

TEKNOFEST 2020

ROKET YARIŞMASI

Hazar Takımı – Yüksek İrtifa

Atışa Hazırlık Raporu (AHR)

Takım Yapısı



KTR Değişimleri			
Değişim	KTR de Olan	Güncel Hali	Değişim Sebebi
Ana Paraşüt Çapı	Ana Paraşüt Çapı 360 cm olarak belirtildi.	Ana Paraşüt Çapı 300 cm olarak revize edildi	Motor seçiminde ikinci motorun çıkması sonucu azalan kütle paraşüt çaplarının küçültülmesine neden olmuştur.
Sürüklenme Paraşüt Çapı	Sürüklenme paraşütü çapı 180 cm olarak belirtildi.	Sürüklenme paraşütü çapı 160 cm olarak revize edildi.	Motor seçiminde ikinci motorun çıkması sonucu azalan kütle paraşüt çaplarının küçültülmesine neden olmuştur.
Şok kordonları	Şok kordonları 8mm çapında aramid malzemeden üretilmiş , 20,5 kN dayanıma sahip olduğu belirtildi.	Şok kordonu olarak kevlar ve polyester ipliklerden örülmüş , 8 mm çapında ve 30 kN dayanıma sahip ipler kullanılacaktır.	Pandemi sürecinden ötürü oluşan tedarik sıkıntısı ve yeni seçilen ipler daha hafif ve yüksek dayanıma sahip olmaları nedeniyle değişim yapılmıştır.
Gövde Üretim Yöntemi	Gövdelerin filament sarım yöntemiyle üretileceği belirtildi.	Gövdeler prepreg sarım yöntemiyle üretildi.	Ktr' de üretim yöntemi olarak filament sarım yöntemi belirlenmişti ancak üretimi yaptırmayı planladığımız, İzmir'de bulunan Fibermak Kompozit firmasını ziyaret ederek filament sarım ve prepreg üretim yöntemleri üzerine fikir alışverişinde bulunuldu ve üretilmiş olan örnek parçalar incelendi. İki üretim yöntemi arasında fiyat farkı bulunmazken yaptığımız değerlendirmeler sonucunda yüzey pürüzlülüğünün daha az olması dolayısıyla uçuş esnasında gövdelerin daha az sürtünme direnciyle karşılaşması, üretilen gövdelerin daha dayanıklı olması ve yaptığımız yapısal analizlerin prepreg üretim yöntemine daha uygun olması sebebiyle prepreg üretim yöntemi tercih edildi.
Open Rocket Gövde Ağırlıkları	Open Rocket programında aviyonik gövde için kullanılmakta olan E-fiberglass için literatür araştırmaları sonucu yoğunluk 2,55 g/cm ³ olarak girildi. Motor gövde de kullanılmakta olan karbonfiber literatür araştırmaları sonucu için yoğunluk 1,78 g/cm ³ olarak girildi.	Gövdelerin üretimi sonrası, aviyonik gövde ve motor gövdenin hacim ve kütleleri yardımıyla gerçek yoğunlukları bulundu. Bulunan değerler Open Rocket üzerinden değiştirildi. Aviyonik gövdede kullanılan E-fiberglass için yoğunluk 1,78 g/cm ³ olarak hesaplandı. Motor gövdede kullanılmakta olan karbonfiber için yoğunluk 1,37 g/cm ³ olarak hesaplandı.	Üretimden dolayı kaynaklanan nedenlerden dolayı.

KTR Değişimleri			
Değişim	KTR de Olan	Güncel Hali	Değişim Sebebi
Kanatçık Gövdesi Boyut Değişimi	Kanatçık Gövdesi Tek parçadan Oluşmaktaydı.	Kanatçık Gövdesi, roketin ağırlığını azaltmak ve statik marjini dengelemek için büyük ve küçük olmak üzere iki parçaya ayrıldı. Ancak kanatçıkların, kanatçık gövdesine bağlantı şekli eski yöntemle aynı şekilde devam etmektedir.	Statik marjini dengelemek için.
Kanatçık Boyutu Değişimi	Kanatçık yüksekliği 11cm ve sweep angle 53,5 derece idi. Yüzey pürüzlülüğü 2 mikrometre olarak girilmişti.	Kanatçık yüksekliği statik marjini dengelemek amacıyla 11,1 cm ve sweep angle 53,3 derece olarak değiştirildi. Sürtünmenin sebep olacağı fren etkisinin daha emniyetli bir irtifa hesaplayabilmek amacıyla kanatçık yüzey pürüzlülüğü 60 mikrometreye çıkarıldı.	Statik marjini dengelemek için.
Centering Ring Kalınlık Değişimi	Centering ring kalınlığı 1cm olarak girildi.	Statik marjini dengelemek amacıyla centering ring kalınlığı 2cm' ye çıkarıldı.	Statik marjini dengelemek için.
Endring Gövdeye Giren Kısım Kalınlığı	Endring' in gövdeye giren kısmı 1,5cm olarak girildi.	Endring' in gövdeye giren kısmı, daha emniyetli olması için kalınlığı 2cm' ye çıkarıldı.	Endring'in emniyet katsayısını yükseltmek için.
Ray Butonu Yerleşimi	Ray butonlarından biri centering ring üzerine diğeri ise kanatçık gövdesi üzerine yerleştirildi.	Centering ring üzerinde yer alan ray butonu, ağırlık merkezinin iki ray butonu arasında olması için motor bulkhead' e sabitlendi. Kanatçık gövdesinde yer alan ray butonunun yeri değişmedi.	Ağırlık merkezinin iki ray butonu arasında olması için.
Kanatçık	Kanatçık gövdesi kanatçık dibini tamamen bütün bir silindir halindeydi.	Kanatçık gövdesi 20mm ve 100mm ölçülerinde 2 yüzük olarak tasarlanıp hafifletilmiştir.	KTR'de belirtilen kanatçık sistemi M5800 gelmesi durumunda motor gövdenin arka kısmında ağırlık oluşturması ve irtifayı istenen değere çekmesi için tasarlanmıştır. N2900 model motorun verilmesiyle bu tasarım roketin arka kısmının ağırlaşmasına neden olmuş ve irtifayı düşürdüğü için tasarım değişikliğine gidilmiştir.

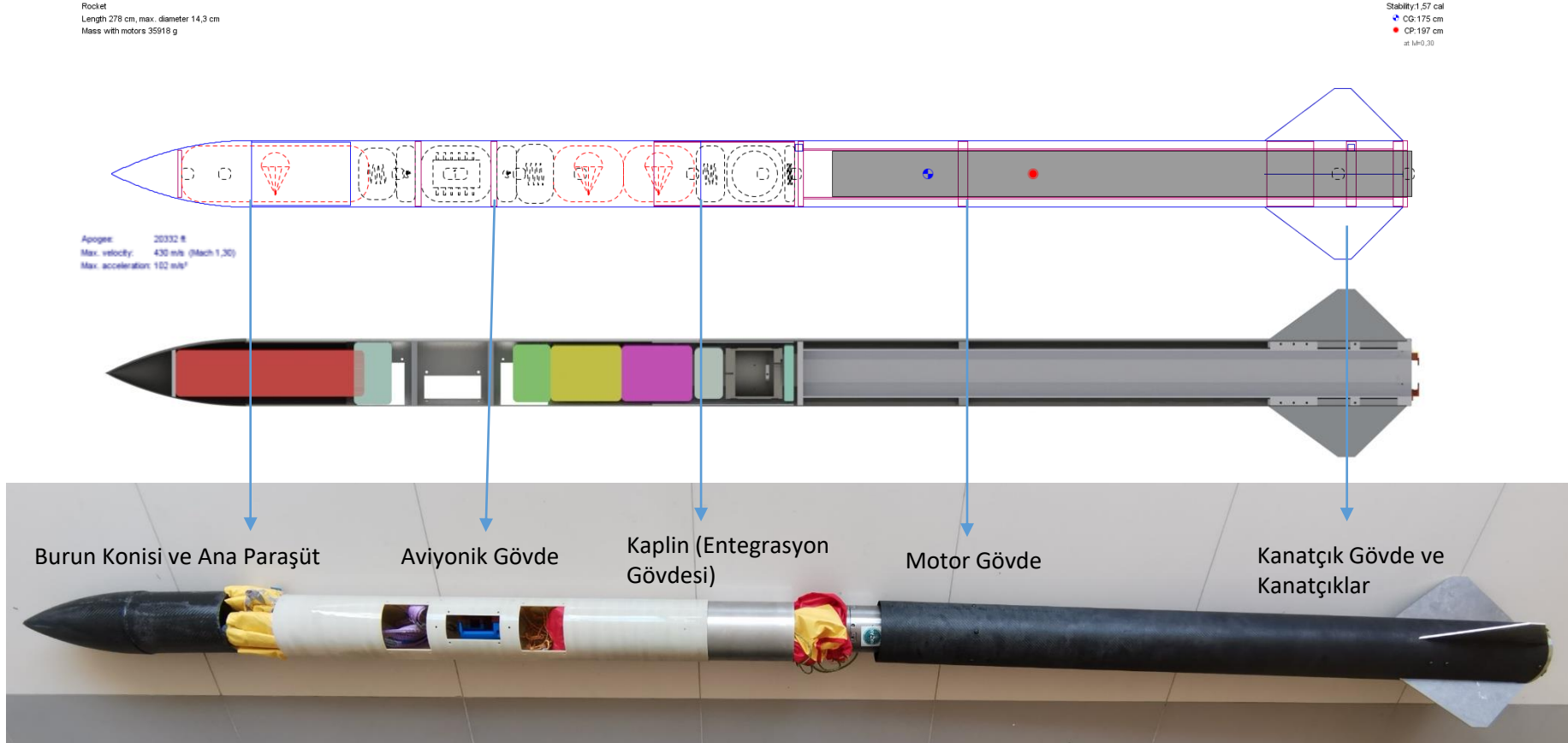


Roket Alt Sistemleri



Üretim Durumları		
Parça	Üretim Yüzdesi	Bitirme Tarihi
Burun Konisi	%100	29.07.2020
Aviyonik Gövde	%90	05.08.2020
Motor Gövde	%90	05.08.2020
Kaplin	%100	29.07.2020
Kanatçık	%100	28.07.2020
Ayrılma Sistemi	%100	28.07.2020
Paraşütler	%80	07.08.2020
Aviyonik Sistem	%90	07.08.2020
Faydalı Yük	%90	28.07.2020

OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



Roket Alt Sistemleri

Mekanik Görünümleri ve Detayları

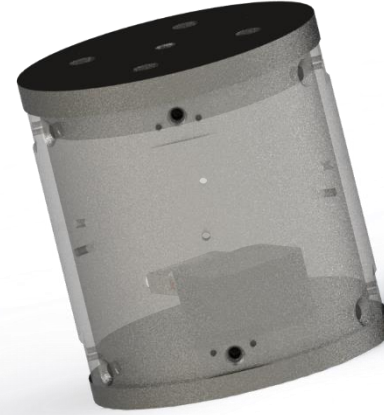
Burun ve Faydalı Yük Mekanik Görünüm



Burun üretimimiz %100 tamamlanmıştır. Yalnızca shoulderın dış çapında, sıkı geçme oranının ayarlanması için bırakılan 1mm'ik fazla payın taşlanması kalmıştır. Bu işlem 4 Ağustos 2020 tarihinde Beyaz Torna tarafından maksimum 1 saatte universal tornada yapılacaktır.



Burun Konisi CAD Görüntüsü



Faydalı Yük CAD Görüntüsü



Burun konisi KTR raporunda da belirtildiği gibi vakum infüzyon yöntemi ile üretilmiştir. Dişi kalıbın üretimi için öncelikle Yavuz Ticaret firmasından 80x200x550 ölçülerinde 2 adet Alüminyum7075 kütük temin edilmiştir. Al7075 seçilmesinde, işleyecek kişinin; kütüğün işlenmesinin daha kolay olacağı ve pürüzsüzlüğün daha iyi sağlanacağını söylemesi etkili olmuştur. Beyaz Torna'ya verilen alüminyum kütükler CNC frezenin tablasına dik olarak bağlanmış ve STEP dosyasından çekilen G codeların CNC'ye girilmesiyle dik işlem görmüştür. Erkek kalıp içinse Hadid Makina'dan Ø138x510 ölçülerinde 1040 Çeliği alınmıştır. Bu malzeme de Beyaz Torna'da CNC tornaya bağlanmış ve G codelar girilerek üretilmiştir.

Tamamlanan dişi ve erkek kalıplar Safir Reklamcılık firmasına vakum infüzyon yöntemiyle üretilmek üzere teslim edilmiştir. Öncelikle burnun dişi kalıplarına ısıya dayanıklı ve karbonfiber burun konisinin kalıptan çıkmasını kolaylaştıracak bir naylon serildi. Üstlerine katmanlar halinde epoksi yedirilmiş karbon kumaşlar yatırıldı. Arasına erkek kalıp yerleştirilen dişi kalıplar birbiri üzerine kapatıldı ve vakumlama işlemi de gerçekleştirildikten sonra kürlenmesi için 5 saat ısıtılma tabi tutulmuştur.

Ogive geometriye sahip burnumuz başarılı bir şekilde kalıptan çıkarılmıştır. Shoulder kısmının dış çapı 1 mm daha fazla üretilmiş ve taşlanarak denemeler yaparak aviyonik gövdeye sıkı geçme oranının ayarlanması planlanmıştır. Taşlama işlemi 4 Ağustos 2020 tarihinde Beyaz Torna tarafından yapılacaktır. Verilebilecek her iki motora göre de uyarlanabilmesi için gövdelerin uzun bırakılması ve gerekirse kesim işlemiyle kısaltılması düşünülmüştür. Ancak motor seçiminin geç açıklanması nihai uzunlukların geç belirlenmesine, kesiminin gecikmesine ve bundan dolayı tarafımıza geç gönderilerek sıkı geçme denemelerinin yapılamamasına ve taşlama işleminin ertelenmesine neden olmuştur. Aynı zamanda üniversitemizden alınacak olan maddi desteğin beklenen tarihten daha geç yatırılması, burun kalıbı ve dolayısıyla da burun konisinin üretimini ve talaş kaldırma gibi işlemlerin aksamasına neden olmuştur. Araya bayram tatilinin de girmesiyle işletmeler paydos vermiş ve taşlama işlemi bayramdan sonraki gün yapılmak zorunda kalmıştır. Burun konisi üretimi tamamlanmış olup sıkı geçme ayarının yapılabilmesi için sadece shoulder taşlama işlemi kalmıştır.

Alt Sistem	Üretilme Oranı	Talaş Kaldırmanın Gecikme Nedeni	İşlem GöreceK Kısım	Yapılacak İşlem	Taşlama İçin Son Tarih
Burun Konisi	%100	-Motor seçiminin geç açıklanması ve beraberinde üretim ve talaş kaldırma işlemlerinin gecikmesi -Okuldan verilecek olan ödeneğin belirlenen tarihten daha geç yatırılması ve işlemlerin gecikmesi -Bayram tatili nedeniyle işletmelerin kapalı olması	Shoulder	Taşlama	04.08.2020

Faydalı Yük ve Faydalı Yük Bölümü – Detay

No	Sistem Adı	Adet	Parçanın/Sistemin Roketteki Görevi
1	Faydalı Yük Gövdesi	1	1040 çelik'ten üretilmiştir.
2	Faydalı Yük Üst Kapağı	1	1040 çelik malzemeden üretilmiştir. Faydalı yük gövdesi üzerine 6 adet civata ile sabitlenmiştir. Mapa ve tekerlekler bu parçaya montajlanmıştır.
3	Tekerlek	8	Faydalı yükün gövde içerisindeki sağ-sol hareketini engelleyecektir.
4	Mapa	1	Faydalı yük – faydalı yük paraşütü arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.
5	RF Anten	2	Konum, sıcaklık, basınç gibi verileri yer istasyonuna iletecektir.
6	Kamera	1	Anlık olarak görüntü kaydedecektir.
7	Alıcı-Verici	1	Kameradan alınan görüntüleri yer istasyonuna iletmek için kullanılacaktır.
8	Elektronik Kart	1	Konum, sıcaklık, basınç gibi verileri ölçecek ve yer istasyonuna iletecektir.
9	Pil	2	Kamera ve elektronik kartı beslemek için iki ayrı pil kullanılacaktır.
10	3D Print Parça	1	Kart ve elektronik parçaların faydalı yük gövdesi içerisine sabitlenmesi için kullanılacaktır.
11	Civata	18	Kapağın ve tekerleklerin faydalı yük gövdesine montajlanması için kullanılacaktır.
12	Faydalı Yük Taban	1	1040 çelik malzemeden üretilmiştir. Faydalı yük gövdesi üzerine 6 adet civata ile sabitlenmiştir

Faydalı Yük Üretim ve Tedariki	
Faydalı Yük, faydalı yük üst kapak, faydalı yük gövdesi ve faydalı yük alt kapak olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Toplam ağırlığı 4000 gramdır. Faydalı Yük 1040 çelikten üretilmiştir.	
Faydalı Yük İşlevi	
Elektronik kart üzerinde bulunan sensörler ve kameradan aldığı sıcaklık, basınç, yükseklik, konum ve canlı görüntüyü yer istasyonuna aktarabilmesidir.	
Faydalı Yükün Tedarikinde Eksik Olan Parça	
Runcam5 adlı kameranın tedarikini yurtdışından gerçekleştirmekteyiz. Bu sebeple ürünün siparişi 20.07.2020 tarihinde Bangood firmasından gerçekleştirdik. Şuan ürünün kargo durumu yolda olarak görünmektedir.	
Üretim Oranı	
Faydalı yük tamamen üretilmiştir. Sadece kameranın yurtdışından gelmesi beklenmektedir. %90 oranında üretilmiştir.	
Kamera (Runcam5)	Tahmini Temin Tarihi : 10.08.2020
Malzemenin Temin Edildiği Yer	Hadid Makina
Malzemenin Üretim Yeri	Beyaz Torna
Planlanan Üretim Tarihi	20.07.2020
Gerçekleşen Üretim Tarihi	28.07.2020

NOT: Motor tercihlerinin geç açıklanması nedeniyle üretimlere geç başlanılmıştır. Bu sebeple gerçekleşen üretim tarihi bir hafta gecikmiştir.

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



Ayrılma Sistemi CAD Görüntüsü



Hiera6000 roketinde 2 adet ayrılma sistemi kullanılmıştır. Bu ayrılma sistemleri barut ile ayrılma sistemidir. Ayrılma sistemi barut haznesi, kapak ve bulkhead bağlantı parçası olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Kendisine ayrılmış hazne içerisine yerleştirilmiş olan sıkıştırılmış barutun tetiklenerek ateşlenmesi sonucu oluşan patlamanın yaratmış olduğu kuvvet sayesinde roket gövdelerinde ayrılma gerçekleşir. Sistem roketi en son montajlanacak şekilde tasarlanmıştır.

Ayrılma Sistemi					
Parça Adı	Malzeme	Malzeme Tedarik Yeri	Üretim Yeri	Planlanan Üretim Tarihi	Gerçekleşen Üretim Tarihi
Barut Haznesi	Alüminyum 7075 serisi	Yavuz Ticaret	Sarıtaş Makina	20.07.2020	28.07.2020
Kapak	Alüminyum 7075 serisi	Yavuz Ticaret	Sarıtaş Makina	20.07.2020	28.07.2020
Bulkhead Bağlantı Parçası	Alüminyum 7075 serisi	Yavuz Ticaret	Sarıtaş Makina	20.07.2020	28.07.2020

NOT: Üretim tarihinin planlanan tarihten daha geç bir zamanda gerçekleşmesinin sebebi motor tercihinin geç açıklanmasıdır.

Üretim Oranı
Ayrılma sistemlerinin %100'ü üretilmiştir.

Parça Adı	Parçanın/Sistemin Roketteki Görevi
Barut Haznesi	Ayrılmayı gerçekleştirecek olan barutu içerisinde barındırır.
Kapak	Barut haznesindeki barutları sıkıştırmak için kullanılır.
Bulkhead Bağlantı Parçası	Barut haznesini roketin aviyonik bulkheadlerine montajlamak için kullanılır.

Kara Barut Hesaplaması

Ayrılma için 3 gr barut kullanılacaktır. Patlama sonucunda toplamda 11 psi lik bir basınç oluşmaktadır.

$$N = \frac{P \cdot V}{266 \times 3307 R^o} \times \frac{454 \text{ grams}}{1 \text{ lbs}}$$

N= Barut miktarı (gram)

P= Patlama sonucu oluşan basınç

V= Silindirin iç hacmi

$$P = \frac{N \times 266 \times 3307}{V \times 454}$$

$$P = \frac{3 \times 266 \times 3307}{\frac{\pi \times 5,43^2}{4} \times 21,65 \times 454}$$

P= 11 ,59 psi

Paraşütler – Detay

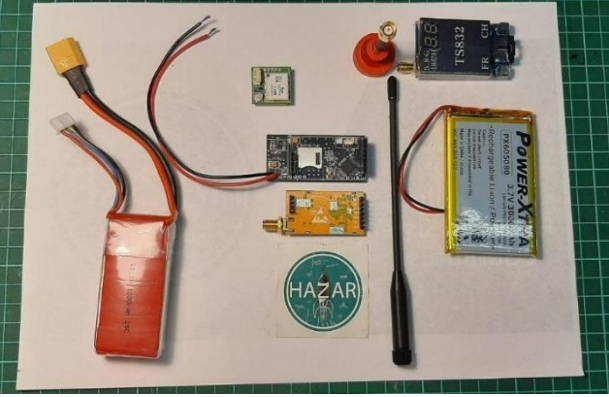
Paraşütler	Çap	Kubbe Delik Çapı	Renk	Üretim Oranı	Durum
Ana Paraşüt	300 cm	50 cm	Sarı-Lacivert (Yeni gelecek olan paraşütlere göre renk karışımları tekrar düzenlenebilir)	%100	Ana paraşüt %100 olarak kullanıma hazırdır.
Sürüklenme Paraşütü	160 cm	27 cm	Sarı-Kırmızı (Yeni gelecek olan paraşütlere göre renk karışımları tekrar düzenlenebilir)	%100	Sarı ve kırmızı dilimler halinde ripstop naylon kumaştan hazırlanmış ve testleri yapılmıştır. Ancak AHR tesliminden kısa bir süre önce bulduğumuz ve siparişini verdiğimiz gerçek paraşüt kumaşı teknik açıdan çok daha dayanıklı ve hafif olduğundan sürüklenme paraşütünün, yedek paraşüt tarafımıza ulaştığında yeniden dikilmesi planlanmaktadır.
Faydalı Yük Paraşütü	160 cm	27 cm	Kırmızı (Yeni gelecek olan paraşütlere göre renk karışımları tekrar düzenlenebilir)	%100	Kırmızı ripstop naylon kumaştan hazırlanmış ve testleri yapılmıştır. Ancak AHR tesliminden kısa bir süre önce bulduğumuz ve siparişini verdiğimiz gerçek paraşüt kumaşı teknik açıdan çok daha dayanıklı ve hafif olduğundan sürüklenme paraşütünün, yedek paraşüt tarafımıza ulaştığında yeniden dikilmesi planlanmaktadır.

Ana paraşüt olarak, temin edilmiş olan gerçek paraşütün istenen ölçülerde küçültülerek kullanılması planlanmıştır. Sürüklenme paraşütü ve faydalı yük paraşütleri içinse ABN Tekstil’de sarı-kırmızı ve kırmızı renkli ripstop naylon kumaşlardan paraşütler dikilmiştir.

Tüm paraşütler %100 üretilmiş olup testleri yapılmıştır. Ancak AHR’den kısa bir süre önce gerçek paraşütler için bir tedarikçi bulunmuş ve gerçek paraşütlerin elimizdeki mevcut kumaşlara göre teknik açıdan daha dayanıklı ve hafif olduğu düşünülerek 3 adet daha sipariş verilmiştir. Sipariş edilen paraşütlerden birinin markası turn protect 3 manuel dir. Faydalı yük için yeni paraşütler üretilecek ve önceki üretilenler roketin yedek paraşütleri olarak kullanılacaktır.

Kargo durumundaki gerçek paraşütlerin teslim tarihi 04.08.2020’dir. ABN Tekstil dikiş sorumlusu Ayşe Şaşmaz’dan bayram sonrası için tarih alınmış ve yeni gelecek paraşütlerle 05.08.2020 06.08.2020 tarihlerinde yeni dikimler yapılacaktır.

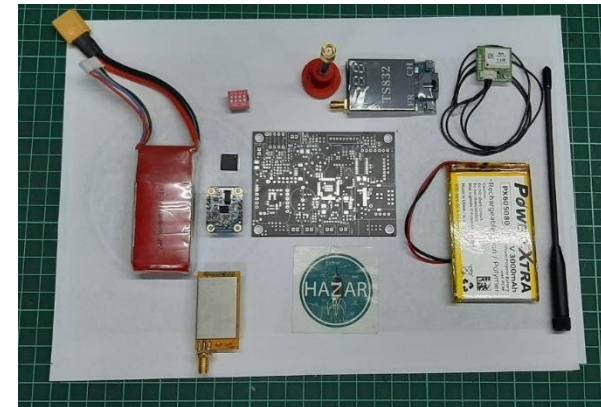
Aviyonik Sistem Mekanik Görünüm



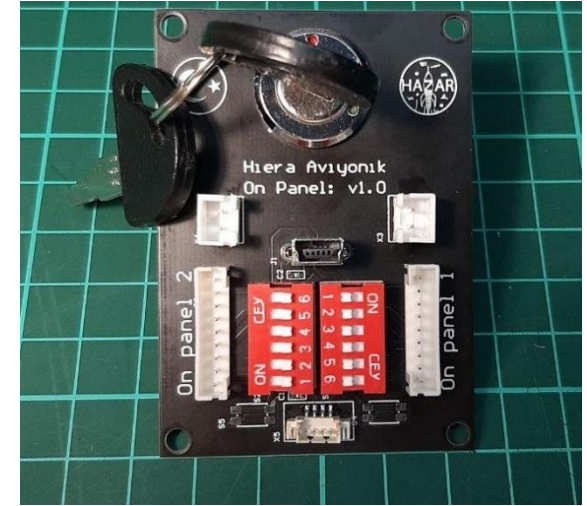
Faydalı Yük



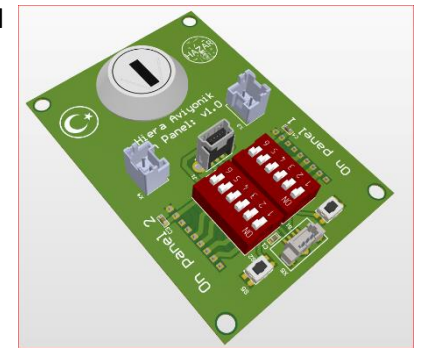
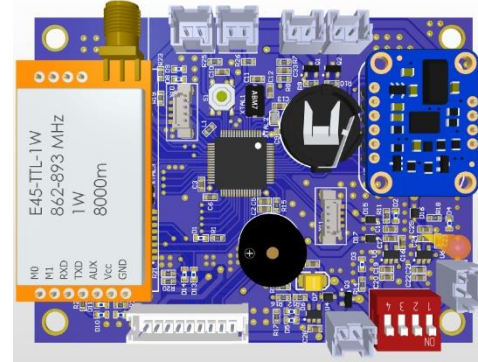
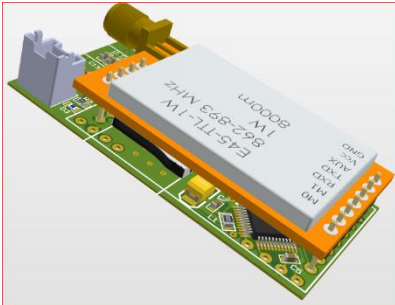
Ana Aviyonik Bilgisayar



Yedek Aviyonik Bilgisayar



Ön Panel

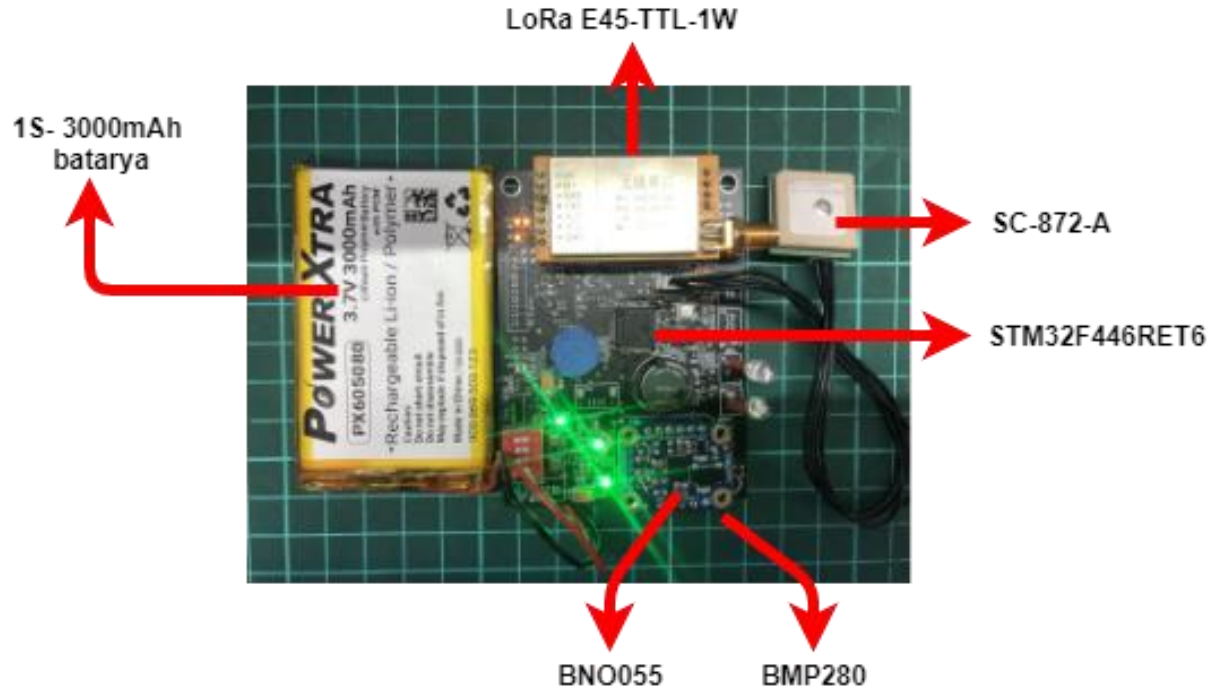


Tamamlanmayan İşler

Ana aviyonik kart, ön panel ve faydalı yükün kartı üretildi ve dizgisi yapıldı. Yedek aviyonik bilgisayarın kartı üretildi tüm komponentler alındı dizgisinin 3 gün içerisinde bitirilmesi beklenmektedir.

Roket içinde kullandığımız Runcam 5 adlı kameranın siparişi 20 Temmuz 2020 tarihinde Bangood firmasından gerçekleştirildi. Ürün kargo sürecinde olduğu için yazdığımız kamera testlerini kamera gelince yapılması beklenmektedir. Görüntü almak için kullanacağımız alıcı -verici anten ve pil elimizde mevcuttur

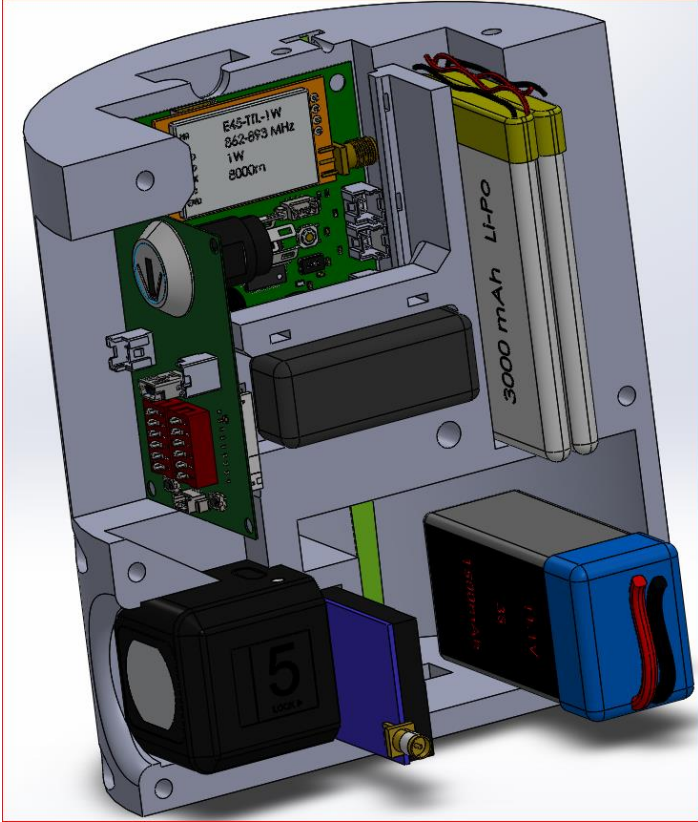
Aviyonik Sistem – Detay



KTR de belirtilen sensörler tedarik edilerek kart üzerinde kullanıldı. Yaptığımız testler sonucunda ana aviyonik bilgisayarımızda herhangi bir sorunla karşılaşılmadı. Aviyonik bilgisayarı üzerinde BNO055 IMU ve BMP280 Barometrik sensör kullanıldı ve yapılan testlerde bu sensörlerin roketin maruz kalacağı pek çok koşulda çalışabileceği kanıtlandı.

Aviyonik bilgisayarının amacı roket tepe noktasına ulaştığında IMU sensörü ve barometrik sensörleri sayesinde algılayarak birinci ayrılmayı gerçekleştirmek, roket inişe geçtikten sonra yaklaşık 750 m irtifaya indiğinde ikinci ayrılmayı gerçekleştirmek ve bu süreç boyunca yer istasyonuna konumu, hızı gibi verileri aktarmaktır.

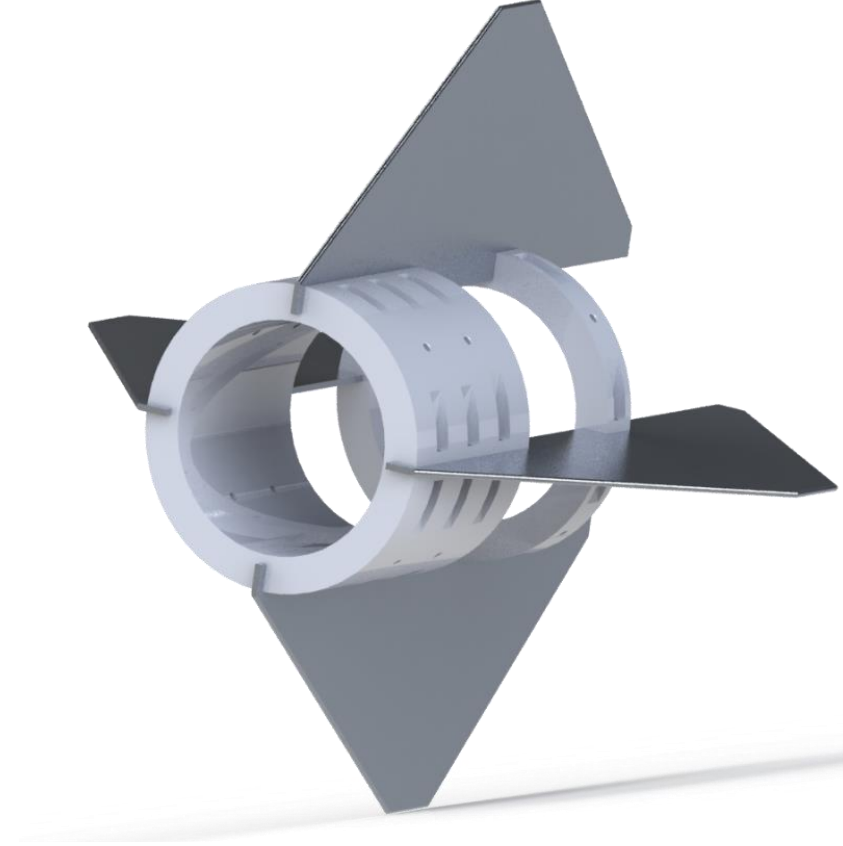
Aviyonik Sistem – Detay



Aviyonik bilgisayarları roket içerisinde 3D yazıcılardan bastığımız malzemesi petg olan envelop bölümüne yerleştirilecektir. Malzemenin petg seçilmesinin sebebi ısıya dayanımının PLA malzemeye göre daha yüksek olmasıdır.

Envelop içerisine aviyonik bilgisayar ve diğer alt sistemler (anten, GPS, kamera vb.) yerleştirildikten sonra alttan ve üstten bulkhead'lere montajlanacak ve bu şekilde roketin içerisine yerleştirilecektir.

Kanatçıklar Mekanik Görünüm



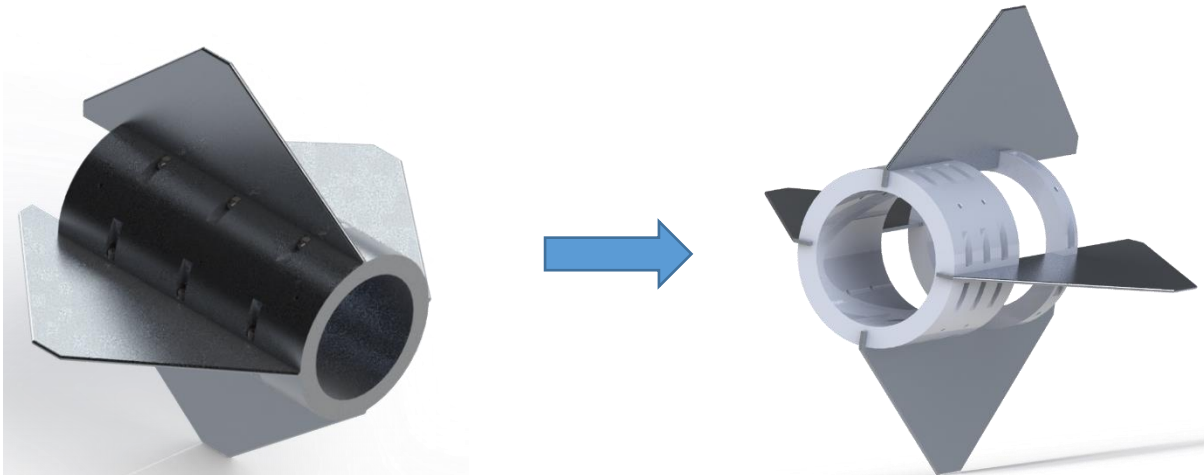
Kanatçık sistemimiz %100 üretilmiştir.

Kanatçıklar – Detay

KTR’de belirtilen kanatçık sistemi M5800 gelmesi durumunda motor gövdenin arka kısmında ağırlık oluşturması ve irtifayı istenen değere çekmesi için tasarlanmıştır. N2900 model motorun verilmesiyle bu tasarım roketin arka kısmının ağırlaşmasına neden olmuş ve irtifayı düşürdüğü için uygun görülmemiştir. İrtifanın istenen değere çıkabilmesi için arka taraftaki ağırlığı büyük ölçüde oluşturan kanatçık sisteminin hafifletilmesine karar verilmiştir. Bundan dolayı tasarımda bir revizeye gidilmiş ve kanatçığın bir ucundan diğer ucuna kadar olan 300mm’lik kanatçık gövdesinden kesim yapılarak 100 mm ve 20mm kalınlığında olan iki ayrı yüzük olarak değiştirilmiştir. Revize edilen kanatçık sistemi; 4 adet kanatçık, 1 adet küçük (20mm) kanatçık gövdesi ve 1 adet büyük (100mm) kanatçık gövdesinden oluşmaktadır.

Bunun için Yavuz Ticaret’den 3mm kalınlığında ve 325x425 ölçülerinde 6000 serisi alüminyum bir levha alınmıştır. KTR’de 7075 olması planlanan kanatçıklar tedarikçi firmanın elinde 3mm kalınlığında 7075 levha bulunmamasından ve diğer tedarikçilerle görüşüldüğünde temin süresinin istenende çok uzun süreceği ve testlere yetismeyeceğinden dolayı 6000 serisi Bu levhadan 4 adet kanatçık, lazer kesim ile Doğrar Metal tarafından kesilmiştir. Kanatçıklarda bulunan delikler de yine aynı şekilde Doğrar Metal’de lazer ile açılmıştır.

Kanatçık gövdesi içinse Yavuz Ticaret’ten Ø138 ölçüsünde 100mm ve 20mm kalınlığında 7075 kütükler kestirilmiştir. Bu kütükler daha sonra Beyaz Torna’da universal torna ile iç çapı Ø105 olacak şekilde boşaltıldı ve daha sonra universal frezede delikleri ve kanalları açıldı. Açılan deliklere kılavuz çekilerek kanatçıklar %100 son halini aldı. Kanatçıkları ve gövdeleri birleştirmek için ise 12 adet M5x15 bombe başlı imbus cıvata (ISO7380) ve 12 adet M5 düz somun kullanılacaktır.



Alt Sistem	Üretilme Oranı
Kanatçık	%100

1. Burun Bulkhead Montajı

Burun konisinin iç kısmına sağlam bir şekilde yarışma alanına gelmeden önce reçine ile yapıştırılacaktır. Burun konisi ile yarışma alanında bir işlem yapılmayacaktır. Şok kordonu mapası takılarak kullanıma hazır hale gelecektir.



2. Aviyonik Gövde Montajı

Aviyonik gövde içinde ana paraşüt, şok kordonu, deployment charge aviyonik gövde bulkhead, aviyonik sistem envelop, aviyonik bulkhead, deployment charge, şok kordonları, sürüklenme paraşütü, faydalı yük paraşütü yer almaktadır. Aynı zamanda motor gövde ile bağlantıyı sağlayan kaplin bulunmaktadır.



3. Kundak Borusu

Kartondan imal edilen kundak borusu üzerinde centering ring, 100mm kanatçık gövdesi, 20mm kanatçık gövdesi ve kanatçıklar bulunmaktadır. Kundak borusu bütün bir şekilde motor gövdesi içine sokulabilmektedir.



4. Motor Gövdesi Montajı

Motor gövdesinin üst kısmında motor bulkhead bulunmaktadır. Bulkhead üzerinde M10 mapa bulunmaktadır. Kaplinin 20cm' lik kısmı motor gövdesine geçmektedir. Kundak borusu motor gövde içine sokulduktan sonra endring takılarak motor gövdesi montajı tamamlanır.



7. Roketin Birleştirilmiş Görüntüsü

Roketimiz birleştirildiğinde yandaki görseldeki şekilde gözükecektir. Burun konimizin shoulder kısmı ince zımparalanarak gövdeye alıştırılacaktır.



Roket Genel Montajı

Genel Montaj videosu için:

<https://youtu.be/8L4CKJ8y2BM>

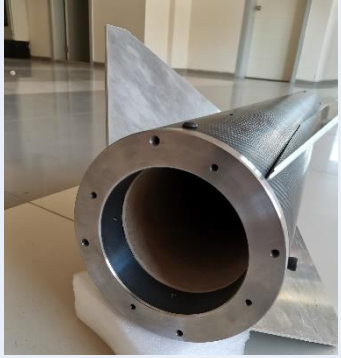


Kara Barut Montaj videosu için:

https://youtu.be/JWYAAjR_3L8



Roket Motoru Montajı



1. Gövdenin, Ceseroni N2900 motorunun takılabilmesi için bulkhead, centering ring, kanatçık gövdeleri, kanatçık, kundak borusu ve endring' in gövde üzerine montajı yapılır.



4. İlk kaplow klip' in takılmasının ardından 3 adet daha kaplow klip 90' ar derecelik açıyla M5 civata ile endring üzerine sabitlenir.



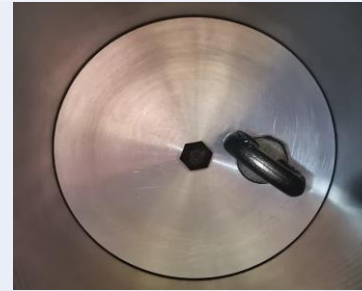
2. Ceseroni N2900, endring içinden geçirilerek motorun nozzle tutucu kısmı endring' e dayanana kadar kundak borusuna doğru sokulur.



5. Motor montajının ardından motor bulkhead' in ortasında bulunan 10 çapındaki delik ile motorun Forward Closure kısmının eş eksenli olduğu kontrol edilir.



3. Nozzle tutucunun endring' e dayanmasının ardından Kaplow Klip montajı nozzle tutucunun kenarından tutucak şekilde yapılır.



6. Forward Closure kısmına uygun Whitworth civata iyice sıkılarak motor ikinci bir noktadan daha sabitlenir.

Montaj videosu için:

<https://youtu.be/ZoSGF4nGx2Q>





Atış Hazırlık Videosu



Aktivasyon videosu için:

<https://youtu.be/CuSXSyn9f10>



Çekme Testi



Bir numunenin tek eksenle kopana dek maruz bırakıldığı çekme kuvvetine denir. Yapacağımız bu testin sonucunda gövde malzemesi olarak kullanacağımız karbonfiber ve fiberglassın kopma mukavemeti , elastisite modülü ve poisson oranları gibi veriler elde edildi. Test , Pamukkale Üniversitesinde mekanik araştırma laboratuvarında bulunan Instron 8801 model test cihazıyla yapılmıştır. Cihazın çekme kapasitesi 50 kN dur.

Test videosu için:

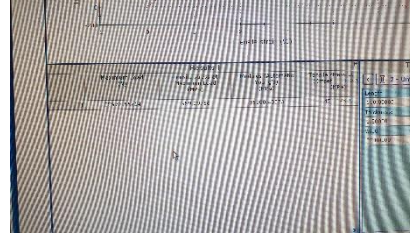
<https://youtu.be/bCEib2fmySM?t=158>



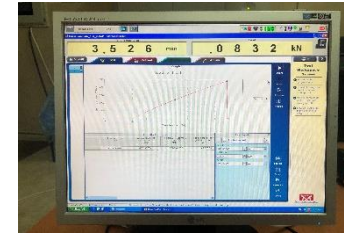
Test İçin Kullanılan Numuneler

Numuneler ASTM D3039-76 standartına göre üretilmesi planlanmıştı. Lakin okulumuzda bulunan çekme cihazının sahip olduğu çekme kapasitesinin düşük olmasından dolayı, numunenin uzunluk ve genişliği sabit bırakılıp , et kalınlığı 1,5 mm olarak üretilmiştir.

Bu ölçülere göre yaptığımız çekme testinin sonucunda çıkan veriler aşağıdaki gibidir.

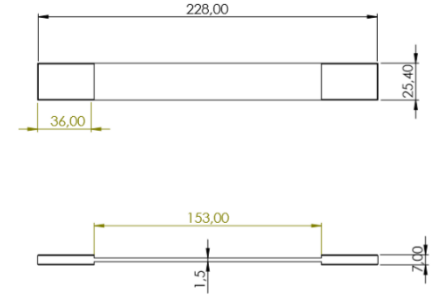


Karbon fiber Numune Grafiği



Fiberglass Numune Grafiği

Numune	Kopma Mukavemeti	Elastisite Modülü	Uygulanan Kuvvet	Poisson Oranı
Karbonfiber	959,29 MPa	36 GPa	35,9 kN	0,28
Fiberglass	478,9 MPa	17,9 GPa	9,5 kN	0,11

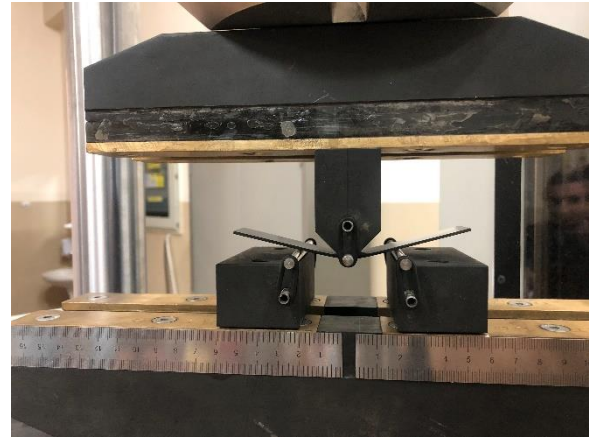


Test Sonucu

Çekme Testimizin sonucuna göre karbon fiber numunemiz yaklaşık 959,2 MPa kopma dayanımı göstermiştir. Analizlerde karbon fiber gövdenin maruz kaldığı maksimum gerilme kuvveti yaklaşık 62 MPa 'dır. Bu sonuçlara göre gövdenin mukavemetinin güvenilir olduğu anlaşılmaktadır.

Fiber glass numunemiz ise 478,9 MPa dayanım göstermiştir. Analizlerde maksimum gerilme 50 MPa olarak ölçülmüştür. Buna göre gövdemizin güvenilir olduğu anlaşılmıştır.

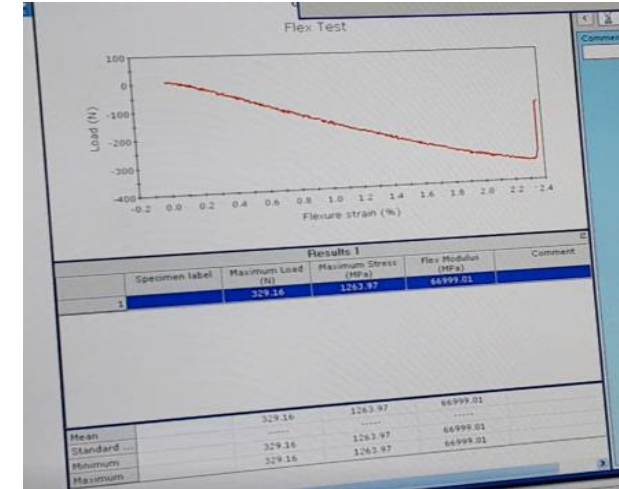
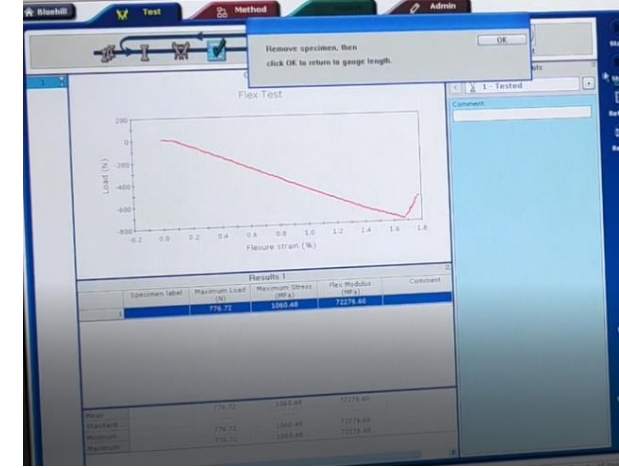
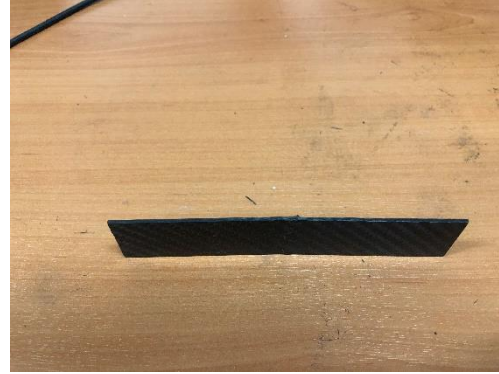
3 NOKTA EĞME TESTİ



Test için;

Uzunluğu 130 mm , genişliği 25 mm , kalınlığı 1,5 mm olan dikdörtgen karbon fiber ve fiberglass numune kullanılmıştır. Bu numunelere yapılan testlerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Numune	Maksimum Yük	Eğilme Gerilmesi	Eğilme Modülü
Karbon fiber	776,72 N	1060,48 MPa	72,2 GPa
Fiberglass	329,16 N	1263,9 MPa	66,9 GPa



Test Sonucu

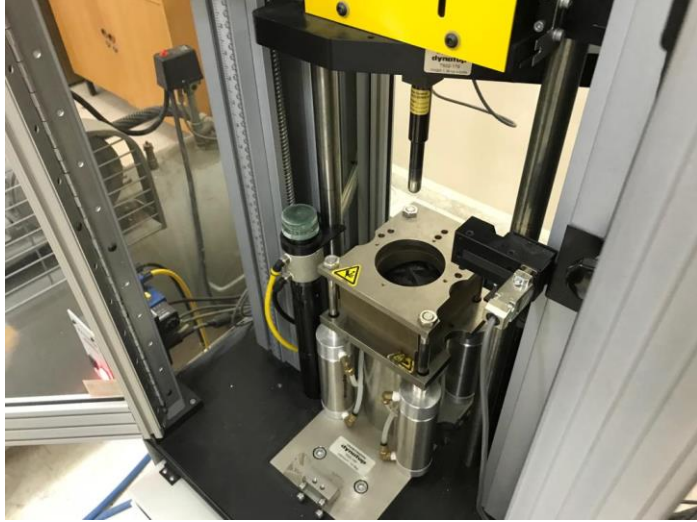
Testimiz sonucunda karbonfiber numunemizin eğilme gerilmesi yaklaşık 1060,48 MPa , fiberglass numunemizin ise 1263,9 MPa olarak çıkmıştır. Analizlerimizle karşılaştırdığımızda gövdemize maksimum 62 Mpa gerilmeye maruz kalıyor. Bu sonuçla birlikte gövde dayanımının yeterli olduğu anlaşılmaktadır.

Test videosu için:

<https://youtu.be/bCEib2fmySM>



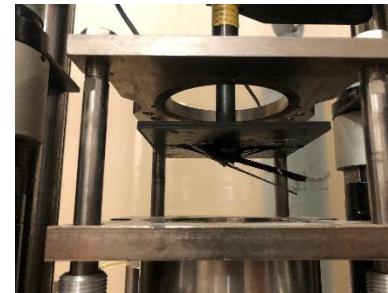
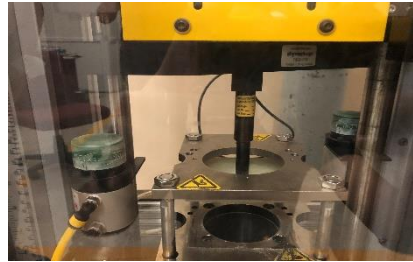
DARBE TESTİ



Test için;

100 x 100 mm ölçülerinde , 4mm et kalınlığında karbonfiber ve cam elyaftan numuneler hazırlandı. Numuneler üzerine yapılan testlerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Numune	Maksimum Yük	Yük Sapması	Düşme Hızı	Toplam Enerji
Karbonfiber	9,11 kN	5,79 mm	7,80 m/s	50,48 J
Fiberglass	11,14 kN	9,76 mm	7,82 m/s	70,93 J



Test Sonucu

Test sonucunda karbon fiber numunemiz 9,11 kN , cam fiber numunemiz ise 11,14 kN a kadar direnç göstermiştir. Yapılan analizlerde gövde maksimum 6900 N luk bir kuvvete maruz kalmaktadır. O kuvvet ise motor gövdesinin alt kısmındadır. Diğer yerler bu kadar fazla kuvvete maruz kalmadığından dolayı gövdemizin dayanımı yeterlidir.

Test videosu için:

<https://youtu.be/bCEib2fmySM?t=290>



Paraşüt Açılma Testleri

Yüksek Binadan Atma Testi

Testte roketin sürüklenme paraşütü kullanılarak 20 metre yüksekliğindeki bir binadan , yaklaşık 3 kg lık yük bağlanarak aşağı atılmıştır. Paraşüt 4 saniye de yere düşüşü gerçekleşmiş ve başarılı bir şekilde havada açılmıştır.

Otomobille Paraşüt Açılma Testi

Otomobille belirli bir hızla paraşütün açılması test edildi. Paraşüt olarak sürüklenme paraşütü kullanıldı. Test başarılı bir şekilde gerçekleşti.

Test videosu için:

<https://youtu.be/T73GcbFE0Yw>



Kurtarma Sistemleri Testleri



Paraşüt Ayırma Testi

Roket gövdemiz içerisine yerleştirilen barut haznesi , bulkhead üzerinde bulunan yuvaya yerleştirildi. Fünne aracılığıyla barut patlatıldı ve gövde ayrılması gerçekleşti. Gövde içerisindeki paraşüt ve ipler roketten ayrıldı. Ayrıca paraşütün korunması için yerleştirilen yanmaz kumaş paraşütün zarar görmesini engelledi. Test başarılı bir şekilde tamamlandı.

Paraşüt Ayırma Testi İçin Link:

Test videosu için:

<https://youtu.be/l1sUVXFfpSQ>



Aviyonik Algoritma Testi



Algoritma testi ile roketin içinde kullanılacak olan kart test edildi. İçerisinde havayı hapsedebilmesi ve dışarıya hava sızdırmaması için bir tencere yaptırıldı ve bu tencerenin üzerine yalıtımının sağlanabilmesi için kalın plexi glass parça kestirildi. Tencerenin içerisindeki hava pompası yardımıyla tencerenin içerisindeki hava çekilip basıncın azalması sağlandı. 0.4 bar basıncına ulaştığında irtifa olarak 9.000 metre görüldü. Test sırasında GPS den konum verisi, basınç sensöründen basınç verisi, sistemin genel sıcaklık verisi ve basıncıdaki değişikliklerle kazanılan irtifa verisi sürekli ve doğru bir şekilde alındı. Basınç azaldıkça irtifa arttı ve ilk ayrılma sistemi apogee noktasında patladı ikinci patlama ise 750 metrede gerçekleşmiştir. Sistem sağlıklı bir şekilde çalışmıştır. Bu test sonucunda algoritmanın roketin uçuşunda da sağlıklı veri göndermesi öngörülmüştür.

Test videosu için:

<https://youtu.be/-mqP57EqrFc>



Aviyonik Kart Sıcaklık Testi

Roket gövdesi üretildikten sonra ana aviyonik bilgisayar çalıştırılarak roket gövdesinin içine koyulup atış şartlarına olabildiğince yakın koşullar sağlandıktan sonra sensörler üzerindeki sıcaklığın sistemde bir sıkıntı oluşturup oluşturmadığı test edildi. Ktr de belirtilmiş olan termal kamera okuldaki donanımsal arıza yüzünden kullanılamadı. İtfaiyenin termal kamaresi kullanıldı ama biraz daha hassas ve daha doğru bir test için aviyonik kartı gövdeye yerleştirip güneşin altında açık havada her bir saatte bir sensörlerin ve devre kartının sıcaklık ölçümü yapıldı. Test sonucunda herhangi bir sorunla karşılaşılmadı.

Test videosu için:

<https://youtu.be/NVX9QhwWMOc>



Aviyonik Mesafe Testi

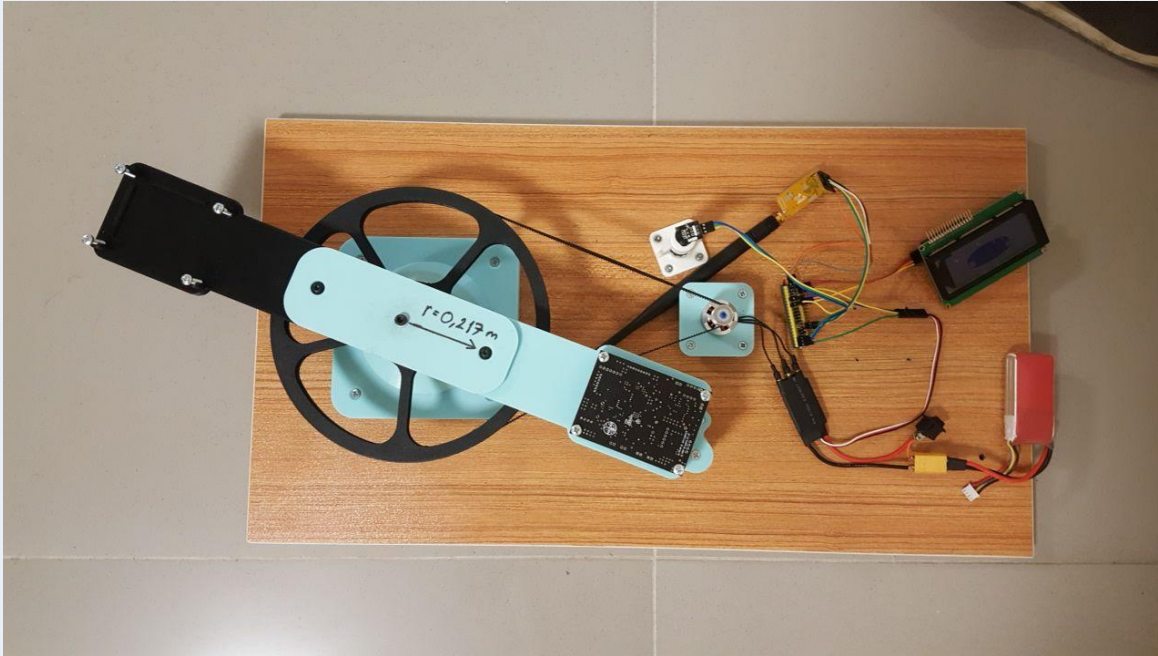
Bu testi gerçekleştirirken iki gruba ayrılınındı. Birinci grup yer istasyonu için Denizli ili Saruhan köyünde diğer grup veriyi göndermek için yer istasyonundan kuş uçuşu 7.5 km uzaklıkta bir alanda test için konumlandı. İkinci grup aviyonik bilgisayarı çalıştırdığında yer istasyonuna antenler aracılığıyla sıcaklık, konum, uydu, basınç ve irtifa verileri sağlıklı bir şekilde aktarıldı. Böylece aviyonik menzil testi başarıyla sonuçlandı.

Test videosu için:

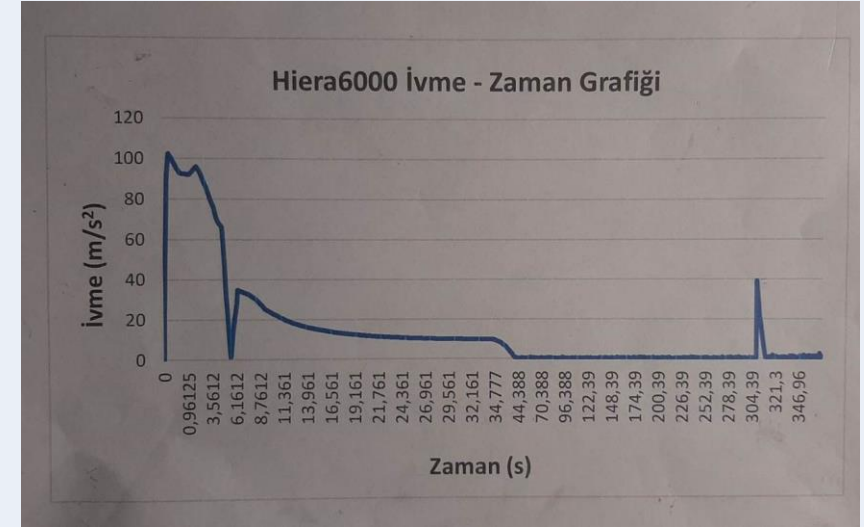
<https://youtu.be/InhpfU7AuQ>



Aviyonik Kart İvme Testi



Pamukkale Üniversitesi Bünyesinde hazırlamış olduğumuz ivme sensörü test düzeneği kullanılmıştır. Düzenek pilotların ivme testi ve santrifüj makineleri temel alınarak yapıldı. Sistemin bir tane fırçasız motor üzerine GT2 kasnak bağlanarak kayış kasnak düzeneği ile dönmesi sağlandı. Bu sayede kollardan birisinde bulunan aviyonik bilgisayar üzerinde yaklaşık 140 m/s^2 lik bir ivme oluşturuldu. OpenRocket dosyasından alınan verilerle düzenekte oluşturulan veriler karşılaştırılarak sistemin güvenli bir şekilde çalışabileceği gösterildi.



Test videosu için:

<https://youtu.be/JDmKiwwTk5w>



Kamera Menzil Testi



Kamera menzil testinin siparişini verdiğimiz kamera henüz elimize ulaşmadığı için gerçekleştiremedik onun dışında fotoğrafta görülen tüm kamera ekipmanları elimize ulaşmıştır. Bayram sonrası kamera elimize ulaştığında kamera menzil testi de gerçekleştirilecektir.

Öngörülen Acil Durumlar ve Müdahale Planları	
<u>Montaj Günü Öngörülen Acil Durumlar ve Müdahale Planları</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Çalışma alanında bulunacak kesici aletler vb. durumlardan dolayı paraşütlerin, paraşüt iplerinin yırtılma durumuna karşı paraşüt, paraşüt ipi ve şok kordonu yedekleri bulundurulacaktır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Motor kundağının karton olduğundan ezilme, bükülme olabileceği için yedeği bulundurulacaktır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Her ihtimale karşı yedek kara barutun yedeği bulundurulacaktır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Aviyonik sistem bilgisayarının ve yedeğinin de çalışmaması durumunda kullanıma hazır 2 adet yedek bilgisayar hazırda bulundurulacaktır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Tüm bağlantı elemanlarının yedekleri bulundurulacaktır. • Gerekli alet-edevat (Gravür seti, tornavida-alyan takımı vb.), makine-teçhizat (3D yazıcı, matkap vb.) bulundurulacaktır.
<u>Yarışma Günü Öngörülen Acil Durumlar ve Müdahale Planları</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Alınacak tüm yedek parça önlemlerine rağmen; yedeklerin unutulması, yedeklerin de zarar görmesi, alet-edevat ve makine-teçhizat grubunda oluşabilecek hasarlar göz önüne alınarak yakın çevrede parça tedariği yapılabilecek yerlerin listesi yapılacaktır. • GPS verilerinde kayıp olması durumunda; son ölçülen konumdan tahmini düşüş noktası hesapları hazır bulundurulacaktır.

Yarışma Alanı Planlaması

Hazar Takımı Yüksek İritifa Takımı İş Planı	
• Takım kaptanı	Mehmet Serhat DURAS
• Atış alanı sorumlusu	Cem TOPUK
• Atış sorumlusu	Egemen MERT
• Atış sonrası sorumlusu	Mertcan UYSALER

Montaj alanına ulaşıldığında öncelikli olarak Mekanizmalar test edilecek. Test işlemi mekanik koordinatörü olan Egemen Mert ve Elektronik koordinatörü Cem Topuk tarafından gerçekleştirilecek. Testler; Ayrılma mekanizması, paraşüt açılımı, telsiz, yer istasyonu, altimetre cihazının yerleştirildiği mekanizmayı barındıracaktır.

- Aviyonik sistem kontrolleri ise, kartların çalışma durumlarının kontrolü, telemetri verilerinin iletimi, telemetri verilerine bağlı olarak GPS verilerinin kontrolü ve yedek bilgisayar denemeleri ile gerçekleştirilecektir.

Yarışma Alanı Planlaması

Riskin Tanımı	Riskin Detayı	Çözüm Detayı
Burun shoulderının gövdeye alıştırmasının henüz bitmemesi	Motor tercihinin geç açıklanması ve üretim bayram öncesine kaldığı için torna da müsaitlik durumu bulunamadı.	Burun konisini 4 Ağustos tarihinde Beyaz Torna firmasına gidilerek shoulder kısmı tornaya geçirelerek talaş alındıktan sonra gövdeye alıştırması gerçekleşecektir.
Faydalı yükün içerisinde bulunan kameranın henüz gelmemesi	Kamera yurtdışından sipariş edildiği için henüz Türkiye'ye ulaşmamıştır.	Siparişin 10 Ağustos tarihinde gelmesi öngörülüyor. Beklenen durum gerçekleşmediği takdirde Türkiye'den muadil kamera siparişi verilecektir.

**Burun shoulderının risk durumu 11. sayfada açıklanmıştır.

**Faydalı yük kamerasının tedariki durumu 12. sayfada açıklanmıştır.