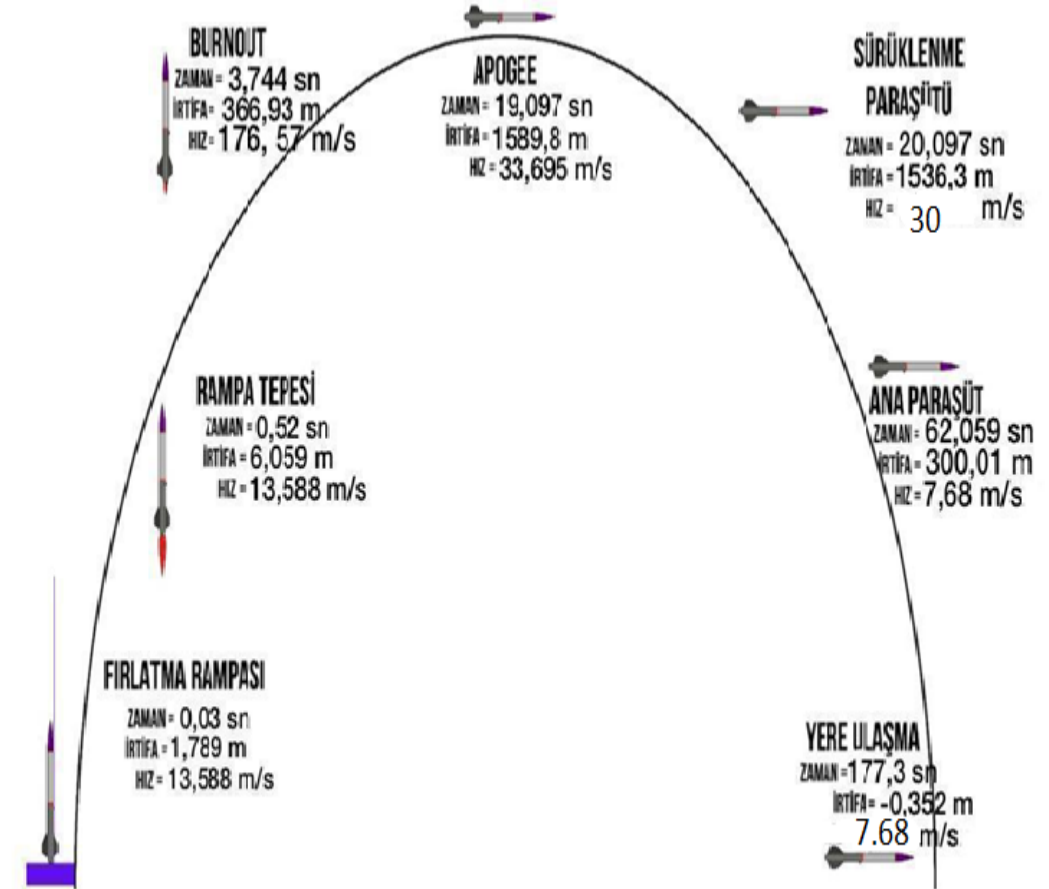
Open Roket Genel Tasarımı



Alçak İrtifa Ötr
Custom



OpenRocket programında L1050 model motor tipi seçilerek yapılan simülasyon değerlerinden alınmıştır. Görsel (C) simülasyon verilerinden elde edilmiştir .



Görsel (C)



Mekanik Görünüm & Kütle Bütçesi



Burun Konisi

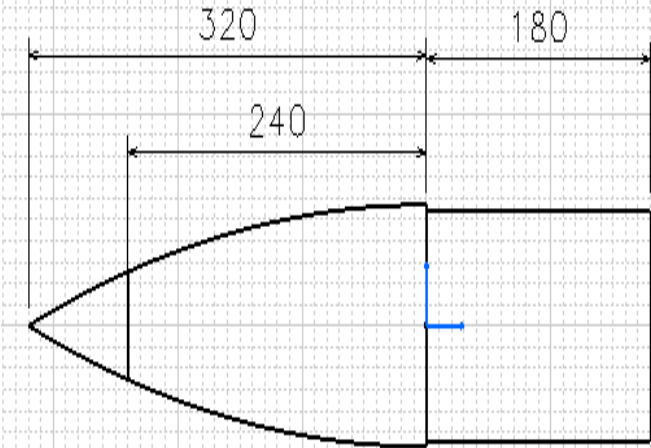
Burun Konisi öngörülen boyutları CAD görünümündeki gibidir.

Burun 32 cm 0.25 cm et kalınlığı ; shoulder şartnameye uygun olarak çapın 1.5 katı uzunluğunda, yani 18 cm'dir. Et kalınlığı 0.3 cm'dir. 11.4 cm çapında üretimi planlanmaktadır.

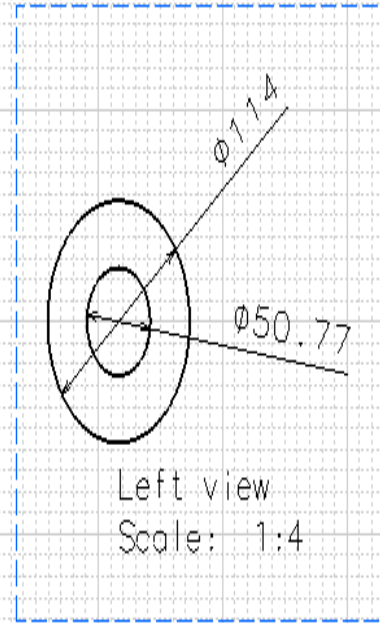
Üretiminde kullanılması öngörülen malzeme Karbon fiber ve PLA isimli malzemedir. Kompozit üretim tekniği kullanımı uygun bulunmuştur.

Uç kısmına yere düşme hızından etkilenmemesi için Alüminyum uç eklenmesi öngörülmektedir. Bu sayede kuvvet dağılımı daha uygun olacaktır.(Yumurta Geometrisi)

Öngörülen kütle 655 gram 'dır.



Front view
Scale: 1:4



Left view
Scale: 1:4

Parça	Ölçek	Ağırlık
Burun Konisi	1:4	650 Gram



Mekanik Görünüm & Kütle Bütçesi



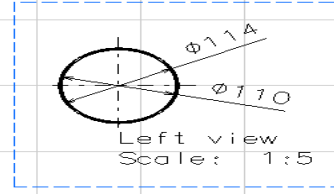
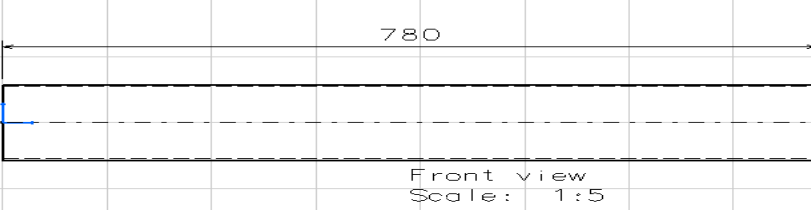
Gövde

Gövde öngörülen boyutları CAD görünümündeki gibidir. **78 cm – 20 cm – 110 cm** uzunluklarında **11.4 cm** çapında 2 mm et kalınlığına sahip parçalardan oluşmaktadır.

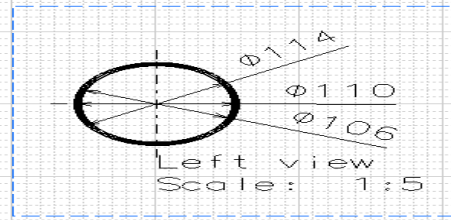
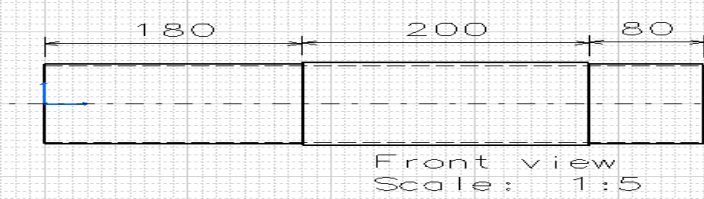
Üretim kolaylığı, üzerinde rahat çalışılabilmesi gibi sebeplerle 3 parça halinde üretimi öngörülmektedir.

Üretimlerinde kullanılması öngörülen malzeme elektronik sistemlerimizin yer istasyonu ile haberleşmesini kolaylaştırmak için *Fiberglass* isimli malzemedir.

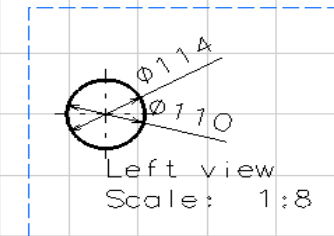
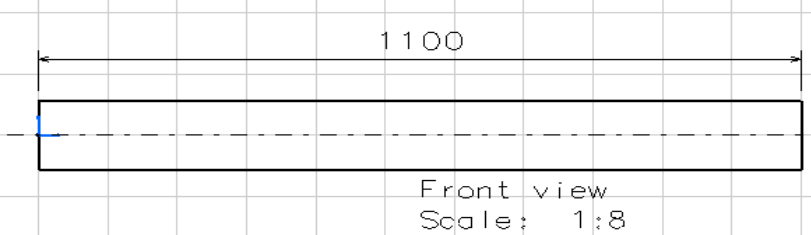
Öngörülen toplam kabuk kütlesi üst gövde'nin **1015 gram**, orta gövde'nin 624 gram, alt gövde 1432 gram' dır.



Parça	Ölçek	Ağırlık
Üst Gövde	1:5	1015 Gram



Parça	Ölçek	Ağırlık
Orta Gövde	1:5	650 Gram



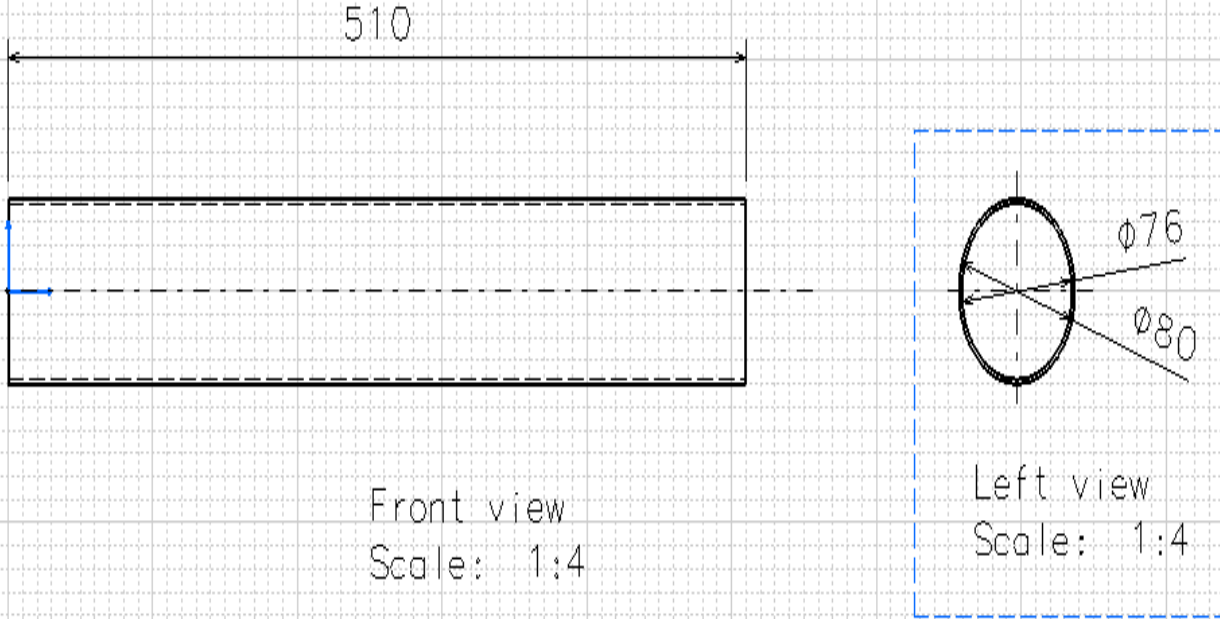
Parça	Ölçek	Ağırlık
Alt Gövde	1:8	1432 Gram



Mekanik Görünüm & Kütle Bütçesi



Motor Kundağı



Parça	Ölçek	Ağırlık
Motor Kundağı	1:4	462 Gram

Motor Kundağı öngörülen boyutları CAD görünümündeki gibidir.

Motor uzunluğuna ve çapına bağlı olarak 51 cm uzunluğunda, 80 mm dış çap/ 76 mm iç çap olarak üretimi planlanmaktadır.

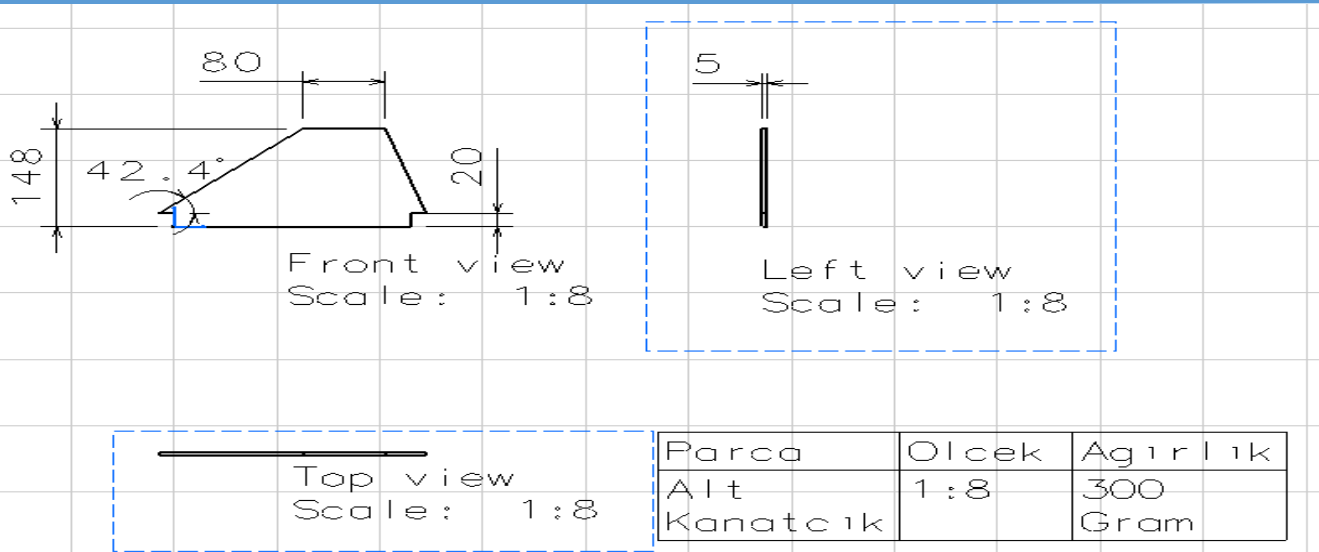
Üretimlerinde kullanılması öngörülen malzeme *Fiber Glass* isimli malzemedir.

Motor kütlelerini homojen dağıtabilmek amacıyla 3 adet merkezleme halkası kullanılması öngörülmektedir.

Öngörülen toplam kütlesi 462 **gram** 'dır.



Mekanik Görünüm & Kütle Bütçesi



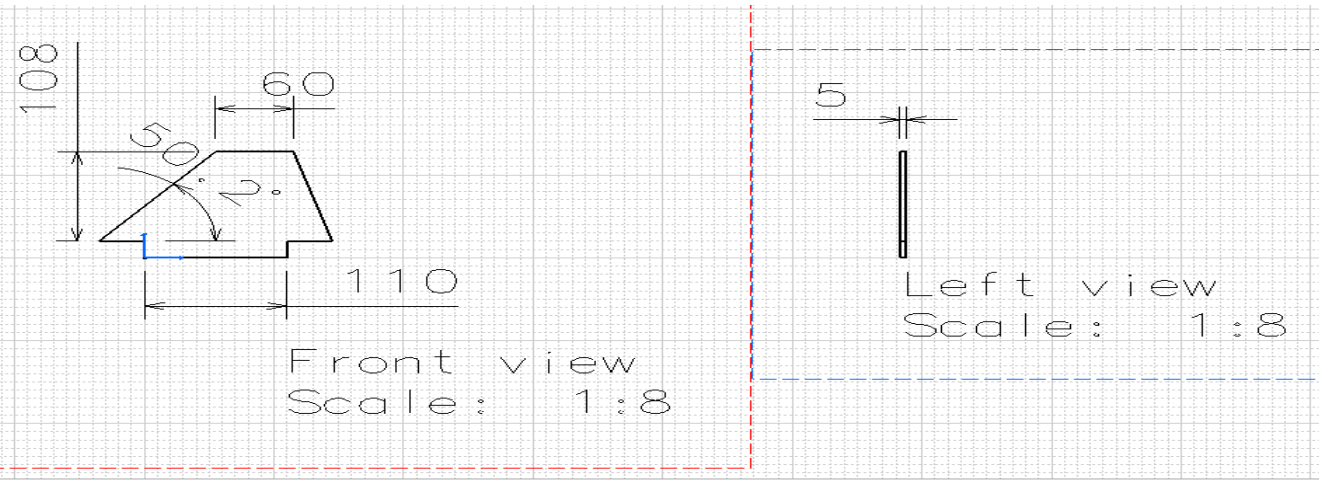
Kanatçık Seti

Kanatçıkların öngörülen boyutları CAD görünümündeki gibidir.

Alçak İrtifa için 3 adet alt gövdede ve 3 adet üst gövdede olmak üzere toplam 6 adet kanatçık üretimi planlanmaktadır.

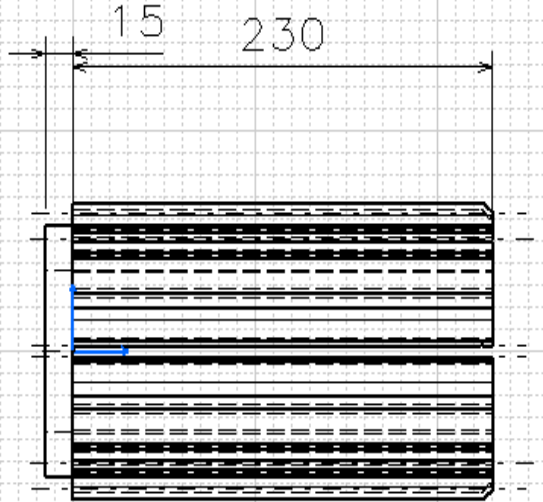
Üretiminde kullanılması öngörülen malzeme Karbon fiber dış yüzey ve balsa iç malzemedir.

Öngörülen toplam kütlesi 470 **gram** 'dır. Ve üst kanatçıklar için 177 gram'dır. Alt kanatçıklar için 293 gram'dır

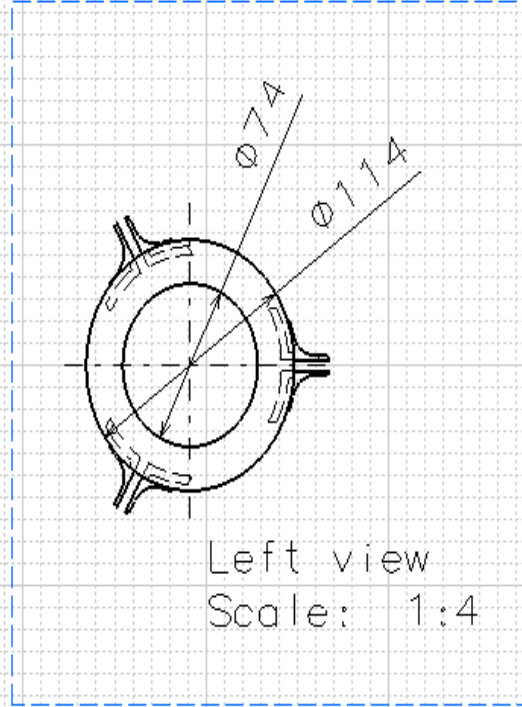




Mekanik Görünüm & Kütle Bütçesi



Front view
Scale: 1:4



Left view
Scale: 1:4

Parça	Ölçek	Ağırlık
Kuyruk	1:4	800 Gram

Kuyruk

Kuyruğun öngörülen boyutları CAD görünümündeki gibidir.

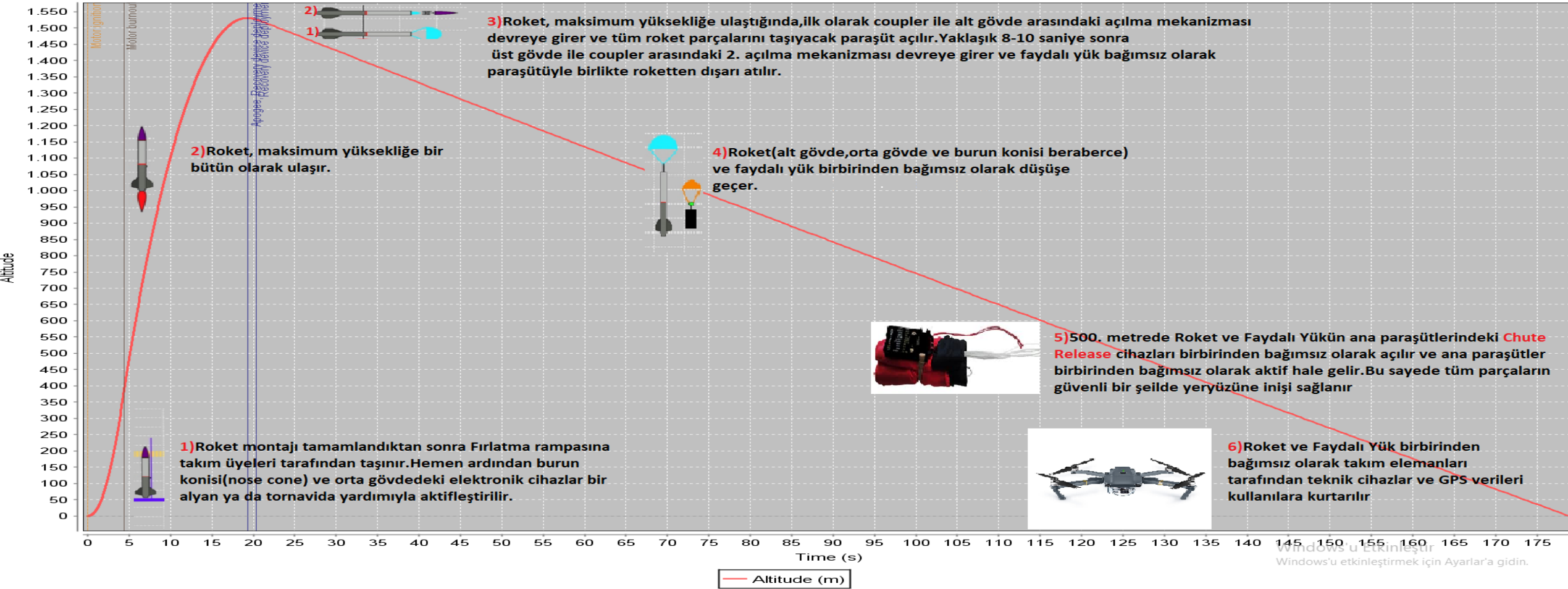
Roketin rampaya yerleştirilmesinde ise hiçbir sorun teşkil etmemektedir ve alt gövdenin içine yerleştirilecek olup kanatçık sabitleyici özelliği de bulunmaktadır.

Roket statik dengesinin korunma stratejisi kapsamında tasarımı planlanmaktadır. Motor montajının güvenliği ve stabilite için ağırlık değişimine uygun olarak alüminyum ya da çelik kullanımı öngörülmektedir.

Öngörülen toplam kütlesi **930 ile 800 gram arası** 'dır.



Operasyon Konsepti (CONOPS)





Operasyon Konsepti (CONOPS)



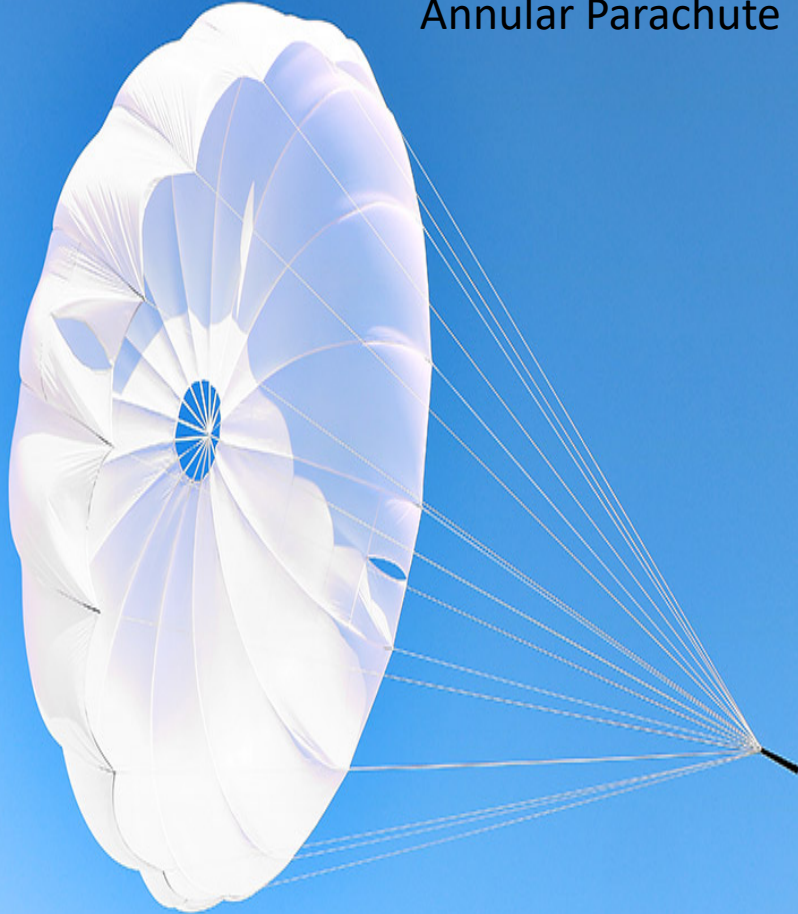
****NOT:** Takım üyeleri ateşlemenin ardından iletişimlerini lisans gerektirmeyen Aselsan MT-690 marka 4 adet telsizle sağlayacaktır. Roket kurtarma işleminde Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği demirbaşı DJI Mavic Pro marka drone kullanılması öngörülmektedir.



Kurtarma



Annular Parachute



Kurtarma Sistemleri

Sürüklenme Paraşütünün 60 cm çap, 150 cm uzunlukta 8 ipe sahip olarak üretimi öngörülmektedir.

Ana Paraşütün 250 cm çap, 12 ip ve 200 cm ip uzunluğuna sahip olarak üretimi öngörülmektedir.

Kullanılan formül; $F = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_d$ 'dir. C_d 0.9 olarak alınmış ve bu sonuca göre alanlar bulunmuştur.

Kullanılması öngörülen malzeme Ripstop Nylon olacaktır ve her paraşüt ipi yaklaşık olarak 46.5 kg taşıma kapasitesine sahiptir. Uzunluk hesaplamaları Parachute design kitabından alınan verilere göre hesaplanmış olup dayanıklılık ise ripstop nylon üreticisinden alınan verilere dayanmaktadır. Öngörülen renk açık yeşildir.

Annular tip paraşüt kullanılmıştır. Bir diğer yüksek sürüklenme katsayısına sahip olan (C_d) extended skirt paraşüte göre sallanma değeri düşük olup sürüklenme mesafesini daha. Aynı zamanda sürüklenme miktarı düşük olan paraşüt çeşitleridir. Paraşüt ipleri **Radansa** ile mapalara bağlanarak dayanımından emin olunacaktır.

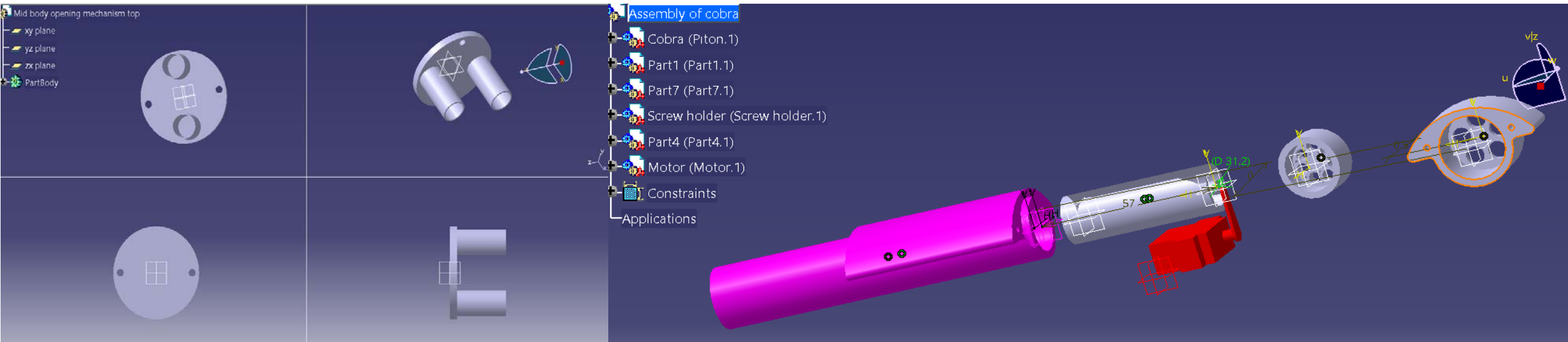


Açılma Sistemi



Faydalı yükün bulunduğu üst gövde ve burun konisi hariç diğer gövdeleri indirecek olan sürüklenme ve ana paraşütlerin bulunduğu gövdeleri basınç yaratarak ayıracak olan sistem barut ya da CO2 tüpü kullanılan sistemlerdir. Buna yönelik olarak alüminyumdan yapılan ve çapı barut miktarına göre belirlenecek olan kendi tasarımımız parçadır. Aynı zamanda CO2 tüpü patlatılması için de yine kendi yaptığımız mekanizmaların kullanılması öngörülmüştür.

CO2 inert tip bir gaz olduğundan kimyasal reaksiyona girmemekte, yanıcı özelliği bulunmamaktadır. Birlikte çalıştığı mekanizmaların ağır olmaması ve çalışması için ihtiyaç duyduğu enerjinin az olması aynı zamanda büyük basınç değerleri sağlayabilmesi gibi büyük avantajlarından faydalanılması planlanmaktadır.





Roket Bütünleştirme Stratejisi



Burun Konisi, Shoulder Uzantısı ile Üst Gövdeye sıkıştırılarak uçuşa hazır hale getirilecektir. Faydalı yük burun konisi ile (burun konisinin dışında) indirilmesi planlanmıştır.

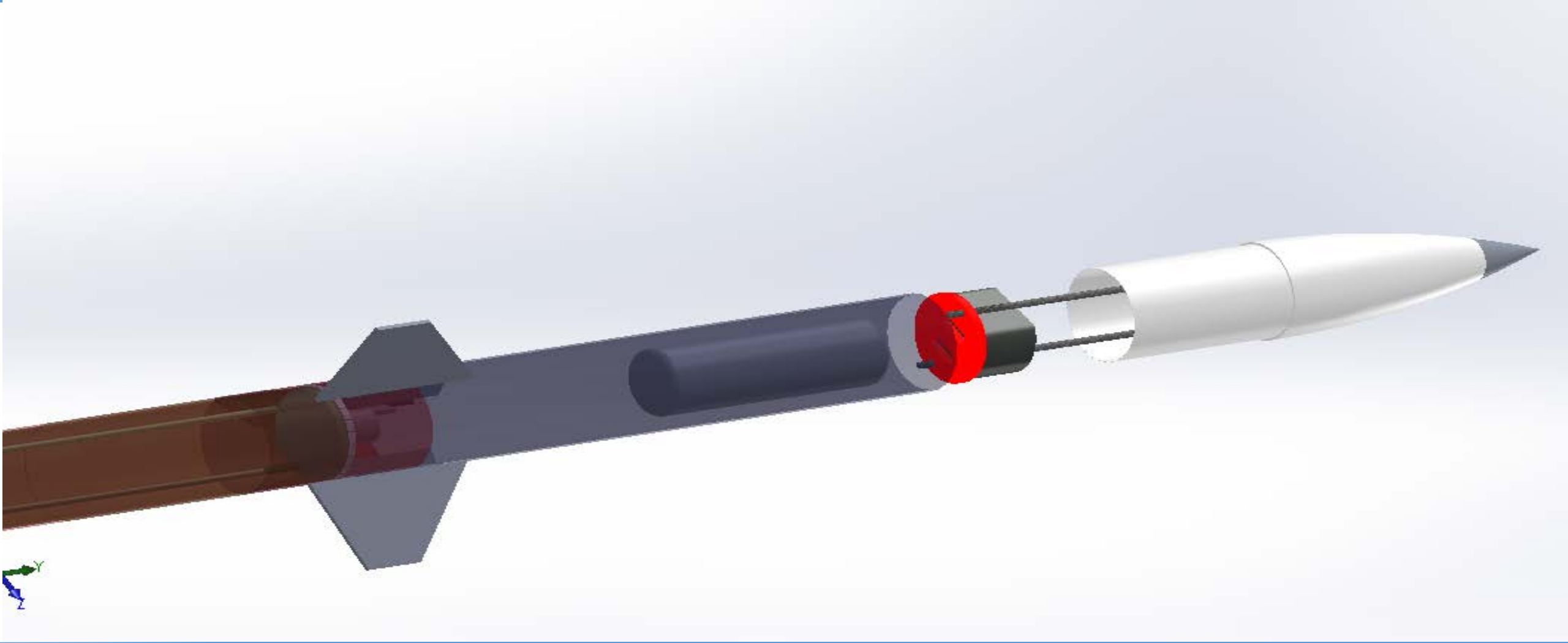
Aviyonik Fiberglass Gövde Coupler (Bağlantı) parçası ile *Üst Gövde-Alt Gövde* arasında **entegrasyon gövdesi** görevi görecektir. Bu bütünleştirme stratejisi elektronik sistemlerin haberleşmesi açısından oldukça kritik bir öneme sahiptir. Karbon fiberle kıyaslandığında fiber glass malzemenin elektromanyetik dalga geçirgenliği daha fazladır. Üst gövde herhangi bir şekilde orta gövdeden ayrılmayacağı için, üst ve orta gövde birbirine saplama ile bağlanacaktır. Vida kullanılmamasının sebebi akışı bozacak bir sebep oluşturmamak ve aynı zamanda birleşimi kolaylaştırmak, montaj esnasında müdahaleyi kolaylaştırmaktır. Demontajda da perçinlemedeki gibi zorluklar görülmeyecektir.

Motor kundağında yarışma alanında yaşanabilecek olumsuzluklar göz önünde bulundurularak +1 mm tolerans ile üretimin sağlanması planlanmaktadır.

Kapaklarda 5mm mapalar kullanılması öngörülmektedir. Şok kordu olarak ise 11 mm Tubular Nylon kullanılacaktır.

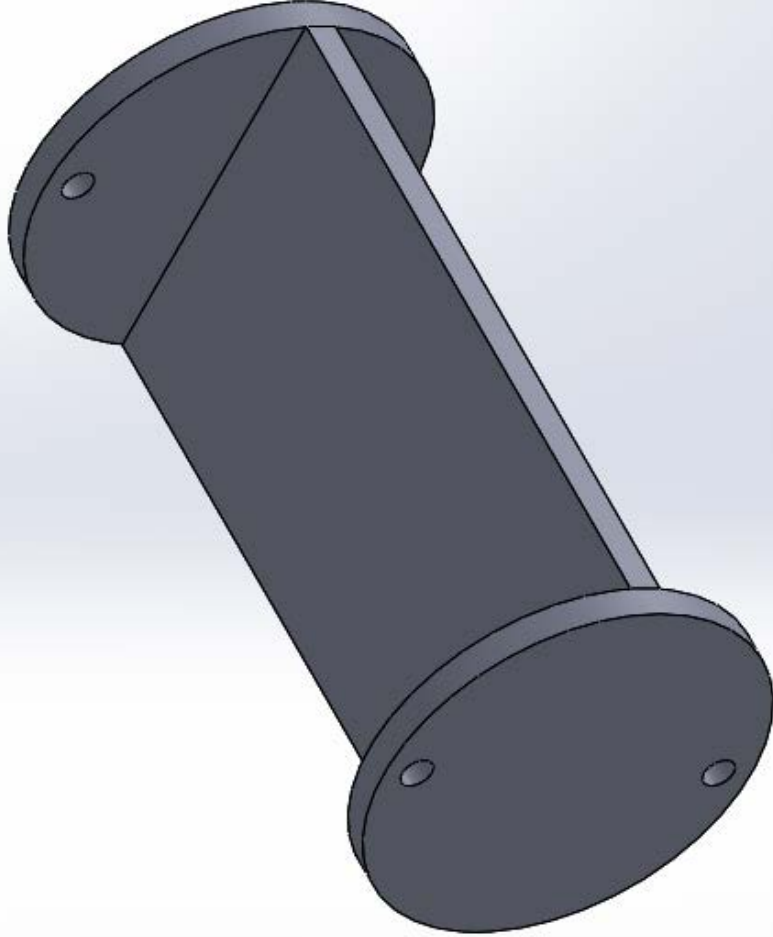


Roket Bütünleştirme Stratejisi





Elektronik Bay



Elektronik sistemi roketimize uygun bir şekilde montajlamak için kullanılacak yapı bu şekildedir. Kolay erişim sebebi ile ve alt , üst bölmelere yerleştirilecek yay sisteminin de kalkış anında uygulanan şok yükünü minimize etmesiyle bu sistemi kullanmak öngörülmüştür. Malzeme olarak PLA malzemenin ABS malzemesine göre esnemesi özelliği enerji dağılımı açısından daha uygun olacağı düşünülmektedir. Yanlardaki delikler saplamaların içinden geçmesi ile sabitlenecek olup kartların geleceği yer, orta gövdede açılacak olan , rampada elektronik devrelerin çalışmasını sağlayan kapağa paralel olacağı için erişim kolaylığı sağlamaktadır. Bu sebeple öncelikli seçimimiz şekilde gösterilen model gibidir.



Aviyonik



Aviyonik sistemlerin kontrol denetleyicisi kullanacağımız sensörlere uyumlu olması ve açık kaynak kodlu olmasından dolayı **Arduino** tabanlı bir elektronik sistem kullanılması öngörülmektedir.

Sensörlerimiz geliştirmeye devam ettiğimiz baskı devrenin üzerinde kullanılarak daha dayanıklı ve stabil çalışması hedeflenmektedir.

Sensörlerden alınan verileri oluşturduğumuz arayüzde toplayarak roketin atış takibinin daha kolay yapılması planlanmaktadır. Yedek ticari sistemimizi kullanımının ve tedarikinin diğer sistemlere göre daha kolay, fiyatının da daha uygun olması nedeniyle RRC serisinin kullanımının uygun olacağını öngörüyoruz. Kullanmayı düşündüğümüz sensör, telemetri, batarya ve kontrolcünün seçiminin aşağıdaki tablolarda olduğu gibi yapılması öngörülmektedir:

Mikro işlemci	Voltaj Toleransı	Uyumluluk	Hız	Yer tasarrufu	Veri kayıtları	Toplam(60)
Teensy 3.5	9	8	7	8	10(var)	50
Arduino Mega	9	10	6	3	0(yok)	26

GPS	Hassasiyet	Hız	Toplam(20)
NEO-7M	9	9	18
NEO-6M	8	8	16

Altimetre Sensörü	Ölçüm hassasiyeti	Veri verme hızı	Çift Sensör Senkronize Çalışabilirlik	Kalibre Edilebilirlik	Toplam(40)
BME 280	9	9	10	10	38
MPL115A2	7	8	10	10	35
LPS25H	9	9	5	10	33

Jiroskop Sensörü	Ölçüm Hassasiyeti	Veri İşleme Hızı	Toplam(20)
MMA8451	9	9	18
L3GD20H	7	7	14
MPU6050	8	8	16

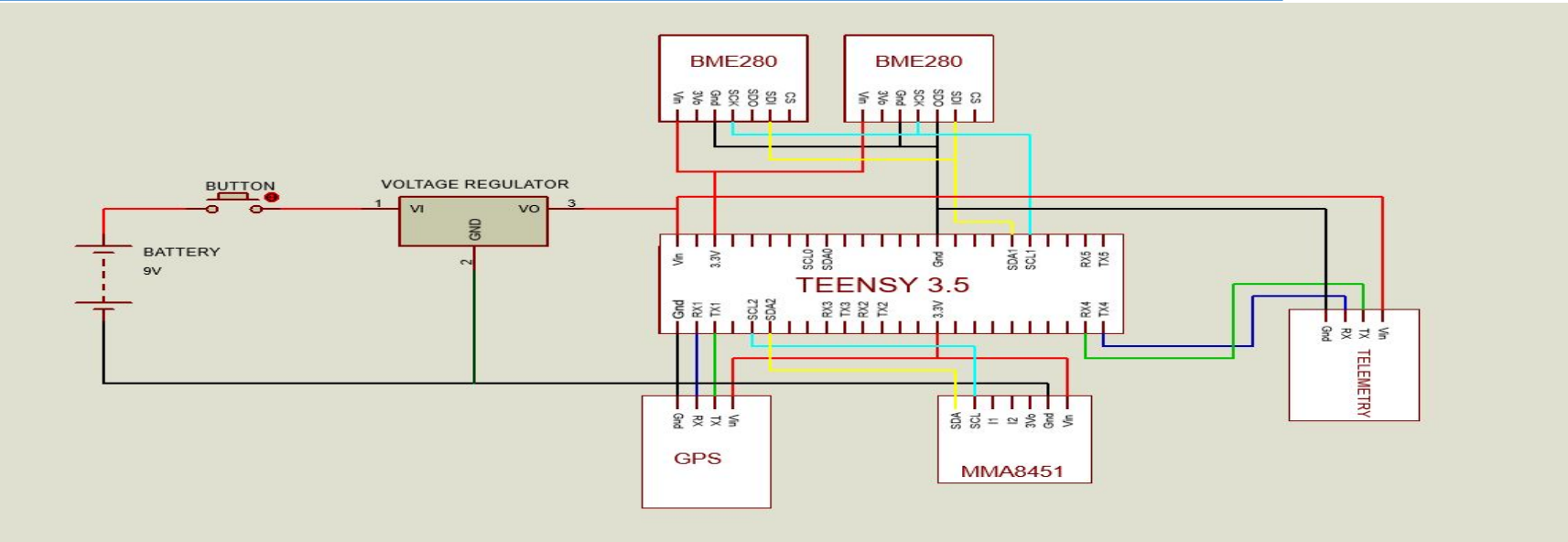


Aviyonik

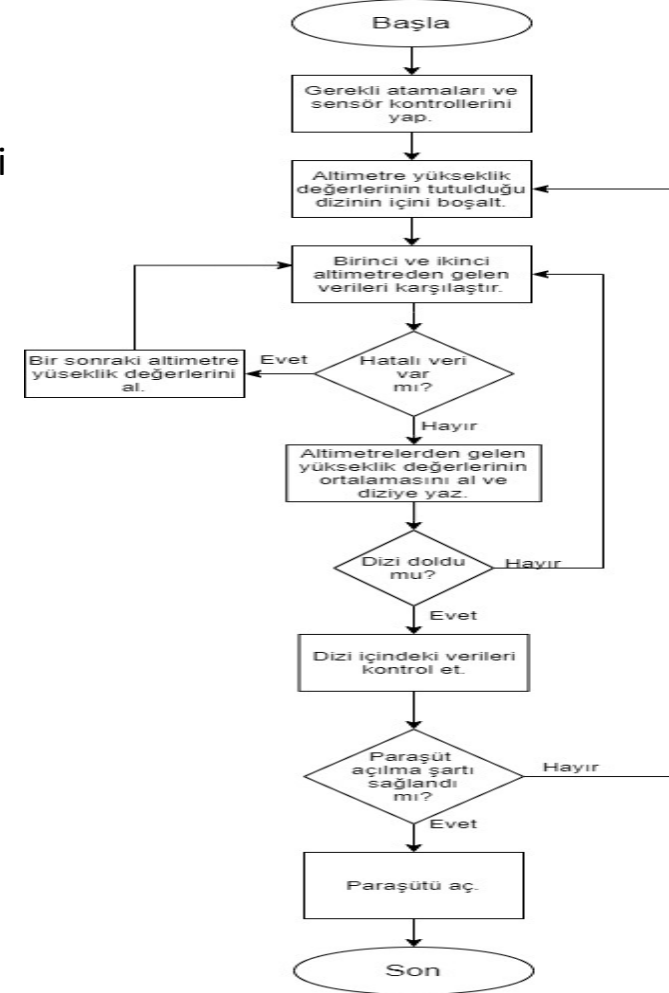


Telemetri Modülü	Menzil	Veri Hızı	Çıkış Gücü	Toplam(30)	
XBee S3B PRO	10	9	10	29	
XBEE S2C PRO	7	7	7	21	
Telemetri modülü	Güç Uyumu	Menzil	Çıkış Gücü	Veri Hızı	Toplam(40)
Dorji DRF7020D27-043A1	10	9	9	9	37
XBEE PRO S2C-XBP24CZPIT	10	7	7	8	33

Kurtarma sistemimizin açılması için algoritmamız sensörlerden aldığı verileri sağ tarafta verilen diyagramda anlatılan şekilde işleyecektir.



Baskı devremizin öngörülen çizimi yukarıdaki şekilde verilmiştir.

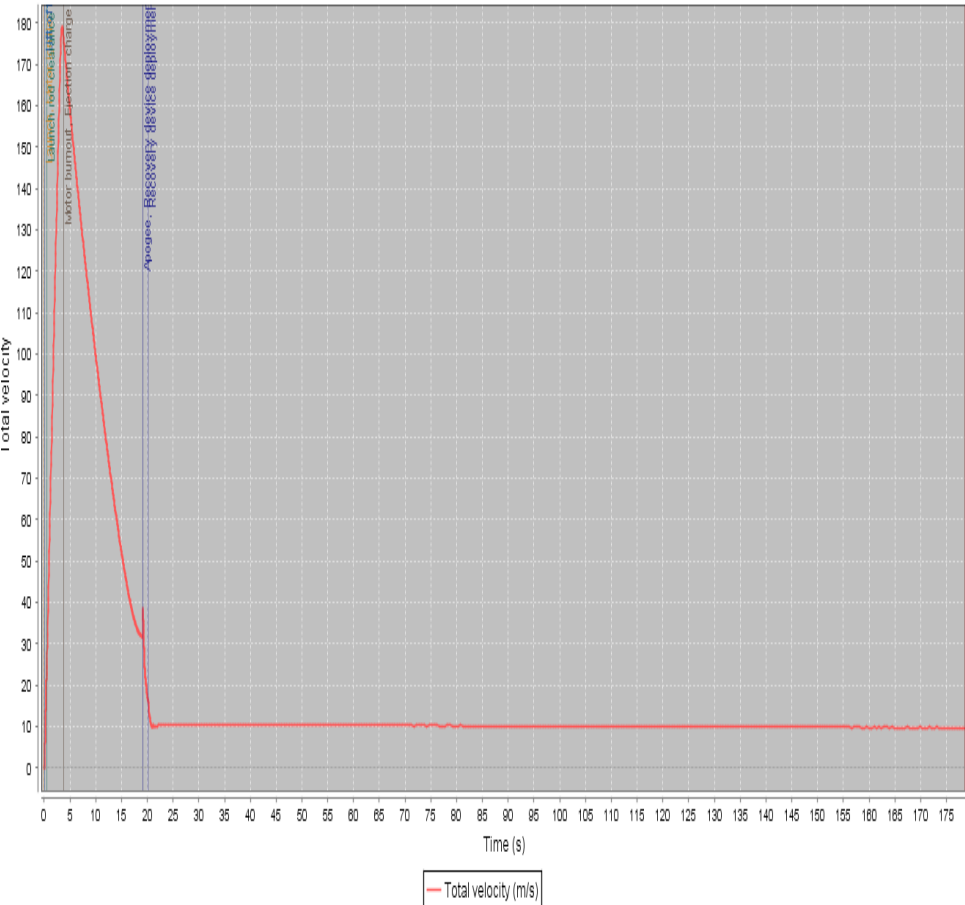




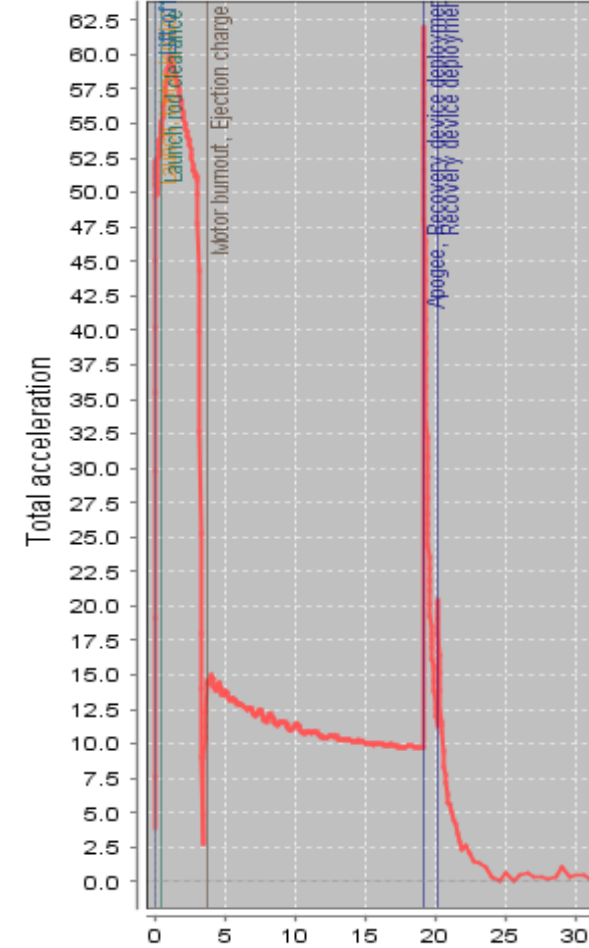
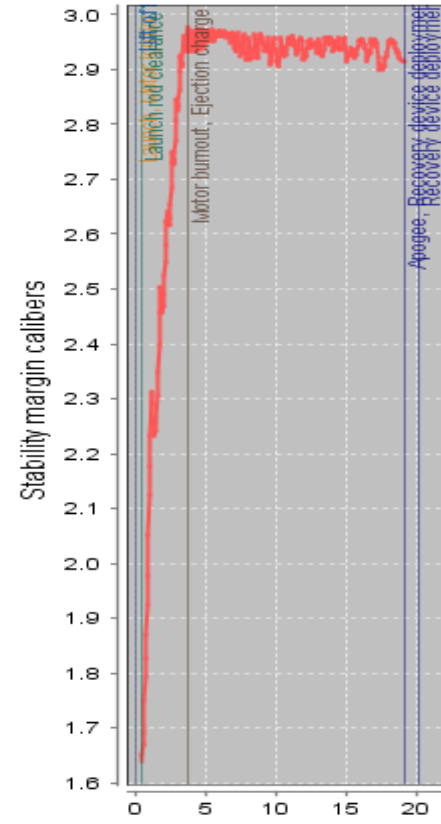
Sistem Uçuş Analizi Verileri

Alçak İrtifa Ötr

Alçak İrtifa Ötr
Custom



Alçak İrtifa Ötr



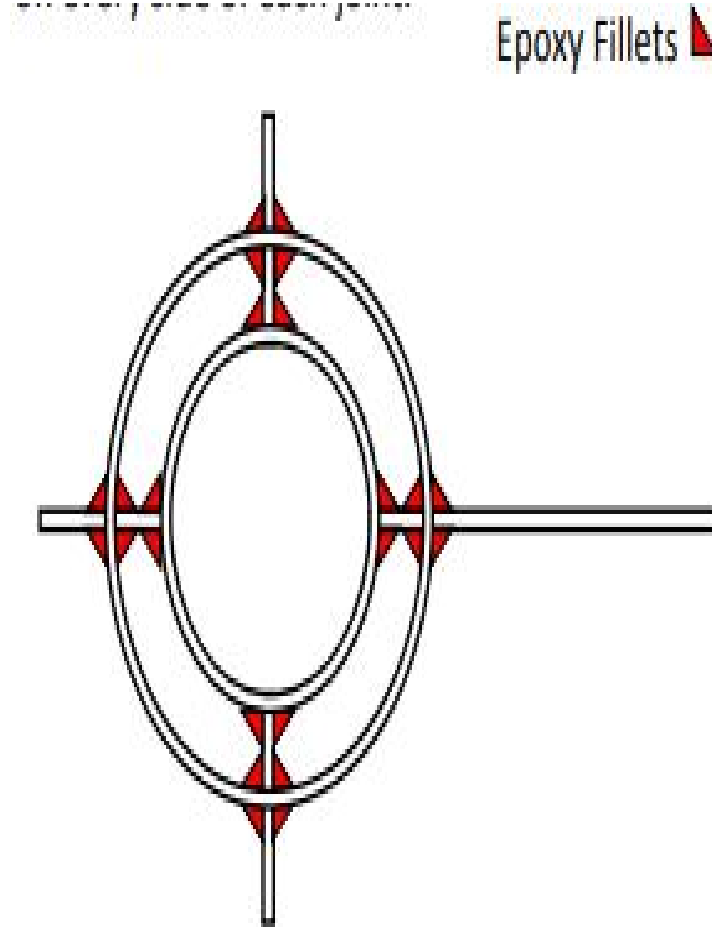
L1050 motoru kullanılarak elde edilen hız, stabilite ve ivme değerleri şekildeki gibidir. En büyük ivme değeri 60 m/s^2 dir. En yüksek hız 180 m/s olup stabilite uçuş boyunca 1.65 ile 3 arasındadır.



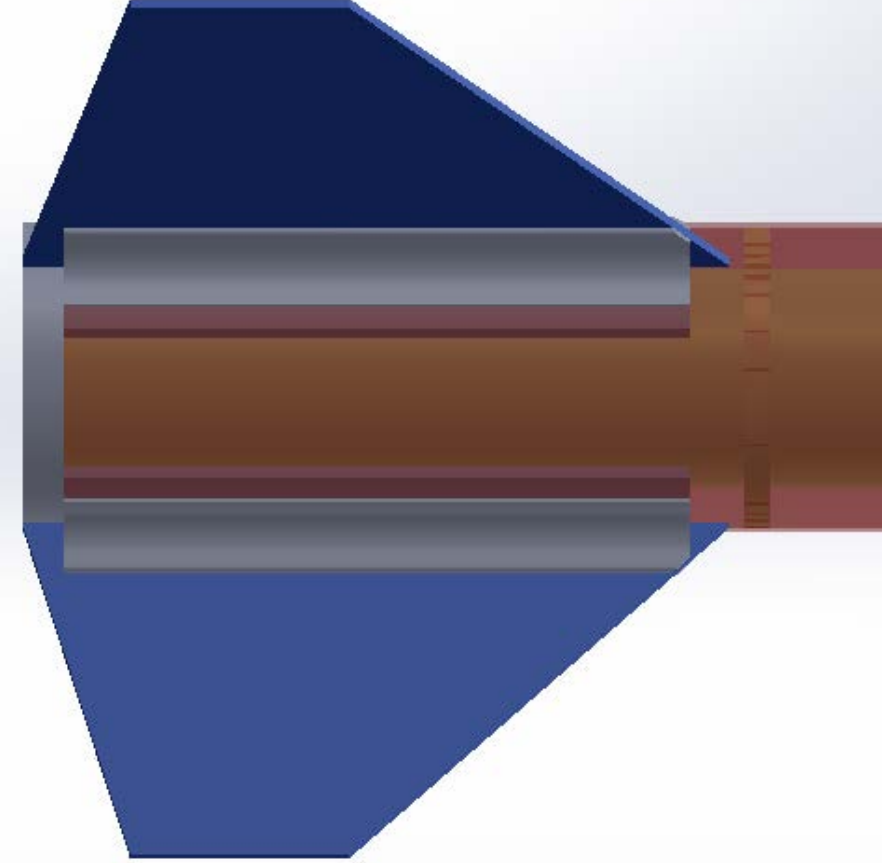
Yapısal - Kanatçık



Kanatçık model olarak sağ taraftaki şekil gibidir. Kanatçık için uygun görülen malzeme kompozit ya da alüminyumdur. Alüminyum, yüzey pürüzlülüğü açısından ve fluttering olayında rezonans değeri kompozit malzemeye göre daha büyük etkide olacağından dolayı kompozit malzeme öngörülmüştür. Verilecek eğim(fillet) aerodinamik açıdan etkili olduğu için 1,5 cm, eğim(Radius) kuyruk ile sağlanacaktır.

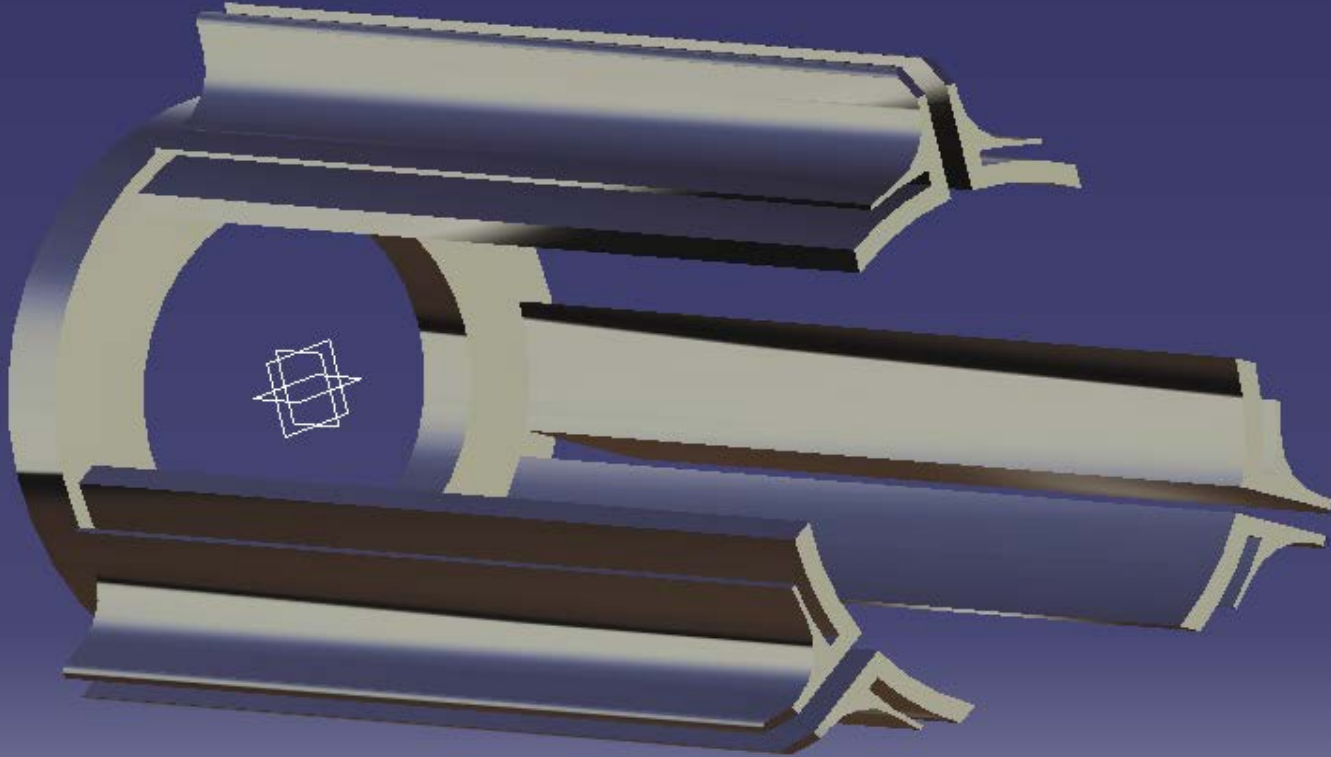


Epoxy Fillets





Kuyruk



Kuyruk için öngörülen tasarım şekli motora göredir. Rampaya yerleştirilen rokette kuyruğa takılacak parça motoru sabitler ve ateşlemeyi mümkün kılar. Kuyruk tasarımı üç kızaklıdır. Tasarlanması öngörülen kuyruk kanatçıkların montajı ve sabitlenmesini kolaylaştırırken aynı zamanda da motor kundağında merkezleme halkası göre aerodinamiğin OpenRocket'deki verisine uyması açısından ve daha kesin ,düzgün bir geometri olması açısından roket yüzeyinin üzerine alüminyum katmanlar geçirilecek şekilde dizayn edilmiştir. OpenRocket'deki veriye uygun olması açısından 1.5 cm'lik fillet verilmiş olup akış analizlerine göre değiştirilebilir.



İkinci Motor



Edit simulation

Simulation name: Simulation 1

Plot data Export data

Preset plot configurations: Custom

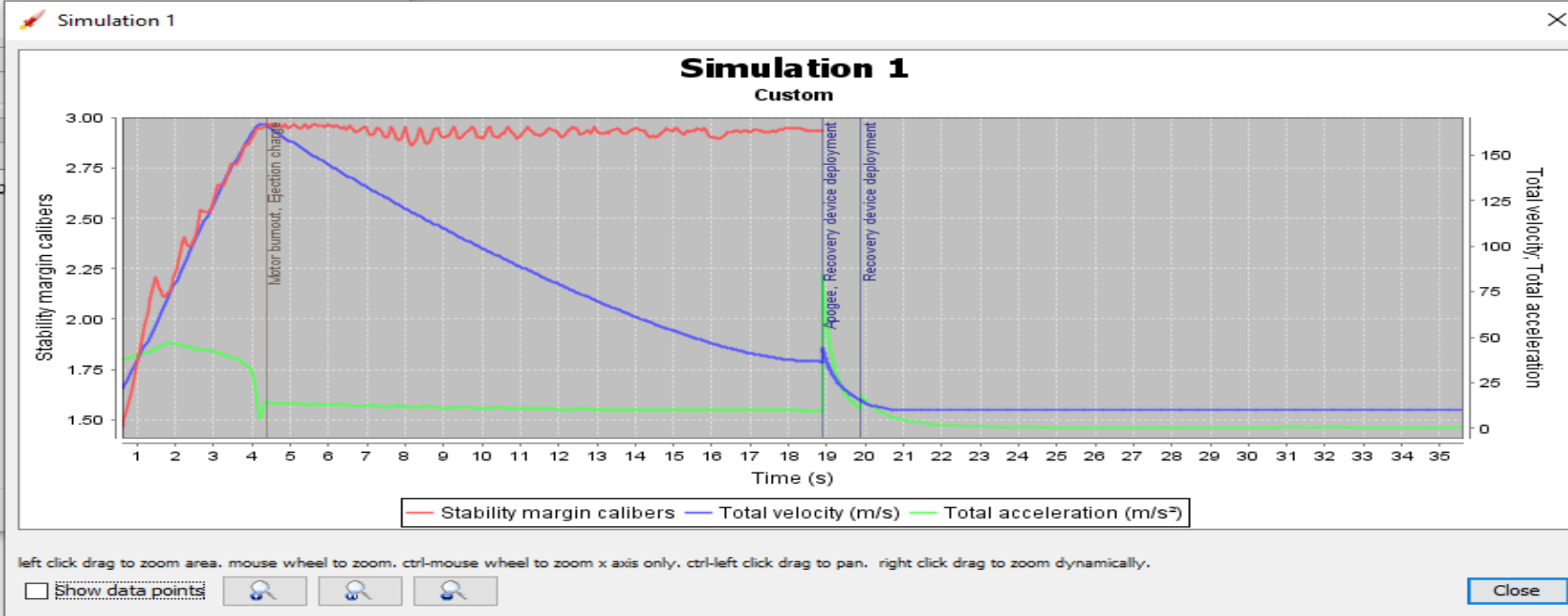
X axis type: Time Unit: s The data will be p

Y axis types:

Stability margin calibers	Unit:	Axis: Left	X
Total velocity	Unit: m/s	Axis: Auto	X
Total acceleration	Unit: m/s ²	Axis: Auto	X

New Y axis plot type

<< Edit



Rocket

Length 242 cm, max. diameter 11.4 cm

Mass with motors 18164 g

Apogee: 1529 m

Max. velocity: 167 m/s (Mach 0.50)

Max. acceleration: 46.3 m/s²

Click to select Shift+click to select other Double-click to edit Click+drag to move



İkinci Motor



Rokette kullanılması öngörülen ikinci motor tipi L 851 dir. Buna yönelik rokette değiştirmemiz gereken bir özellik olmayıp stabilite hali hazırda 1.4 ile 3 arasındadır. Ancak garanti olması için alt kanatçık çift uzunluğu 0.2 mm düşürülerek 1.55-3 stabilite değeri yakalanabilmektedir.

Apogee 1480 metre civarına düşmektedir. Ağırlık azalmasından dolayı öngörülen paraşüt çapı düşürülebilir. Bunların haricinde herhangi bir değişiklik yapmaya gerek kalmamaktadır. Çap ve uzunluk L 1050 ile aynıdır.



Kütle Bütçesi



Roketin motorsuz ağırlığı yaklaşık olarak 15 kg. Motor eklendiğinde ise toplam uçuş ağırlığı 18 kg'dır. Mapa, fırdöndü ağırlıkları burada hesaplanmamıştır. Alınacak modeller belirlendikten sonra eklenecektir. Her birinin yaklaşık 100 gr olması öngörüldü.

Parça No:	Bileşen	Kütle(gr)	Malzeme	Adet	Parça No:	Bileşen	Kütle(gr)	Malzeme	Adet
1	Burun Konisi (Uç)	300	Alüminyum	1	9	Üst Kanatçıklar	177	Kompozit	1
2	Burun Konisi (Alt)	628	Kompozit	1	10	Faydalı Yük	4000	Kurşun	1
3	Üst Gövde	1015	Fiberglass	1	11	Alt Gövde	1432	Fiberglass	1
4	Burun Konisi Açılma Mekanizması	500	Alüminyum	1	12	Motor Kundağı	462	Fiberglass	1
5	Rodlar	500	Çelik	2	13	Bulkhead	300	Alüminyum	3
6	Aviyonik Gövde Elektronik Shield	250	Abs Plastik	1	14	Merkezleme halkası	50	Kompozit	4
7	Alt Gövde Açılma Mekanizması	400	Alüminyum	1	15	Motor	3448	-	1
8	Orta Gövde	650	Fiberglass	1	16	Kuyruk	580	Alüminyum	1
					17	Retainer	300	Çelik	1
					18	Alt Kanatçıklar	300	Kompozit	1



Testler



Testler



Üniversitemiz bünyesinde bulunan çekme testi deneyi. Yapılan parçaların testi için kullanılacaktır. Stress strain grafiğine göre malzemenin boyutları belirlenecek. (Silindirik parçalar için geçerli.)



Testler



Üniversitemiz bünyesinde bulunan rüzgar tüneli. 1/10 ölçekle üretilmiş model roketimizi test etmek için kullanacağız. Star CCM + ta yapılan deneyler burada test edilecek. Son hali ise PIV de test edilecek.



Testler



Elektronik sistemlerimizin kalibrasyon testleri Jolly Logic AltimeterThree üzerinden model roket atışları yapılarak sağlanacaktır.

Bir sonraki aşamada ise D12-5 motorun 4'lü kundaklanılarak F motor elde edilmesi ve kalibrasyon testinin yüksek irtifalarda değerlendirilmesi öngörülmektedir.



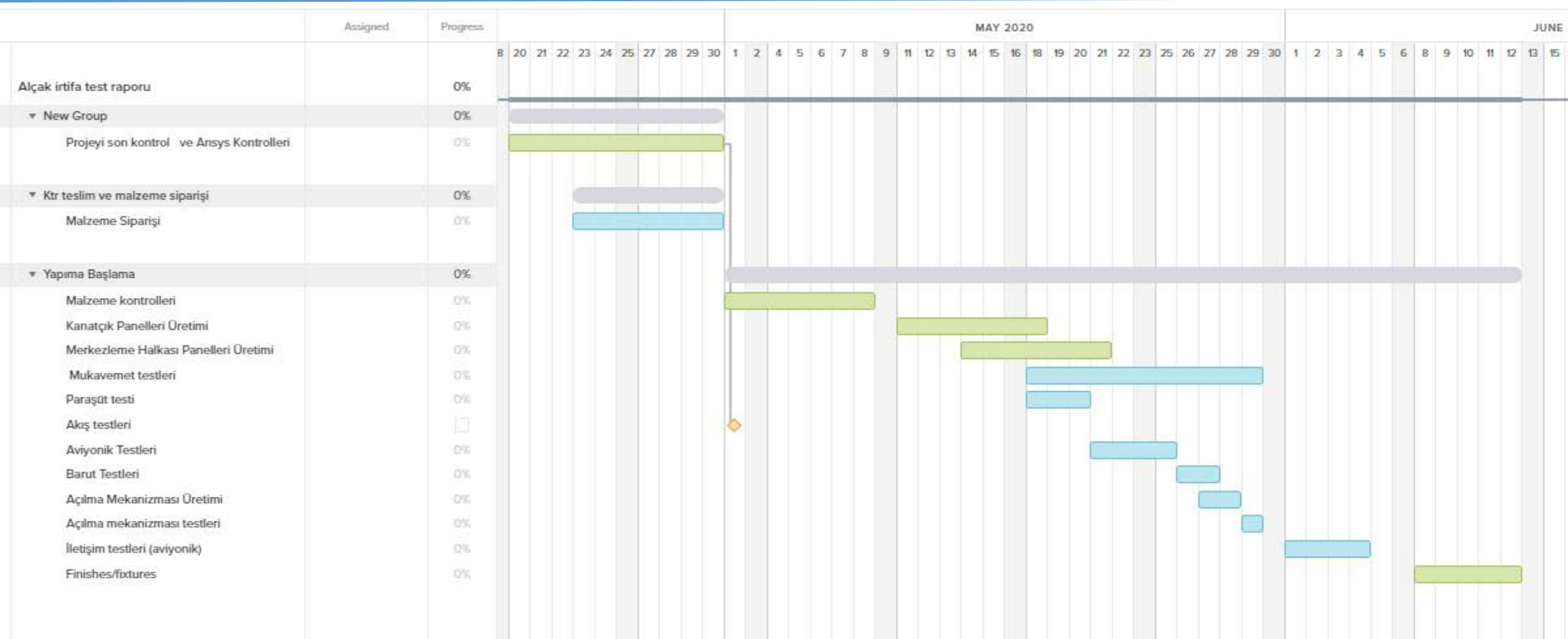
Aviyonik Sistem Testleri



- Telekomünikasyon testi
- Sıcaklık (şok) testi
- Vibrasyon testi
- Açılma testi
- Dayanıklılık testi



Zaman Çizelgesi





Bütçe



Malzeme		Adet Fiyatı		Miktar		Toplam Fiyat	
Teensy 3.5		256,69		2		513,38 TL	
BME280		217,10		4		868,40 TL	
MMA8451		200		3		600 TL	
NEO-7M		111,63		4		446,52 TL	
XBEE S3B PRO		473,70		2		947,4 TL	
Fiberglass Gövde		-		-		3000 TL	
Araç Gereç		-		-		1000 TL	
Chute Release		500		4		2000 TL	
Paraşüt		500		4		2000 TL	
Mapa		150		3		450 TL	
					Genel Toplam	11.825,25 TL	