

# TEKNOFEST 2020

## ROKET YARIŞMASI

### *FENİKS Roket Takımı*

## Atışa Hazırlık Raporu (AHR)

# Takım Yapısı

Feniks Roket Takımı, tamamı Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi mensubu 6 Elektrik Elektronik Mühendisliği lisans öğrencisi, 3 Makine Mühendisliği lisans öğrencisi ve 1 akademik danışman olmak üzere toplamda 10 kişiden oluşmaktadır. Takımdaki görev dağılımı aşağıda bulunan tablodaki gibidir. Kritik Tasarım aşamasına göre Yazılım ekibinden Büşra Çağlıyan takımdan ayrılmıştır.



**TAKIM KAPTANI**

Muzaffer Mert ÇAYLAK

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf Öğrencisi

muzaffercaylak@hotmail.com

**YARDIMCI KAPTAN**

Mustafa Kemal AŞKIN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 4. Sınıf Öğrencisi

16050511059@ybu.edu.tr

**AKADEMİK DANIŞMAN**

Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

akaraarslan@ybu.edu.tr

## ELEKTRONİK

### • AVİYONİK



Fahri ESEN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Elektrik Elektronik Mühendisliği 4. Sınıf Öğrencisi  
fahri9esen@hotmail.com



Özlem ŞENTÜRK

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf Öğrencisi  
ozlemsenturk98@gmail.com

## ELEKTRONİK

### • KURTARMA



Anıl YILMAZ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf Öğrencisi  
16050511028@ybu.edu.tr



Muhammed Seyda ÖZDEMİR

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Elektrik Elektronik Mühendisliği 4. Sınıf Öğrencisi  
muhammedseyda66@gmail.com

## MEKANİK



İsmail Okan KESKİNKAYA

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Makine Mühendisliği 4. Sınıf Öğrencisi

okan.keskinkaya@gmail.com



Mehmet ÇEVİK

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Makine Mühendisliği 4. Sınıf Öğrencisi

mehmetcevik96@hotmail.com



Özer ÇETİN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Makine Mühendisliği 4. Sınıf Öğrencisi

ozelhancetin@gmail.com

- Kritik Tasarım aşamasında M6 olarak belirlenen merkezleme halkası-2 ve aviyonik sabitlemelerde bulunan cıvata delikleri Atış Hazırlık aşamasında M4 olarak değiştirilmiştir. Bunların karşılığı olarak gövde üzerinde bulunan cıvata delikleri de aynı şekilde M4 olarak güncellenmiştir. Bu değişimin nedeni kullanılacak olan ray butonlarının M4 cıvata deliklerine sahip olması ve ray butonlarının söz konusu olan noktalara montajlanacak olmasıdır.
- Ray butonlarının koordinatları merkezleme halkası-2 ve aviyonik sabitlemelere gelecek şekilde değiştirilerek güvenlik artırılmıştır.
- Roket gövdesine sığabilmesi ve rahat açılabilmesi amacı ile istenilen güvenli aralığa sabit kalınarak ana paraşütün çapı 350 cm'den 280 cm'ye düşürülmüştür. Benzer şekilde ana paraşüt iplerinin uzunluğu 384 cm'den 315 cm'ye düşürülmüştür.
- Kritik Tasarım aşamasında rengi turuncu olarak belirlenen sürüklenme paraşütü, stoklarda yeterli kumaş olmaması nedeni ile turuncu-beyaz-lacivert olarak, rengi siyah olarak belirlenen ana paraşüt, lacivert olarak güncellenmiştir.
- Kritik Tasarım aşamasında 2mm olarak belirlenen paraşüt ipi kalınlıkları güvenliği artırmak amacı ile 4mm olarak güncellenmiştir.
- Yaylı kurtarma sisteminde kullanılması planlanan yayların çok sert olması ve sıkıştırılamaması nedeni ile daha hafif yaylara geçiş yapılmıştır.

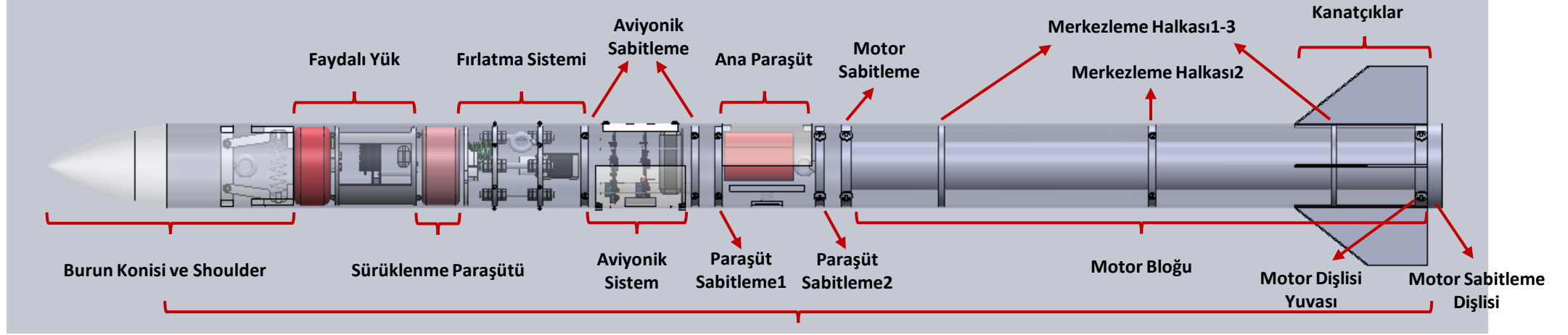
- Kritik Tasarım aşamasında Horpa Hidrolik firmasında üretilmesi planlanan gövde ve alt parçalar aynı üretim şekli ile MCM Savunma firmasında üretilmiştir. Bu değişikliğin nedeni Horpa Hidrolik firmasındaki makinenin boyutlarının yetmemesidir. MCM Savunma firmasındaki makineler daha uygun ve daha kalitelidir.
- Kritik Tasarım aşamasında CCH Teknoloji firmasında üretilmesi planlanan 3D baskıların bir kısmı yetişmemesi nedeni ile aynı üretim şekli ile 3B4M 3D Printer Teknolojileri firmasında üretilmiştir.

## Üretim ve Tedarik Tablosu

Malzeme	Tedarik Durumu	Tedarik Yüzdesi	Üretim Durumu	Üretim Yüzdesi	Tamamlanma Tarihi
Burun Konisi	Tedarik Edildi	%100	Üretildi, boyama işlemleri kaldı	%100	21.08.2020
Gövde ve Alt Sistemler	Tedarik Edildi	%100	Üretildi, boyama işlemleri ve yanlış üretilen parçaların yenilenmesi kaldı	%90	21.08.2020
Kanatçıklar	Tedarik Edildi	%100	Üretildi, boyama işlemleri kaldı	%100	21.08.2020
Yaylı Kurtarma Sistemi	Tedarik Edildi	%100	Üretildi	%100	24.07.2020
Aviyonik Sistem	Tedarik Edildi	%100	Üretildi, algoritma iyileştirme çalışmaları devam ediyor	%100	21.08.2020
Paraşütler	Tedarik Edildi	%100	Üretildi, test sonuçlarına göre faydalı yük paraşütü yeniden üretilecek	%90	21.08.2020
Faydalı Yük	Tedarik Edildi	%100	Üretildi, algoritma iyileştirme çalışmaları devam ediyor	%100	21.08.2020
3D Baskılar	Tedarik Edildi	%100	Üretildi, düzeltilmesi gereken parçalar yeniden üretilecek	%90	21.08.2020



# OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm

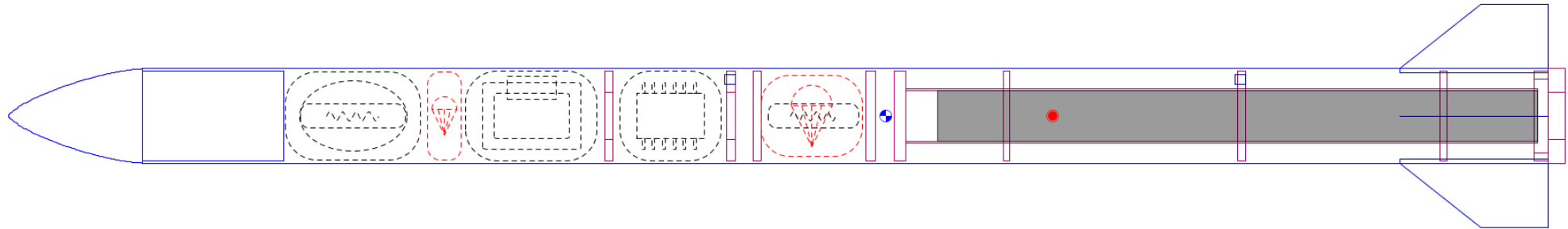


Rocket  
Length 232 cm, max. diameter 14 cm  
Mass with motors 28582 g

Gövde

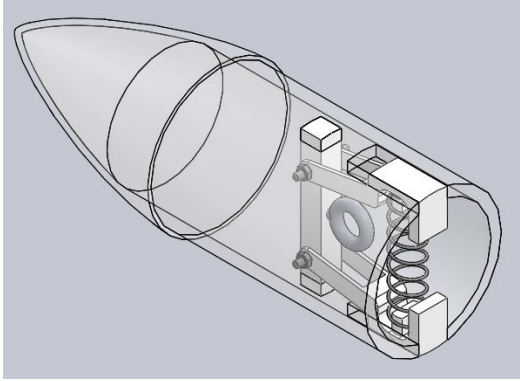
Stability: 1,77 cal  
CG: 131 cm  
CP: 155 cm  
at: 1/40,30

Apogee: 2974 m  
Max. velocity: 259 m/s (Mach 0,78)  
Max. acceleration: 84,4 m/s<sup>2</sup>

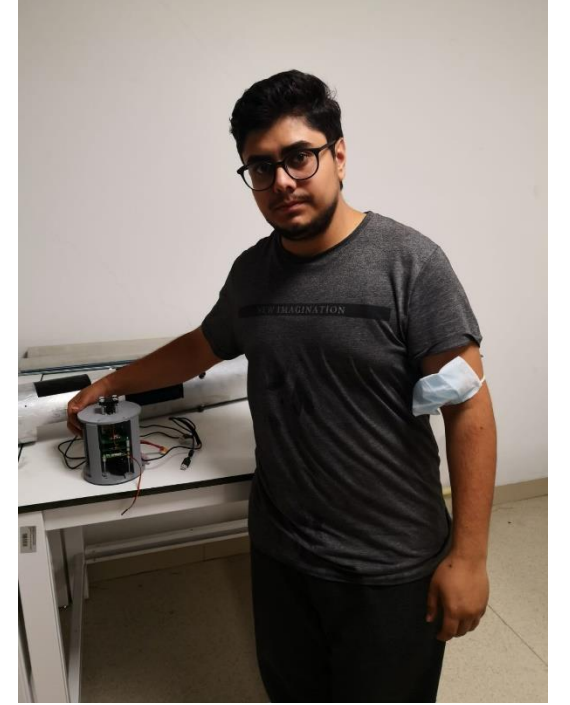
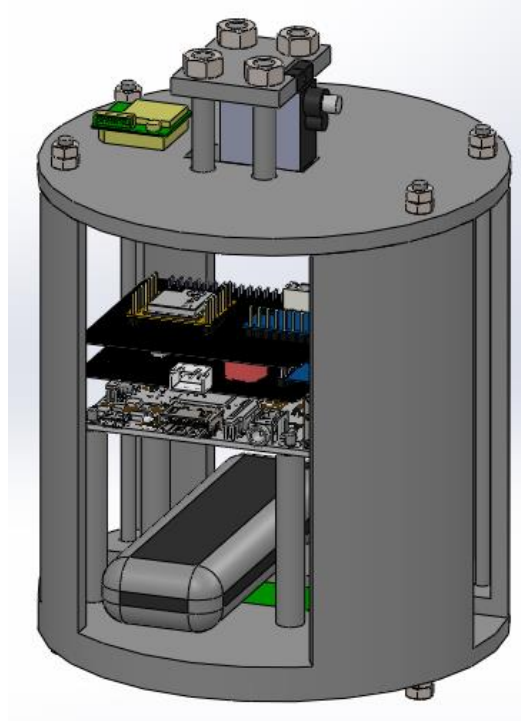


# Roket Alt Sistemleri

## Mekanik Görünümleri ve Detayları

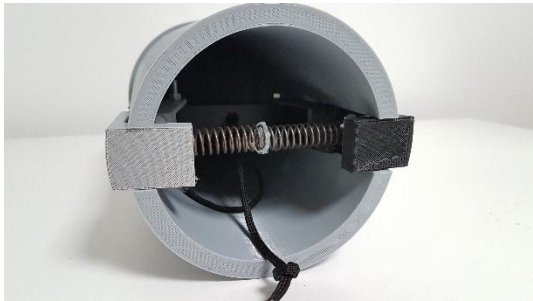


- Burun konisi üretimi sadece boyama ve pürüzsüzleştirme işlemleri kalacak şekilde 3B4M 3D Printer Teknolojileri tarafından %100 tamamlanmıştır. 21.08.2020 tarihine kadar boyama işlemleri tamamlanacaktır.



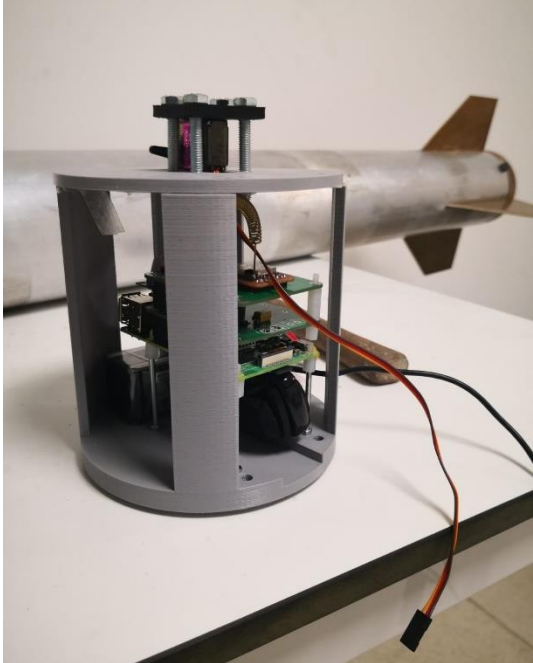
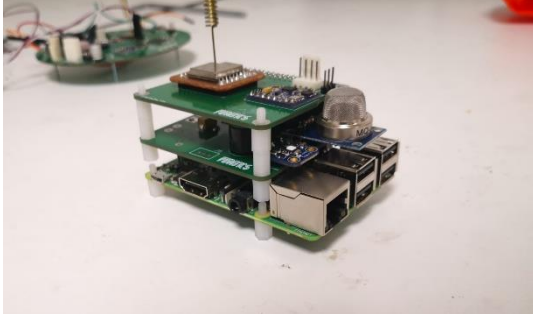
- Faydalı yükte kullanılacak olan tüm malzemeler temin edilmiş olup kap ve devre %100 üretilmiştir. Yapılan testler sonucunda görüntü işleme ile istenen yere indirmek için paraşüt üretimi 21.08.2020 tarihine kadar tekrarlanacaktır.

# Burun – Detay



- Burun konisi üretiminde darbe dayanımı yüksek olması ve atış alanı şartları göz önüne alınarak yüksek erime sıcaklığına sahip olması nedeni ile ABS plastik malzemesi tercih edilmiştir. Test Hazırlık aşamasında gerçekleştirilen ABS çekme testi ile malzeme dayanıklılığı kanıtlanmıştır.
- Geometri olarak Haack Series geometrisi seçilmiştir. Toplam uzunluk 410 mm, koni uzunluğu 200 mm, koni çapı 140 mm, koni et kalınlığı 5 mm, shoulder uzunluğu 210 mm, shoulder çapı 133 mm ve shoulder et kalınlığı 10 mm olarak belirlenmiştir.
- Shoulder uzunluğunun roket çapının 1.5 katı olmasının yanı sıra ek güvenlik önlemi olarak yaylı sıkıştırma sistemi kullanılmıştır. Yay olarak çelik yay tercih edilmiştir.
- Paraşüt açıldığında burun konisi ve gövde arasındaki bağlantıyı sağlamak amacıyla askı parçasına mapa yerleştirilecektir.
- Kritik tasarım aşamasında CCH Teknoloji tarafından ücretsiz olarak yapılması planlanan burun konisi üretimi, yetişmemesi nedeni ile 3B4M 3D Printer Teknolojileri tarafından yapılmıştır. Burun konisi üretimi %100 tamamlanmış olup, boyama ve yüzey pürüzsüzleştirme işlemleri kalmıştır. 21.08.2020 tarihine kadar boyama işlemleri tamamlanacaktır.
- Burun konisini anlatan video hazırlanmış ve Youtube kanalına '<https://youtu.be/xwSKd-UNE7Y>' linki ile yüklenmiştir.

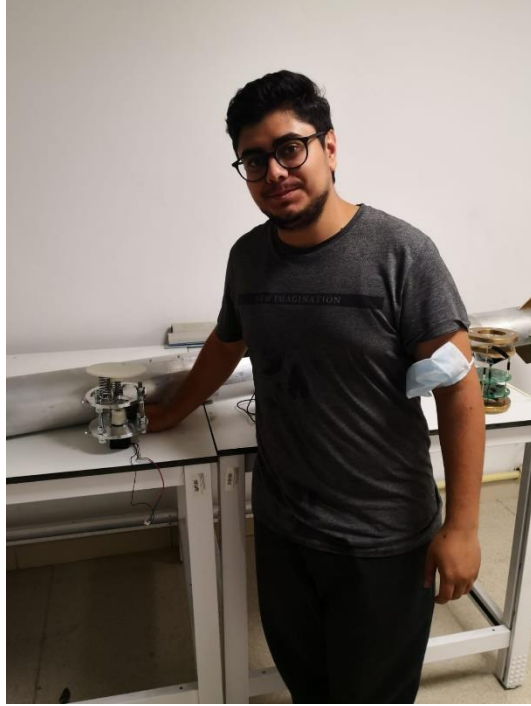
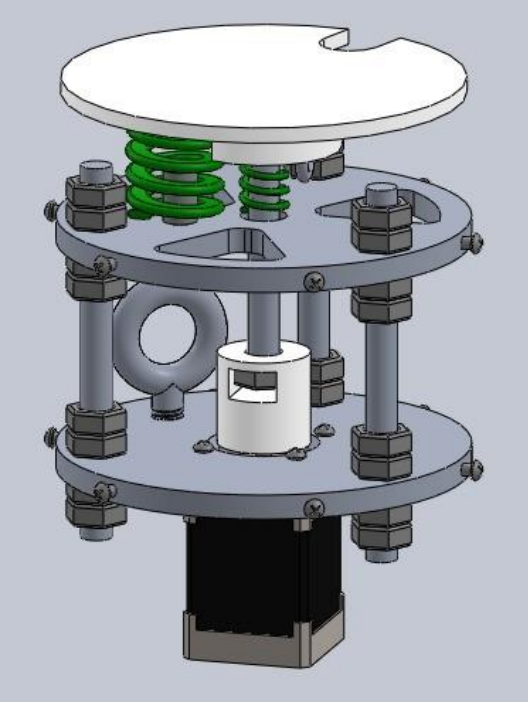
# Faydalı Yük ve Faydalı Yük Bölümü – Detay



- Faydalı yük olarak 4 kg kütleye sahip, maksimum irtifada roketten ayrılan ve kendi paraşütü ile inişini tamamlayan bir model uydu üretilmiştir.
- Gövde, ABS plastik malzemesi kullanılarak 3D baskı ile oluşturulmuştur. Devre kartlarının baskısı hazırlanmıştır. Algoritma iyileştirme çalışmaları devam etmektedir.
- Oluşan sistem 4kg olmadığı için ekstra yük eklenecektir. Terazide oluşabilecek kalibrasyon sorunlarından dolayı tam 4kg olarak ayarlanmayıp +10gr ilave edilecektir.
- Konum olarak burun konisi ile yaylı kurtarma sistemi arasına yerleştirilmiştir. Zirve noktasında yaylı kurtarma sisteminin tetiklenmesi ile açılacak olan burun konisinden dışarı çıkacak ve kendi paraşütü ile inişini tamamlayacaktır.
- Sensör testleri başarıyla gerçekleştirilmiş olup, GPS destekli görüntü işleme ile istenilen konuma indirilmesi çalışmaları devam etmektedir. Başarısız olunması durumunda paraşüt ile serbest düşüş gerçekleştirilecek ve arama çalışmaları ile konum tespiti yapılacaktır.
- Görüntü işleme denemelerini içeren video Youtube kanalına '<https://youtu.be/dDRY4S4tiBo>' linki ile yüklenmiştir.



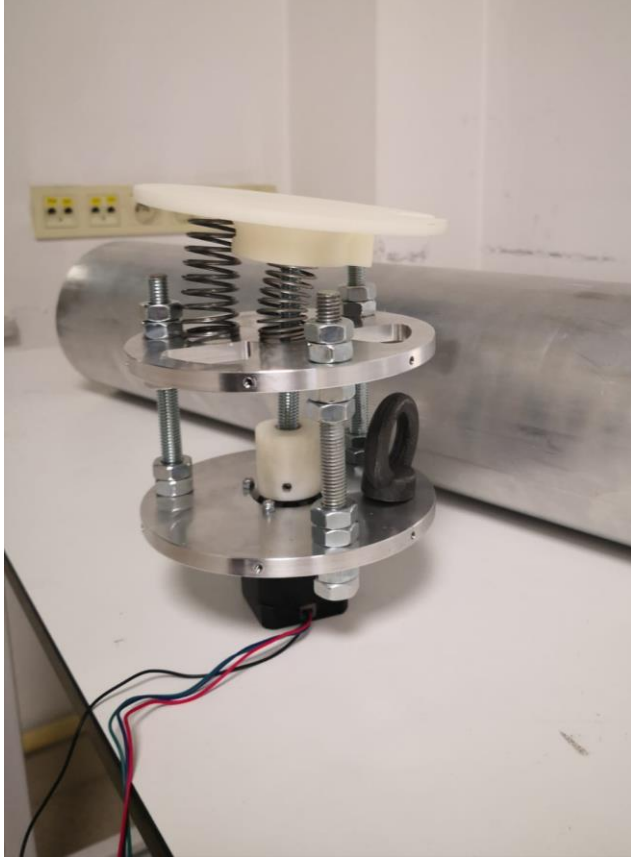
# Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



- Yaylı kurtarma sistemi ve selenoid motorlu kurtarma sistemleri üretimi %100 tamamlanmıştır.



- Sürüklenme paraşütü ve ana paraşüt üretimi %100 tamamlanmış olup faydalı yük paraşütü test amaçlı üretilmiştir. İstenilen konuma indirme işlemi başarılı olur ise faydalı yük paraşütü 21.08.2020 tarihine kadar yeniden üretilacaktır.

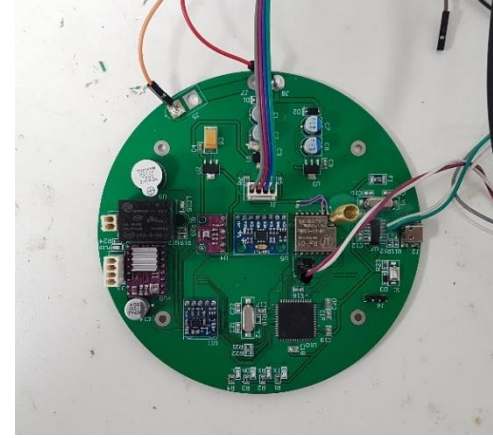
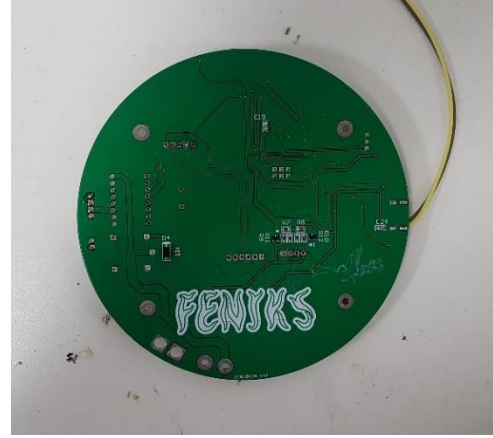
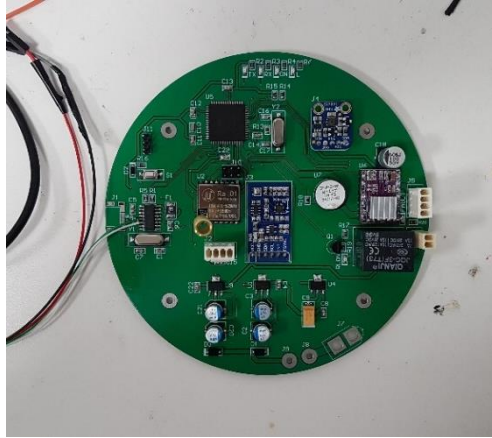


- Sürüklenme paraşütü ayrılma sistemi ve ana paraşüt ayrılma sistemi olmak üzere 2 farklı ayrılma sistemi oluşturulmuştur.
- Sürüklenme paraşütü ayrılma sistemi, zirve noktasında step motorun ana uçuş bilgisayarı tarafından tetiklenmesi ile çalışmaktadır. Motorun somunu çevirmesi sonucu vidalı mil serbest kalmakta ve sıkışmış yayın enerjisi ile burun konisi ve faydalı yük dışarı itilerek sürüklenme paraşütünün açılması sağlanmaktadır. Rokete montajı vidalama ile olmaktadır. Test Hazırlık aşamasında yapılan testlere göre Kritik Tasarım aşamasında belirlenen yayların çok sert olduğu ve sıkıştırılamadığı gözlemlenmiştir ve bu nedenle daha hafif yaylara geçiş yapılmıştır. Üretimi %100 tamamlanmıştır.
- Ana paraşütün çıkışını sağlayacak olan sistem mekanik itmeye ve elektronik kilitlemeye sahiptir. Sistemde 2 adet DC selenoid motor, sıkıştırılabilir yay, itici parça ve paraşüt sabitleme halkaları bulunmaktadır. Sistemde bulunan selenoid motorlar, paraşüt sabitleme halkalarının içine monte edilmektedir. Kapakta bulunan yuvalara motorların dilleri girerek kilitleme işlemi sağlanmaktadır. Gövde ile kapak arasına sıkışan yaylarda enerji depolanarak fırlatmaya hazır hale gelmektedir. Roket sürüklenme paraşütü ile inişini gerçekleştirirken 400 m irtifaya geldiğinde ana uçuş bilgisayarından alınan yükseklik verisine göre selenoid motorlar tetiklenecek ve kapak açılıp yay serbest kalarak ana paraşütü itecektir. Üretimi %100 tamamlanmıştır.



- Sürüklenme paraşütü, ana paraşüt ve faydalı yük paraşütü olmak üzere 3 adet paraşüt üretilmiştir.
- Kritik Tasarım aşamasında söylenmiş olan renkler stok durumundan dolayı değiştirilmiştir. Sürüklenme paraşütü 100 cm çapa ve 85 cm ip uzunluğuna sahiptir ve turuncu-lacivert-beyaz ripstop kumaş ile üretilmiştir. Ana paraşüt boyutu, rokete sığabilmesi ve rahat açılabilmesi amacıyla istenilen güvenli aralığa sabit kalınarak 350 cm'den 280 cm'ye düşürülmüştür ve lacivert ripstop kumaş ile üretilmiştir. İp uzunluğu 384 cm'den 315 cm'ye düşürülmüştür.
- Hava akışını sağlamak amacı ile sürüklenme paraşütünde 10 cm, ana paraşütte 28 cm kubbe deliği yapılmıştır.
- Paraşüt ipi olarak 4mm kalınlığa sahip lacivert Paracord 550Lb ip tercih edilmiştir. Bir ip içerisinde 7 farklı ip vardır ve istenilen dayanıklılık oranlarını sağlamaktadır. Alınan sitede 220 kg çekme kapasitesine sahip olduğu belirtilmektedir.
- Açılma anındaki şoku absorbe etmesi amacıyla 5 cm kalınlığa sahip şok kordonu kullanılmıştır. Güvenli mesafeyi korumak için şok kordonu uzunluğu sürüklenme paraşütü için 2m, ana paraşüt için 3m olarak ayarlanmıştır.
- Paraşüt dilimleri kağıda çıktı alınarak kalıp oluşturulmuş ve her bir parçanın birleştirilmesi ile 12 dilimli olarak terzide üretilmiştir. Uçuş sırasında dikişlerde herhangi bir açılma olmaması için çift katlı olarak dikilmiştir.
- Paraşütleri anlatan video hazırlanmış ve Youtube kanalına '<https://youtu.be/VoJQ2LrG1ZY>' linki ile yüklenmiştir.





- Ana uçuş bilgisayarı ve yedek uçuş bilgisayarı üretimi %100 tamamlanmıştır. Algoritma iyileştirme ve paketleme çalışmaları devam etmektedir. 21.08.2020 tarihine kadar tamamlanacaktır.

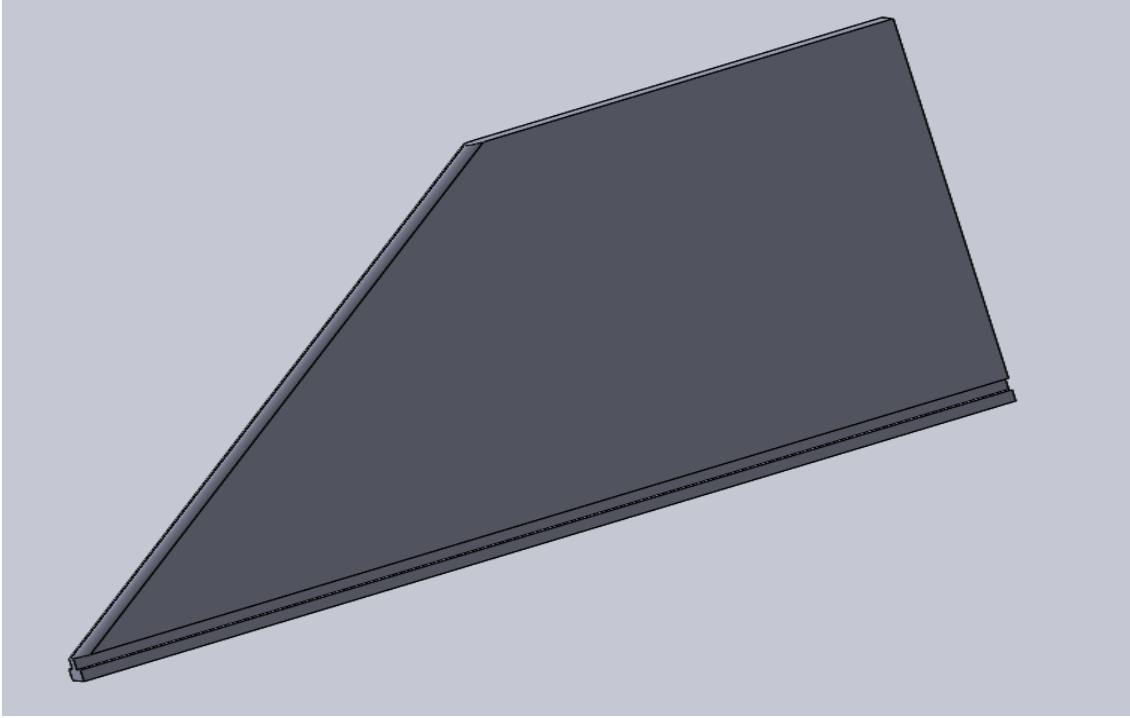
# Aviyonik Sistem – Detay



- Yer istasyonuna veri akışı sağlamak ve gerekli parametreleri kontrol ederek kurtarma sistemini tetiklemek amacı ile ana uçuş bilgisayar ve yedek uçuş bilgisayar olmak üzere 2 farklı devre tasarımı ve üretimi yapılmıştır.
- Ana uçuş bilgisayarında Atmega2560 mikrokontrolcü, Lora Ra-01 haberleşme modülü, Telit SC872-A GNSS konum belirleme modülü, BMP180 ve MPU9255 içeren 10DOF çoklu sensör kartı ve Adafruit SI7021 sıcaklık ve nem sensör kartı kullanılmıştır.
- Yedek uçuş bilgisayarında Atmega2560 mikrokontrolcü, Lora Ra-01 haberleşme modülü, Telit SC872-A GNSS konum belirleme modülü, BMP280 basınç sensörü, MPU6050 ivme sensörü ve HMC5883L pusula sensörü kullanılmıştır.
- Her iki uçuş bilgisayarına güç ayrı ayrı 11.1V 3S 1750mAh Lipo bataryalardan sağlanmaktadır.
- Her iki uçuş bilgisayarında da veriler yer istasyonunda bulunan arayüze kaydedilmektedir.
- Aviyonik sistemlerin aktifleştikten emin olmak ve roket yere inişini tamamladığında konumunu daha kolay bulmak amacı ile devrelere buzzer eklenmiştir.

- Ana uçuş bilgisayarı ile yedek uçuş bilgisayarı arasında herhangi bir bağlantı bulunmamaktadır. Veriler farklı sensörlerden elde edilmektedir.
- Her iki uçuş bilgisayarı da roket rampada iken aviyonik kapağında bulunan anahtarlar ile aktifleştirilecektir ve uçuş başlangıcından kurtarma işlemi tamamlanana kadar yer istasyonuna veri aktarmaya devam edecektir. Ana uçuş bilgisayarının çalışmaması, sensörlerin yanlış veri okuması veya bataryanın bitmesi durumunda kurtarma sistemlerinin kontrolü yedek uçuş bilgisayarına geçecektir. Bu geçiş, iki bilgisayarda da kullanılan Lora haberleşme modülleri ile sağlanacaktır. Ana uçuş bilgisayarından sürekli olarak yedek uçuş bilgisayarına kablosuz bir şekilde sinyal gönderilecek ve bu sinyal değerlendirilerek gerekli durumlarda yedek uçuş bilgisayarının kurtarma sistemlerini kontrol etmesi sağlanacaktır.
- Kurtarma sisteminin tetiklenmesinde MPU9255 ve BMP180 içeren 10DOF IMU sensör görev almaktadır. Zirve noktasına ulaşıldığında basınç sensöründen elde edilen yükseklik ve hız verilerine göre burun fırlatma sistemi aktifleştirilerek kurtarmanın ilk adımı tamamlanacaktır. Sürüklenme paraşütü ile 400m irtifaya gelindiğinde basınç sensöründen elde edilen yükseklik verisine göre ana paraşütün açılması sağlanacaktır. Yedek uçuş bilgisayarındaki veriler MPU6050 ve BMP280 sensörlerinden alınacaktır.
- Tüm sistemler yedekli olarak %100 üretilmiştir. Algoritma iyileştirme ve paketleme çalışmaları devam etmektedir. 21.08.2020 tarihine kadar tamamlanacaktır.
- Aviyonik sistemleri anlatan video hazırlanmış ve Youtube kanalına '<https://youtu.be/v7tyqaIN5bg>' linki ile yüklenmiştir.

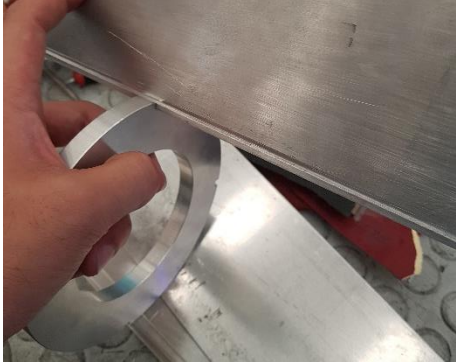
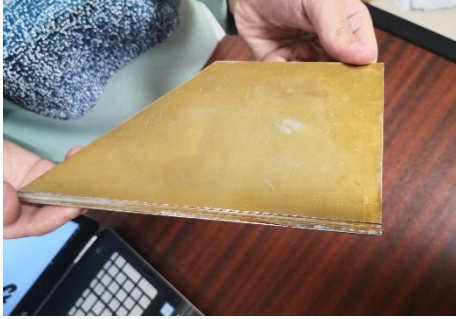
# Kanatçıklar Mekanik Görünüm



- Kanatçık üretimi sadece boyama işlemleri kalacak şekilde MCM Savunma tarafından %100 tamamlanmıştır. Boyama işlemleri 21.08.2020 tarihine kadar tamamlanacaktır.



# Kanatçıklar – Detay



- Alüminyum6082 malzemesi ve yuvarlatılmış delta modeli kullanılarak 4mm genişlik, 80mm üst uzunluk, 220mm alt uzunluk ve 95 mm yükseklik boyutlarına sahip toplam 4 adet kanatçık üretilmiştir.
- Kanatçıkların alt kısmında 6mm uzunluğuna sahip bir çıkıntı oluşturulmuştur. Bu çıkıntının üzerine gövde tüpü kalınlığı 4 mm olan ve 0,6 mm genişliğinde 2 adet kanal açılmıştır. Bu açılan kanalların gövde tüpüne geçirilmesi için gövdede, merkezleme halkasında ve motor sabitleme dişli yuvasında bu ölçülerle uyumlu 4 adet bölge oluşturulmuştur.
- Kanatçıkların montajlanması için öncelikle motor dişli yuvası ve merkezleme halkaları montajlanmış olmalıdır. Bu parçaların montajı bittikten sonra motor dişli yuvası, merkezleme halkası 1 ile gövdede açılan yuvaların oluşturduğu uyumlu kanal ve kanatçığın altında oluşturulan kanal sıkı geçme ve yapıştırıcı ile montajlanacaktır. Motor sabitleme dişlisi takılarak montaj bitirilecektir.
- Kritik Tasarım aşamasında yapılan analizler ve Test Hazırlık aşamasında yapılan Alüminyum6082 çekme testleri ile kanatçıkların dayanıklılığı kanıtlanmıştır.
- Üretimler sadece boyama işlemleri kalacak şekilde frezeleme yöntemi ile MCM Savunma tarafından yapılmıştır. Boyanın daha iyi tutması ve korozyondan korunması için parçalar üzerine kaplama yapılmıştır. Boyama işlemleri 21.08.2020 tarihine kadar tamamlanacaktır.



Montaj işlemleri sırası ile şu şekilde gerçekleştirilmektedir:

1. Aviyonik sabitlemeler, gövdenin z-ekseninde 1210mm ve 1390mm koordinatlarına gelecek şekilde ilgili parçalarda oluşturulan metrik deliklere 8 adet M4 yuvarlak başlı yıldız cıvata ile montajlanacaktır.
2. Motor sabitleme halkası gövdeye montajlanacaktır.
3. Mapa, paraşüt sabitlemeye montajlanacaktır. Mapanın montajından sonra paraşüt sabitlemeler gövdenin z-ekseninde 1000mm ve 1170mm koordinatlarına gelecek şekilde ilgili parçalarda oluşturulan metrik deliklere 4 adet M6 ve 4 adet M10 yuvarlak başlı yıldız cıvata ile montajlanacaktır.
4. Merkezleme halkaları motor bloğunun z-ekseninde 150mm, 450mm ve 800mm koordinatlarına yapıştırıcı ile montajlanacaktır.
5. Motor bloğuna montajlanan parçalarla oluşan yapı, 4 adet M4, 4 adet M6 ve 4 adet M10 yuvarlak başlı yıldız cıvata ile gövdeye montajlanacaktır.
6. Motor dişli yuvası, gövdenin z-ekseninde 0mm koordinatında 4 adet M10 yuvarlak başlı yıldız cıvata ile gövdeye montajlanacaktır.

# Roket Genel Montajı



7. Aviyonik sistem, plastik izolatörler yapıştırılarak aviyonik sabitlemeler arasına yerleştirilecektir.
8. Üzerinde M6 olarak delinmiş ve dış açılmış delikler bulunduran büyük ve küçük aviyonik kapaklar, roket gövdesinde bulunan M6 olarak delinmiş ve dış açılmış delikler ile hizalanarak yerleştirilecektir. Ardından M6 yuvarlak başlı yıldız cıvatalar ile montajlanıp sabitlenecektir. Roketin aviyonik sistemlerinin aktifleştirilmesi küçük kapakta bulunan anahtar ile yapılacaktır.
9. Paraşüt sabitlemenin üst kısmında bulunan motor yuvasına selenoid motorlar sabitlenecektir. Ana paraşütü itecek olan parça bastırılıp altındaki yay sıkıştırılarak ana paraşüt bu parçanın üzerine konulacaktır ve paraşüt sabitlemede bulunan mapaya bağlanacaktır. Paraşüt kapağı gövdeye takılıp selenoid motorlar ile kilitlenmesi sağlanacaktır.
10. Fırlatma sistemi, burundan yerleştirilip gövde üzerindeki deliklere alt ve üst platformlarda bulunan M4 vida yuvalarının vidalanması ile montajlanacaktır. 6 adet alt platform için, 6 adet üst platform için toplam 12 adet vida kullanılacaktır.
11. Sürüklenme paraşütü burun konisi ile fırlatma sisteminde bulunan mapalara bağlanarak roketi yerleştirilecektir. Sürüklenme paraşütü yerleştirildikten sonra faydalı yük gövdeye yerleştirilecektir. Zirve noktasında roketten ayrılacağı için gövdeye herhangi bir bağlantı yapılmayacaktır.





12. Burun konisindeki mapa ile fırlatma sistemindeki mapa şok kordonu ile birbirine bağlanacaktır ve geçme yöntemi kullanılarak burun konisi gövdeye takılacaktır. Herhangi bir vidalama yapılmayacaktır. Yaylara baskı uygulanıp burun konisi gövdeye geçirilerek montajı tamamlanacaktır. Burun konisinde kullanılan yaylı yapı sayesinde roket gövdesine baskı oluşturularak burun konisinin sabit kalması sağlanacaktır.
13. Kanatçıklar, gövdeye açılan 220mm uzunluğundaki kanal ile kanatçığın alt tarafında bulunan parça sayesinde birbirine sıkı geçme ve yapıştırıcı ile montajlanacaktır. Ayrıca merkezleme halkası1'de bulunan yuva ile kanatçığın altında bulunan parçanın birbirine sıkı geçmesi ile ikinci bir kanat montajı yapılacaktır.
14. Son olarak hazır olan motor bloğunun içine motor yerleştirilecek ve motor sabitleme dişlisinin gövdeye montajı yapılarak montaj işlemleri tamamlanacaktır.
15. Altimetre montajı atış alanında aviyonik kapağı açılıp kapak içerisinde bulunan kutuya yerleştirilerek yapılacaktır.

Roket genel montajını içeren denemeler yapılmış olup Youtube kanalına '<https://youtu.be/ltUYLP4Qw5M>' linki ile yüklenmiştir.



# Roket Motoru Montajı



- Motor montajı için öncelikle motor sabitleme gövdeye vidalanmaktadır. Motor sabitleme montajının ardından sabitleme halkaları motor bloğuna geçirilmektedir. Motor bloğuna montajlanan parçalarla oluşan yapı, yuvarlak başlı yıldız cıvatalar ile gövdeye montajlanmaktadır. Daha sonra motor dişli yuvası, 4 adet M10 yuvarlak başlı yıldız cıvata ile gövdeye montajlanmaktadır. Kanatçıklar, gövdeye açılan kanallar ile gövdeye montajlanmaktadır. Son olarak hazır olan motor bloğunun içine motorun yerleştirilmesi ve motor sabitleme dişlisinin gövdeye montajlanması ile motor montaj ve roket montaj işlemleri tamamlanmaktadır.
- Gerekli durumlarda motor sabitleme dişlisinin gövdeden çıkarılması ile motor gövdeden kolaylıkla ayrılabilir.
- Motor montaj ve demontaj aşamalarını anlatan video hazırlanmış ve Youtube kanalına '<https://youtu.be/2GkoLcHz4xs>' linki ile yüklenmiştir.



# Atış Hazırlık Videosu



- Montaj günü roketin tüm montajları tamamlanacak ve atış günü aviyonik sistemlerin aktifleştirilmesi ile tamamen atışa hazır hale getirilecektir. Tasarlanan sistemler sayesinde en fazla 10 dakikada atışa hazır hale getirilebilmektedir. Roket rampaya takıldığında gövde üzerinde bulunan aviyonik kapağı açılacak ve kapak içerisindeki yuvaya altimetre yerleştirilecektir. Kapak kapatılmadan önce buton ile faydalı yükün elektronik sistemlerinin aktifleştirilmesi sağlanacaktır. Roket içerisindeki işlemler bittikten sonra aviyonik kapağı kapatılacak ve kapak üzerinde bulunan devre anahtarları ile ana uçuş bilgisayarı ve yedek uçuş bilgisayarı aktifleştirilerek atış hazırlık işlemleri tamamlanacaktır.
- Atış hazırlık aşamalarını anlatan video hazırlanmış ve Youtube kanalına '<https://youtu.be/nF2gvhPw83s>' linki ile yüklenmiştir.

- Yapısal/Mekanik Mukavemet Testleri kapsamında Kritik Tasarım aşamasında kanatçık akış analizi, roket akış analizi ve cıvata dayanım hesaplamaları, Test Hazırlık aşamasında ise Alüminyum6082 ve ABS çekme testleri yapılmıştır. Tüm testler ve analizler başarı ile sonuçlanmıştır.
- Atışa Hazırlık aşamasında ise gövde ve alt parçaların üretimi gerçekleştirilmeden önce MCM Savunma tarafından ana paraşüt sisteminin aktif hale gelmesi sonucu paraşütün uygulayacağı şok ile gövdede oluşan deformasyon oranı analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre maksimum 0.013mm yer değiştirme yaşanmıştır. Bu sonuç standartlar açısından uygundur. Uygulanan analiz ile gövdenin güvenilirliği kanıtlanmıştır.
- Kurtarma Sistemi Testleri kapsamında Test Hazırlık aşamasında paraşüt açılma, sürüklenme paraşütü ayrılma ve ana paraşüt ayrılma testleri gerçekleştirilmiştir. Tüm testler başarı ile sonuçlanmıştır.
- Atışa Hazırlık aşamasında ise paraşüt ipi dayanıklılık testi yapılmıştır. İpe çekme kuvveti uygulanmış ve uygulanan kuvvet ölçülerek kaç kg'a kadar dayanabildiği gözlemlenmiştir. Bu test ile ipin roketi taşıyıp taşıyamayacağını görmek amaçlanmıştır ve roketin kütlesinden daha fazla ağırlığa dayandığı görülmüştür. Test videosu '<https://youtu.be/OT5WMS-lme0>' linki ile Youtube kanalında yayınlanmıştır.

- Aviyonik Sistem Yazılım ve Donanım Testleri kapsamında Test Hazırlık aşamasında algoritma ve donanım testleri gerçekleştirilmiştir. Algoritma testleri ile yazılan kodların oluşturulan donanım ile uygunluğu test edilmiş ve başarı ile sonuçlandırılmıştır. Donanım testleri ile sensörlerin bireysel ve toplu halde çalışması test edilmiştir. Sensörlerin bireysel ve toplu halde çalışmaya uygun olduğu gözlemlenmiştir.
- Atışa Hazırlık aşamasında ise bu testler yinelenmiş ve aynı başarı ile sonuçlandırılmıştır. Test videoları Aviyonik-Detay başlığı altında yayınlanmıştır.
- Telekomünikasyon Testleri kapsamında yakın mesafe haberleşme ve uzak mesafe haberleşme testleri gerçekleştirilmiştir. Her iki testte de haberleşme sağlanmış ve başarılı bir sonuç elde edilmiştir.
- Test Hazırlık aşamasında gerçekleştirilen testlerin amaçları, yöntemleri, düzenekleri, sonuçları ve video linkleri tablo halinde paylaşılmıştır:

## Yapısal/Mekanik Mukavemet Testleri

Test	Alüminyum6082 Çekme Testi	ABS Çekme Testi	Kanatçık Akış Analizi	Roket Akış Analizi	Cıvata Dayanıklılığı Hesaplama
Amaç	Gövde ve alt parçalarda kullanılan Alüminyum6082 malzemesinin dayanıklılığını ölçmek	Burun konisinde kullanılan ABS plastik malzemesinin dayanıklılığını ölçmek	Uçuş sırasında kanatçıklara etki eden kuvvetlere karşı kanatçıkların durumunu analiz etmek	Uçuş sırasında rokete etki eden kuvvetlere karşı roketin durumunu analiz etmek	Bağlantı noktalarında kullanılan cıvataların uçuş sırasında etki eden kuvvetlere karşı dayanımını hesaplamak
Test Yöntemi	Test cihazı ile malzemelere çekme kuvveti uyulanmış ve kaç N kuvvet altında kırıldıkları hesaplanmıştır	Test cihazı ile malzemelere çekme kuvveti uyulanmış ve kaç N kuvvet altında kırıldıkları hesaplanmıştır	Simulasyon	Simulasyon	Matematiksel hesaplama
Test Düzenegi	BMT-E Series Çekme Makinesi ve ASTM-E8 Alüminyum6082 numunesi	BMT-E Series Çekme Makinesi ve ASTM-D638-Tip1 ABS numunesi	SolidWorks programı	SolidWorks programı	-
Sonuç	İstenilen dayanıklılık değerlerini sağlamaktadır	İstenilen dayanıklılık değerlerini sağlamaktadır	Kuvvetler karşısında kanatçıklar olumsuz etkilenmemektedir	Kuvvetler karşısında roket olumsuz etkilenmemektedir	Kullanılan cıvatalar uygulanan kuvvetlere karşı dayanıklıdır
Video Linki	<a href="https://youtu.be/5mLBHugFtEo">https://youtu.be/5mLBHugFtEo</a>	<a href="https://youtu.be/5mLBHugFtEo">https://youtu.be/5mLBHugFtEo</a>	<a href="https://youtu.be/vz0M7YhhtdM">https://youtu.be/vz0M7YhhtdM</a>	<a href="https://youtu.be/6PqBJzJgHB8">https://youtu.be/6PqBJzJgHB8</a>	-

## Kurtarma Sistemi Testleri

Test	Paraşüt Açılma Testi	Sürüklenme Paraşütü Ayrılma Testi	Ana Paraşüt Ayrılma Testi
Amaç	Roket içerisinden çıkan paraşütün açılma süresini, içerisine hava dolup dolmadığını ve iplerin karışıp karışmadığını test etmek	Burun konisi ve faydalı yükün itilip sürüklenme paraşütünün çıkmasını sağlayacak olan sistemin çalışırliğini test etmek	Ana paraşütün çıkmasını sağlayan sistemin çalışırliğini kontrol etmek
Test Yöntemi	Ripstop kumaş kullanılarak 1m çapa sahip paraşüt üretilmiş ve silindirik bir kabın içerisinde en üst kattan aşağı bırakılarak kronometre ile açılma süresi ölçülmüştür. Bir diğer yöntem olarak hareket halindeki arabanın penceresinden dışarı çıkarılarak içerisine hava dolması test edilmiştir	Step motora güç verilerek somun yuvasının dönmesi sağlanmıştır. Somun yuvasının dönmesi ile yay serbest kalmış ve yük platformu itme kuvveti uygulamıştır	Temsili olarak pimaş boru ile roket gövdesi oluşturulmuş ve üst kısmı kesilerek kapak açılmıştır. Gövde içerisine somun ve yay yapıştırılarak motor uçları bu somunlara yerleştirilmiştir. Motorlara güç verilmesi ile motor uçları somunlardan çıkmış ve yayın itmesi ile kapak ve temsili yük fırlamıştır
Test Düzenegi	Ripstop kumaş kullanılarak üretilmiş 1m çapa sahip paraşüt, paraşüt ipi, silindirik kap ve kronometre	Step motor, yay, somun, mil, 3D baskı ile üretilmiş ayrılma sistemi prototipi	2 adet selenoid motor, pimaş boru, yay, somun, paraşütü temsilen bir yük
Sonuç	Paraşütün içerisine rahatlıkla hava dolmuştur ve yüksek noktadan bırakıldığında istenen süre aralığında silindirik kap içerisinden çıkarak ipleri karışmadan açılmıştır	Step motorun tetiklenmesi ile kurtarma sistemi çalışmış ve yeterli itki sağlanmıştır. Kırılması düşünülen parçalarda herhangi bir sorun meydana gelmemiştir	Selenoid motorlara güç verilmesi ile kapak açılmış ve yayların etkisi ile üzerindeki parça fırlamıştır. Test başarılıdır
Video Linki	<a href="https://youtu.be/3uRSEaY7Wrg">https://youtu.be/3uRSEaY7Wrg</a>	<a href="https://youtu.be/qhkNno_baKc">https://youtu.be/qhkNno_baKc</a>	<a href="https://youtu.be/qhkNno_baKc">https://youtu.be/qhkNno_baKc</a>



## Aviyonik Sistem Yazılım ve Donanım Testleri

Test	Algoritma Testi	Donanım Testi
Amaç	Ana uçuş bilgisayarı ve yedek uçuş bilgisayarı için yazılan kodların ve kurtarma sistemini tetikleyecek olan algoritmanın doğru çalışmasını test etmek	Ana uçuş bilgisayarı ve yedek uçuş bilgisayarında kullanılan sensör ve diğer elektronik devre elemanlarının kontrolünü sağlamak ve stabil bir sistem oluşturmak
Test Yöntemi	Kodlar öncelikle her bir sensör üzerinde ayrı ayrı denenmiş olup daha sonra birleştirilerek toplu bir şekilde test gerçekleştirilmiştir	Öncelikle sensörler tek tek test edilmiştir. Bireysel testi başarı ile geçen sensörler çoklu teste alınarak çoklu çalışmaları kontrol edilmiştir. Breadboard üzerinde Arduino Mega ile gerçekleştirilen testlerden sonra baskı devre testlerine geçilmiş ve bu sayede baskı devre çiziminin doğruluğu test edilmiştir
Test Düzeneği	Ana uçuş bilgisayarı ve yedek uçuş bilgisayarı	Arduino Mega, Arduino Uno, Lora Ra-01, Telit SC872-A GNSS, 10DOF IMU Sensör, Adafruit SI7021, MPU6050, BMP280, HMC5883L, batarya, breadboard, PCB devre, kablo, asansör, elektrikli süpürge, araba
Sonuç	Yazılan kodlar her iki uçuş bilgisayarını da çalıştırmaktadır ve kurtarma sistemlerini tetikleyebilmektedir. Farklı algoritmalar oluşturularak her koşula karşı önlem alınmaktadır	Her bir sensör bireysel testi başarılı bir şekilde geçerek çoklu teste alınmıştır. Çoklu testler de başarılı bir şekilde tamamlanmış ve aviyonik sistemlerin düzgün çalıştığı kanıtlanmıştır
Video Linki	<a href="https://youtu.be/VOTx4y9QLPw">https://youtu.be/VOTx4y9QLPw</a>	<a href="https://youtu.be/VOTx4y9QLPw">https://youtu.be/VOTx4y9QLPw</a>

## Telekominikasyon Testleri

Test	Yakın Mesafe Haberleşme Testi	Uzak Mesafe Haberleşme Testi
Amaç	Ra-01 Lora modülü ile kablosuz haberleşme yapılıp yapılamadığını kontrol etmek	Ra-01 Lora modülü ile yapılan kablosuz haberleşmenin menzilini belirlemek
Test Yöntemi	Uçuş bilgisayarından test dataları göndererek yakın mesafe içerisinde yer istasyonu devresinde bu datalar gözlemlenmeye çalışılmıştır	Hareket halindeki araba ile uzak mesafelere gidilerek uçuş bilgisayarından gelen sensör ve GPS verilerinin kalitesi ve ne kadar uzaktan haberleşme sağlandığı test edilmiştir
Test Düzenegi	Ra-01 Lora modülü içeren uçuş kontrol kartı ve yer istasyonu devresi	Ra-01 Lora modülü içeren uçuş kontrol kartı ve yer istasyonu devresi, araba
Sonuç	Kablosuz veri aktarımı sağlanarak yakın mesafe haberleşme testleri başarı ile gerçekleştirilmiştir	Test sırasında yoğun sinyal ve gürültü olması nedeni ile bazı noktalarda data kayıpları yaşanmış olup 1.5 km'ye kadar haberleşme sağlanmıştır. Bu test ile sinyal bozulmasına neden olmayacak ortamlarda daha uzak mesafelere ulaşılacağı kanıtlanmıştır
Video Linki	<a href="https://youtu.be/1lo0iKwSRrg">https://youtu.be/1lo0iKwSRrg</a>	<a href="https://youtu.be/1lo0iKwSRrg">https://youtu.be/1lo0iKwSRrg</a>



# Yarışma Alanı Planlaması

İş Planı	
Görev	Kişiler
Mekanik Montaj	Mehmet Çevik – Özer Çetin – Muzaffer Mert Çaylak
Elektronik Montaj	Mustafa Kemal Aşkın - Anıl Yılmaz – Muhammed Seyda Özdemir
Motor Yükleme	Mehmet Çevik – Özer Çetin
Roketin Rampaya Taşınması	Muzaffer Mert Çaylak – Anıl Yılmaz – Özer Çetin – Muhammed Seyda Özdemir
Ateşleme Telinin Takılması ve Ateşleme İşleminin Yapılması	Mustafa Kemal Aşkın
Kurtarma	Muzaffer Mert Çaylak – Mustafa Kemal Aşkın - Anıl Yılmaz – Muhammed Seyda Özdemir – Özer Çetin – Mehmet Çevik

- Demonte halde atış alanına gelen roketin montaj işlemleri atış alanında tamamlanacaktır. Tüm takım üyeleri montaj stratejisine hakim olacaktır. Elektronik ve mekanik kontroller yapılacak ve sorunsuz olduğuna karar verilip komite tarafından onay alındığında motor yüklemesi yapılacaktır. Aviyonik sistemler ve altimetre, anahtar ile rampada aktifleştirilecektir.
- Uçuş sırasında dürbün ile takip edilecek roketin uçuş sonrası kurtarma işlemleri tüm takım üyeleri ile yapılacaktır.

Acil Durum Eylem Planı	
Aviyonik sistemlerin çalışmaması	Öncelikle hatanın kaynağı bulunacaktır. Sensör kaynaklı ise yedek sensörler ile değiştirilecektir. Devre kartından kaynaklı ise her bir devre kartı yedekli olarak üretilmiştir, sensörler başka karta lehimlenecektir.
Hazırlanan yazılımın onay almaması	Algoritmalar yedekli olarak hazırlanmıştır. Onay alınmaması halinde diğer algoritmalara geçiş yapılacaktır.
Faydalı yükün 4 kg'dan az gelmesi	Ekstra kütleler eklenecektir.
Montaj sırasında yangın çıkması	Etraf boşaltılıp yangın söndürme tüpü ile müdahale edilecektir.
Montaj sırasında bataryanın zarar görmesi	Vidalama yapılacak yerlere dikkat edilerek konumlandırılacaktır. Yedek batarya getirilecektir.
Montaj sırasında kablolar zarar gelmesi	Kablolar kablo kanalı ile korunacak ve yedekli olarak getirilecektir.
Montaj sırasında cıvataların deliklere girmemesi	Farklı metrik değerlere sahip cıvatalar getirilecektir.
Montaj sonucu elde edilen kütle ve basınç merkezlerinin simulasyon değerleri ile uyuşmaması	İstenilen kütle ve basınç merkezlerini elde etmek için ekstra kütleler eklenecektir.
Uçuş sırasında GPS verilerinin kesilmesi	Roket ve faydalı yükün hareketleri dürbün ile takip edilecektir.

Riskler ve Çözümler	
Risk	Çözüm
Tedarik ve üretim sürecinde gecikme yaşanması	Firma kaynaklı ise başka firma ile anlaşılacak, takım kaynaklı ise analizler yapılarak atışa hazır hale getirilecektir.
Faydalı yük paraşütü ile istenilen konuma indirme işleminin yapılamaması	Herhangi bir sorun olması durumunda paraşüt ile serbest düşüş gerçekleştirilecektir.
Montaj alanında sensör arızalanması	Mümkün olduğunca malzemeler yedekli olacaktır.
Montaj alanında bataryanın bitmesi	Batarya şarj aleti bulundurulacaktır.
Montaj sırasında bataryaya zarar gelmesi	Batarya, vida olan yerlere dikkat edilerek konumlandırılacaktır.
Montaj sırasında kablo kesilmesi	Kablolar kablo kanalı ile korunacaktır.
Montaj sırasında yangın çıkması	Montaj alanında yangın söndürme tüpü bulundurulacaktır.
Uçuş sırasında GPS bağlantısının kopması	Roket ve faydalı yükün hareketleri dürbün ile takip edilecektir.
Baz istasyonu olmaması nedeniyle haberleşmede sorun yaşanması	Alan içi haberleşme telsiz ile sağlanacak ve harita verisini elde etmek için offline harita uygulamaları indirilecektir.
Roketin toprağa gömülmesi	Arama işlemleri sırasında kazma ve kürek bulundurulacaktır.