



# TEKNOFEST 2020

# ROKET YARIŞMASI

## Apis Ar-Ge

# Atışa Hazırlık Raporu (AHR) V1.1

# Takım Yapısı



**Prof. Dr. N.L. Okşan Çetiner**  
**Yıldırım**  
Takım Danışmanı

**Ezgi Bakır**  
İTÜ Uzay Mühendisliği  
Takım Kaptanı  
Mekanik Ekip Lideri  
Yapısal Analiz Sorumlusu

**Emirhan Akyıldız**  
İTÜ Uzay Mühendisliği  
Mekanik Ekip Üyesi  
CAD Tasarım Sorumlusu

**Semih Kalma**  
İTÜ Uzay Mühendisliği  
Mekanik Ekip Üyesi  
Motor Montaj Sorumlusu

**Enes Malik Oruç**  
İTÜ Uçak Mühendisliği  
Mekanik Ekip Üyesi  
Yapısal Analiz Sorumlusu

**Sevgi Öztekin**  
İTÜ Metalurji ve Malzeme  
Mühendisliği  
Mekanik Ekip Üyesi  
Üretim Sorumlusu

**Ceylan Şevval İnan**  
İTÜ Uzay Mühendisliği  
Mekanik Ekip Üyesi  
CAD Tasarım ve Yapısal Analiz  
Sorumlusu

**Ege Tugan**  
İTÜ Uzay Mühendisliği  
Mekanik Ekip Üyesi  
Akış Analizi Sorumlusu

**Elif Öztürk**  
İTÜ Elektronik ve Haberleşme  
Mühendisliği  
Takım Kaptanı  
Elektronik Ekip Lideri  
Elektronik Devre ve Yazılım

**Murathan Bakır**  
İTÜ Uzay Mühendisliği  
Elektronik Ekip Üyesi  
Yer İstasyonu ve Uçuş Yazılımı  
Sorumlusu

**Beyda Altunbaş**  
İTÜ Fizik Mühendisliği  
Elektronik Ekip  
Elektronik Devre ve  
Haberleşme Sorumlusu

# KTR'den Değişimler

## Değişiklikler

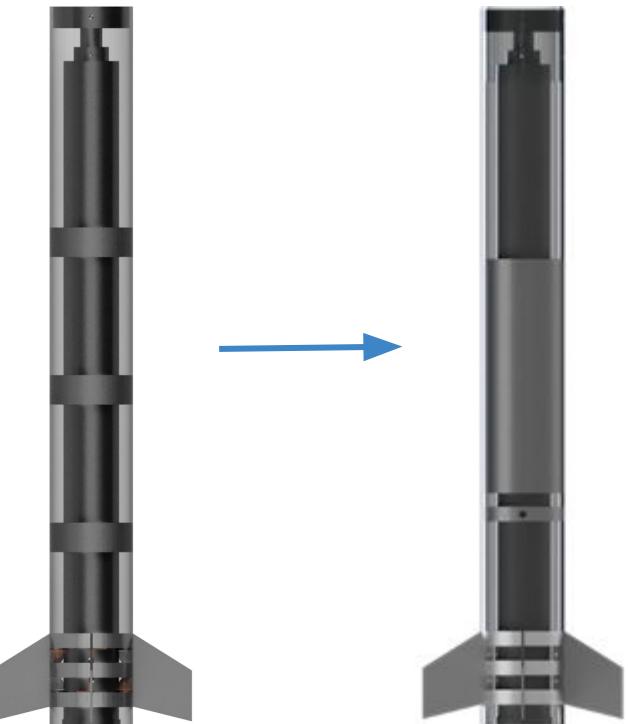
Alüminyum malzemeden üretilen motor bülmesi 90 mm iç çap 150 mm dış çapa sahip bir boru alınıp tornada iç çap ve dış inceltilerek 108 mm iç çapa ve 114 mm dış çapa sahip bir boruya dönüştürüldü. Fakat alüminyum borunun içerisine girip incelenen torna kaleminin maksimum ulaşabildiği uzaklık 320 mm olduğu için alüminyum borunun ortası 90 mm iç çapla 114 mm dış çapa sahiptir.

Beklenmeyen bu fazla ağırlık sebebiyle de motor bülmesinde bulunan 3 adet 40 mm kalınlığındaki merkezleme halkası yerine 1 adet 20 mm kalınlığında merkezleme halkası eklenmiştir. Ve böylece, istenen irtifa ve stabilité değerleri sağlanmıştır.

KTR'de belirlenen 6 adet M3 plastik civata yerine 4 adet M3 plastik civata kullanmaya karar verilmiştir. 4 adet M3 plastik civata 2. ayrılmaya kadar roketi bir arada tutabilecek mukavemete sahiptir. Fakat ayrılma için gereken barut plastik civataları patlatacak güce olmadığı için 4 adet kullanılacaktır.

Karabarut temin edilememesinden dolayı ayrılma için barut kullanılmasına karar verilmiştir. Bu sebeple barut miktarları değiştirilmiştir. Ayrıca, barutun planlanan elektronik devreyle tutuşacak güce olmaması sonucu devreye kibrit de eklenmiştir.

Ayrılma esnasında paraşütte herhangi bir hasar meydana gelmemesi için alümina silikat kumaş kullanılacaktır fakat atölyemizde önceki çalışmalarımızdan aerojel kumaş olduğu için aerojel kumaş kullanılacaktır.



Ktr'deki Motor  
Bölmesi Tasarımı

Güncel Motor  
Bölmesi Tasarımı

# Roket Alt Sistemleri



Roket Alt Sistemi	Üretim ve Tedarik Durumları	Üretim ve Tedarik Yüzdeleri	Üretim ve Tedarik Tarihleri
<b>Burun Konisi</b>	Tedarik Aşamasında	%0	11.08.2020
<b>Faydalı Yük ve Paraşütü</b>	Tamamlandı	%100	-
<b>Birincil Paraşüt Bölümü</b>	Tamamlandı	%100	-
<b>Ayrılma ve Kurtarma Sistemleri</b>	Tamamlandı-Geliştirilecek	%80	07.08.2020
<b>Aviyonik Bölümü</b>	Tamamlandı	%100	-
<b>Aviyonik Sistem</b>	Tamamlandı-Geliştirilecek	%80	10.08.2020
<b>Ana Paraşüt Bölümü</b>	Tamamlandı	%100	-
<b>Motor Bölümü</b>	Tedarik tamamlandı üretim geliştirilecek	%90	07.08.2020



# OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



## Roket Özellikleri

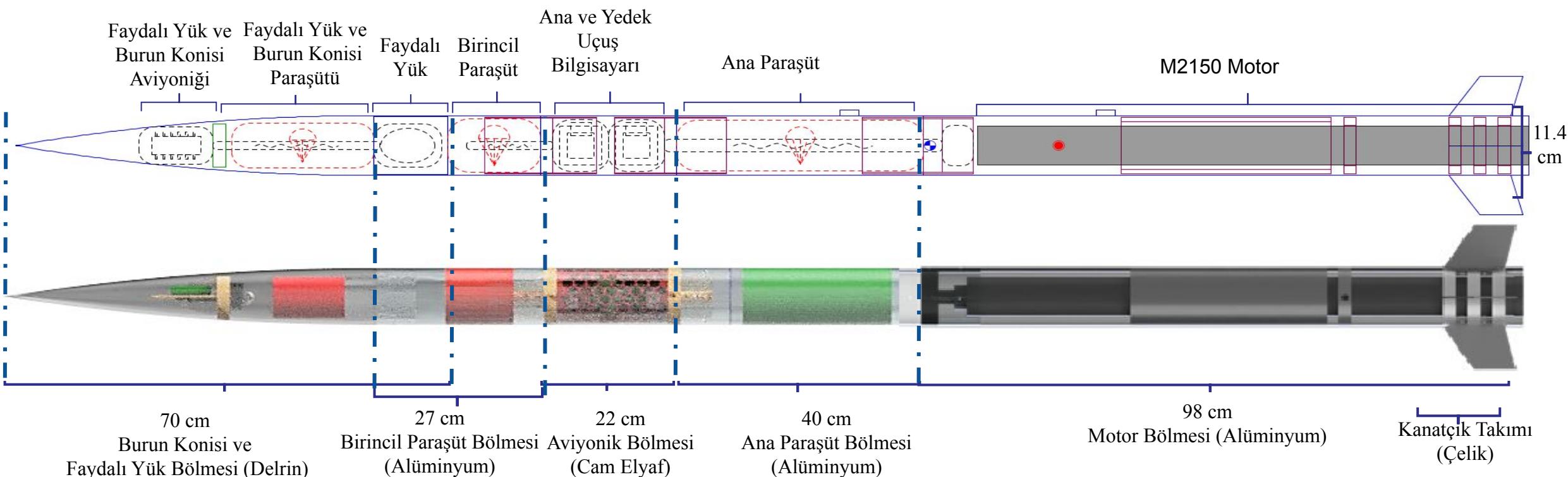
Toplam Uzunluk: 245 cm, Maksimum Çap = 11.4 cm

Motorla olan toplam ağırlık: 25973 g

Stabilite: 1,83

• Ağırlık Merkezi (CG): 148 cm

● Basınç Merkezi (CP): 169 cm



## Uçuş Verileri

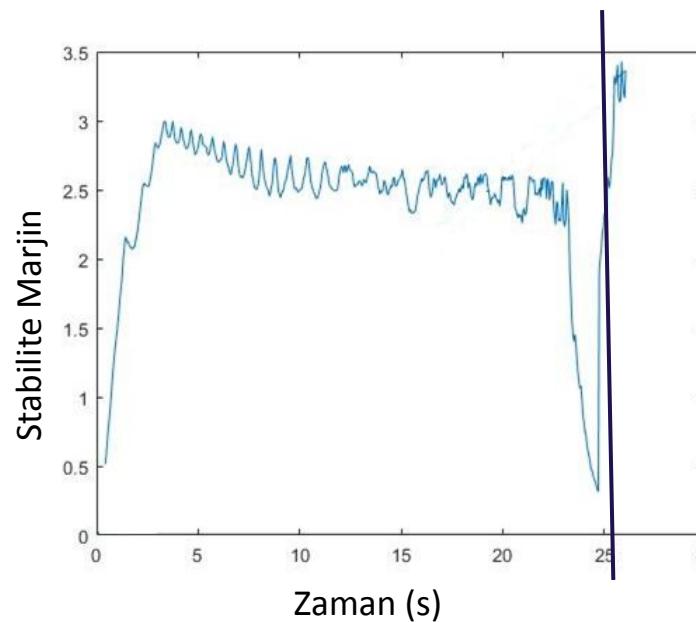
Ulaşılan Maksimum İrtifa: 2978 m

Maksimum Hız: 264 m/s (Mach 0.79)

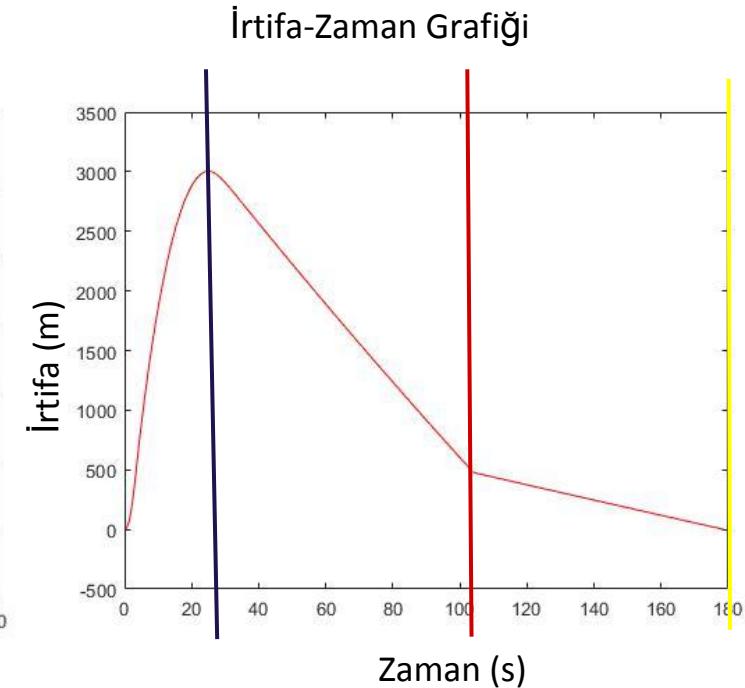
Maksimum İvme: 94.7 m/s<sup>2</sup>

Roketimizde yaptığımız değişiklikler ile elde ettiğimiz stabilite marjin, irtifa ve mach sayısı grafikleri ile görüldüğü üzere; stabilite marjin değerimiz zirve noktasına kadar 1.5-3 değerler arasında kalmıştır. İrtifa 3004 m ile istenilen değeri sağlamakta ve ulaşılan en yüksek mach değeri olarak 0.7875 ile 0.8 kritik mach değerinin aşağısında kalmaktadır. Böylece roketimiz bütün isterleri sağlamaktadır.

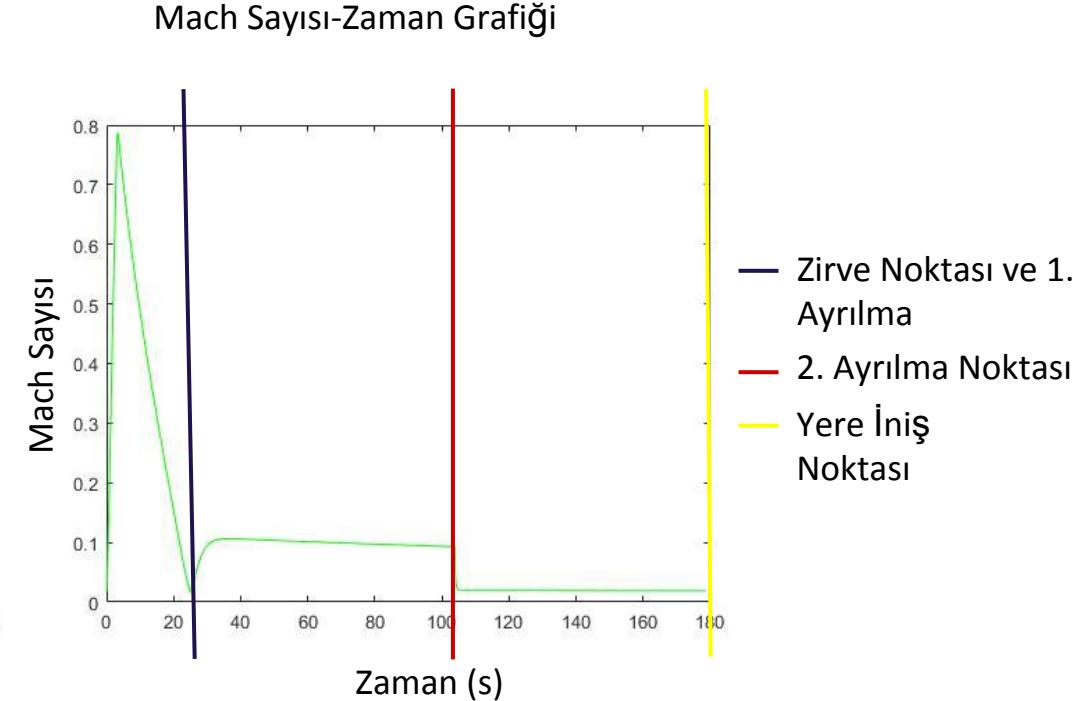
Stabilite Marjin-Zaman Grafiği



İrtifa-Zaman Grafiği



Mach Sayısı-Zaman Grafiği





# Roket Alt Sistemleri

# Mekanik Görünümleri ve Detayları

# Burun ve Faydalı Yük Mekanik Görünüm

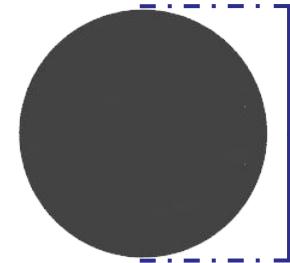
Burun Konisi:



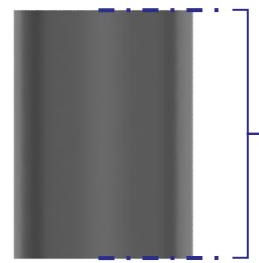
Üç Boyutlu Görünümü  
(CAD)

Üretilmiş Burun Konisi  
(Temsili)

Faydalı Yük:



82mm



110 mm



Üç Boyutlu Görünümü (CAD)



Üretilmiş Faydalı Yük



# Burun – Detay

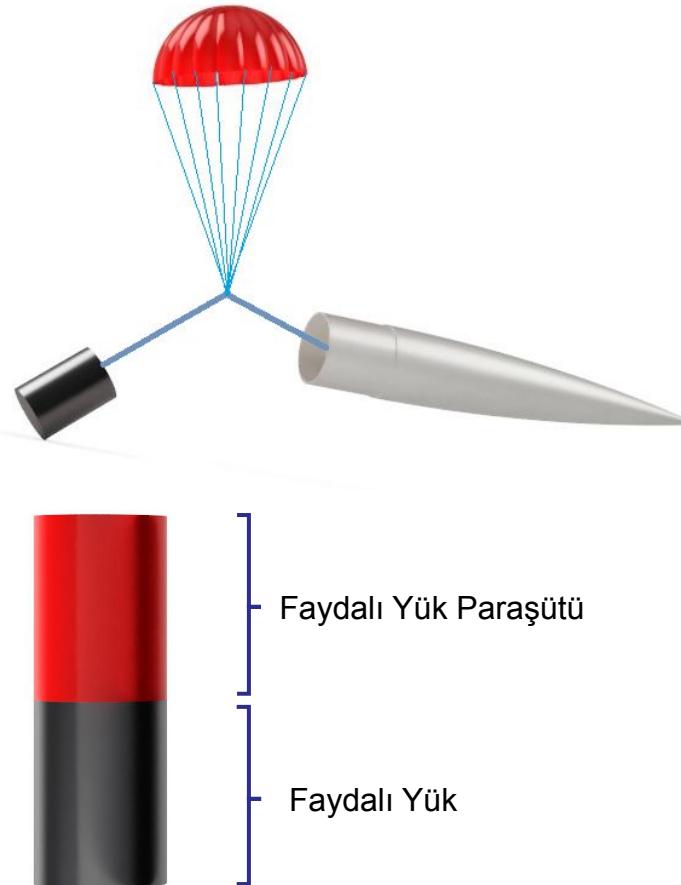


## Bitmeyen İşler

Burun Konisinde maalesef talihsizlikler yaşadık. Burun konisinin üretimi için “Delrin” seçilmişti. Aldığımız malzemeyi işlenmesi için talaşlı imalat yapan bir firmaya gönderdik. Burun Konisini almak için anlaştığımız tarihte bize ürünün bitmediği söylendi. Bu tarih biraz ertelendi ancak bu sefer üretim için bıraktığımız “Delrin” malzemesinin sorunlu olduğu söylenerek ürün teslim edilmedi. Bu nedenle yeni bir Burun Konisi için yeniden malzeme teminine ve üretim için yeni bir firma arayışına girdik.

## Ne Kadar Sürede, Nasıl Tamamlanacak?

Yeni üretim için malzeme siparişi verildi. Ağustos ayının başında elimize ulaşacak ve anlaştığımız firmaya talaşlı imalat için gönderilecek. 11 Ağustos gibi üretimi bitmiş Burun Konisini almayı planlıyoruz.



Faydalı yük bölümü, faydalı yük ve faydalı yük paraşütünden oluşan kısımdır.

- Faydalı yük roketin burun kısmında bulunan, kütlesi **4.5 kg** ve malzemesi çelik olan yapıdır. Çelik seçilmesinin nedeni yüksek yoğunluğu sayesinde istenilen kütleyi sağlarken aynı zamanda fazla yer kaplamamasıdır.

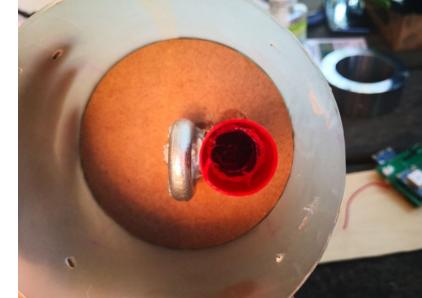
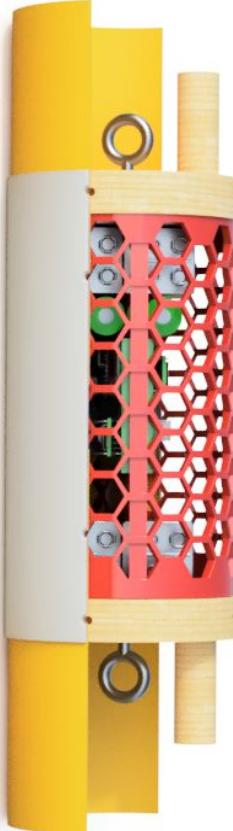
Faydalı yük, önceki raporda belirtildiği gibi hazır çelik bar satın alınarak temin edilmiştir. Böylece üretim oranı **%100** ‘dur. Temini sağlandıktan sonra tartı ile kütle kontrolü sağlandı ve boyutsal olarak rokete uygun bir şekilde monte edilip edilmediği gözlemlendi. Tüm kontrollerde istenilen koşulları sağlaması nedeniyle atış için hazırıldı.

- Faydalı yük paraşütü kubbe tipinde, malzemesi nylong 66 (paraşüt kumaşı) olan ve 15 tane paracord malzemesinden yapılan paraşüt ipine sahip yapıdır.

Bu kısım için paraşüt kumaşı ve paracord ipler satın alınmıştır. Temin edilen kumaş istenilen boyutlarda kesilmiş ve dikimi tamamlanmıştır. İpler de istenilen boyutlarda kesilip paraşüt kumaşına sabitlenmiştir. Böylece üretim oranı **%100** ‘dur. Yapımı tamamlanan paraşütün testleri de yapılarak istenilen koşulları sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir. Testlerden başarıyla geçen paraşütümüz atışa hazırıldı.

# Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

## Ayrılma Sistemi:



Üç Boyutlu Görünümü  
(CAD)

Üretilmiş Ayrılma Sistemi

## Paraşüt:



Üç Boyutlu Görünümü  
(CAD)

Üretilmiş Paraşüt

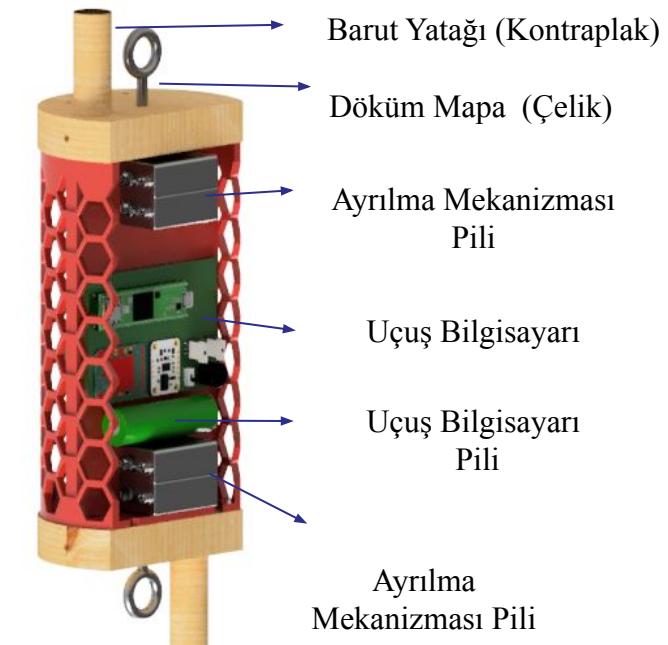
# Ayrılma Sistemi – Detay

## Barut ile Ayrılma Sistemi

Akım yardımıyla patlatılan barutun oluşturduğu basınç kuvveti ayrılmayı sağlar. Akımı sağlayacak veriyi oluşturan avyonik sistemin parçaları olan ayrılma mekanizması pili, uçuş bilgisayarı, uçuş bilgisayarı pili ve kablolar satın alınıp sabitlenerek tamamlanmıştır.

Avyonik bölümü ile patlamanın gerçekleşeceği bölüm arasında olan ve üzerinde barut yatağıyla mapanın olduğu ara plaka için istenilen boyutlarda kontraplak temin edilmiştir. Döküm mapa (çelik) ve istenilen miktarda barut satın alınmıştır. Barut yatağı için belirlenen malzeme kontrplaktır. Ama henüz üretimi bitmemiştir, tedariği bir hafta içinde sağlanacaktır. Böylece üretim oranı **yaklaşık olarak %90** 'dir.

Temin edilen tüm parçalar birleştirilip testleri yapılmıştır. Yapılan ayrılma testlerinde avyonisin veri iletiminde sorun çıkmamıştır. Ara plakadan geçip barut yatağına giden kablolar kivircim çıkartarak barutun yanmasını sağlamıştır. Bu testte kontraplak malzemeden yapılması gereken barut yatağı henüz üretilmediğinden dolayı onun yerini dolduran başka bir malzeme yani plastik kullanılmıştır. Barutun yanması sonucu istenilen itki oluşturulmuş ve ayrılma gerçekleşmiştir. Bu test sonucu başarılı olan sistemimiz atışa hazırlıdır.





# Paraşütler – Detay



Kubbe tipinde, malzemesi naylon 66 olan, paraşüt ip sayısı sırasıyla 20, 10, 15 olan ana, birincil ve faydalı yük olmak üzere 3 adet paraşütümüz vardır.

Bu üç farklı paraşüt için yeterli miktarda paraşüt kumaşı ve paracord ipleri satın alınmıştır. Alınan kumaş ve ipler belirlenen boyut ve şekillerde kesilmiş ve dikimleri gerçekleştirılmıştır. Hazırlanan paraşüt kumaşlarına gereklili sayıda ipleri sağlamlıkları dikkat edilerek özenle dikilmiştir.

Tamamlanan paraşütlere açılma testi uygulanmıştır. Testler sonucunda paraşütler sağlıklı bir şekilde iniş yaptı. Testlerden başarıyla çıkan paraşütlerimiz atış için hazırır.

Paraşüt	Ulaştığı Hız (m/s)	Paraşüt Çapı (m)
Burun Konisi ve Faydalı Yük Paraşütü	5.87	1.65
Birincil Paraşüt	26.40	0.6
Ana Paraşüt	5.40	2.8

# Aviyonik Sistem Mekanik Görünüm



Üç Boyutlu Görünümü  
(CAD)



Üretilmiş Aviyonik Sistem

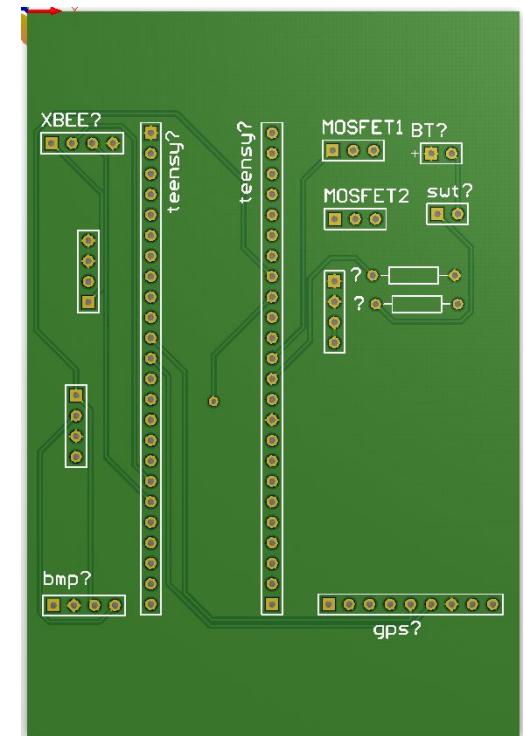
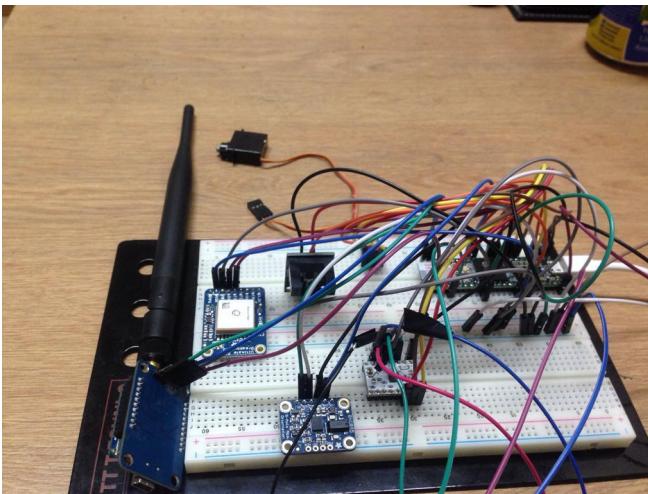


Üretilmiş Devre

# Aviyonik Sistem – Detay (1/2)

Kritik Tasarım Raporu'ndan bu yana aviyonik sistem üzerinde değişiklik olmamıştır. Tekrara düşmemek ve slayt sayfalarını daha verimli kullanabilmek için bu bölümde KTR'den sonra yapılanlar ve gelişmeler üzerinde durulacaktır.

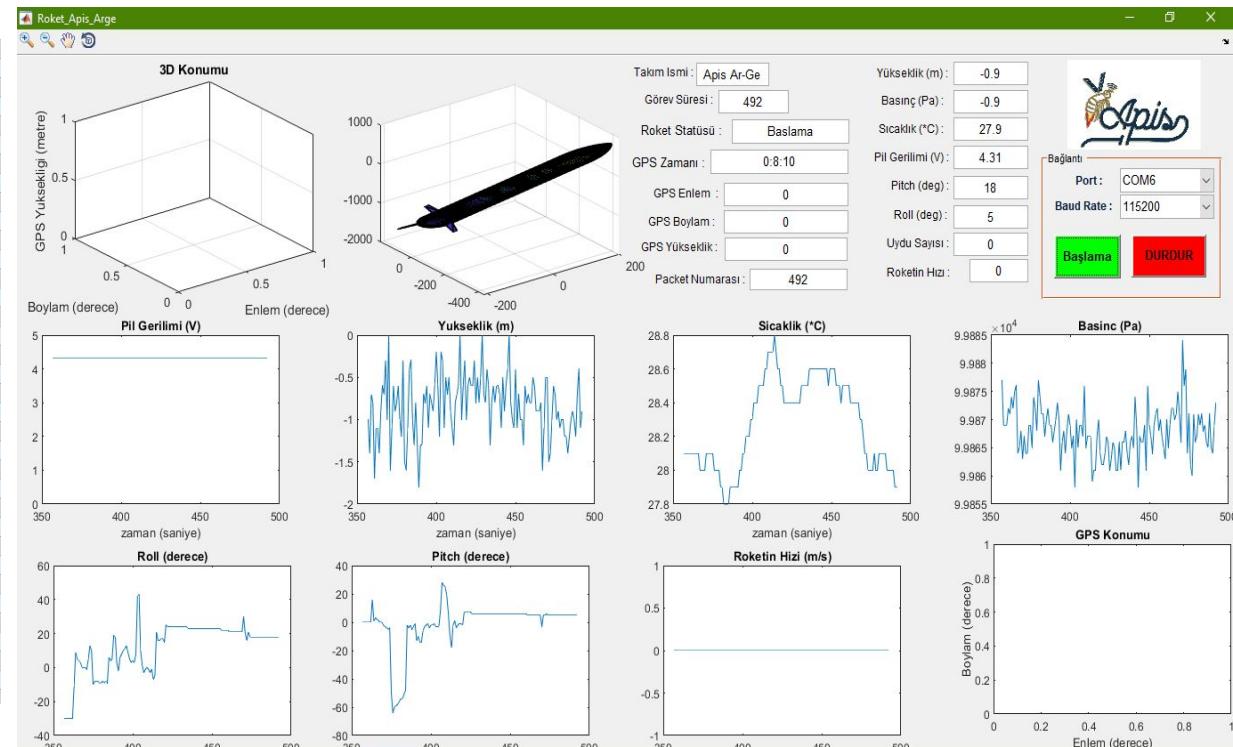
- KTR'de belirtilen uçuş bilgisayarlarının öncelikle breadboard üzerinde prototipleri hazırlanmış testlerde kullanılmıştır. Bunun yanı sıra Altium Designer programı ile PCB tasarımları yapılmıştır.
- Aşağıdaki görsellerde sırasıyla prototip devre, pcb halinin önden ve arkadan görüntüsü ve Altium programındaki görüntüsü yer almaktadır.



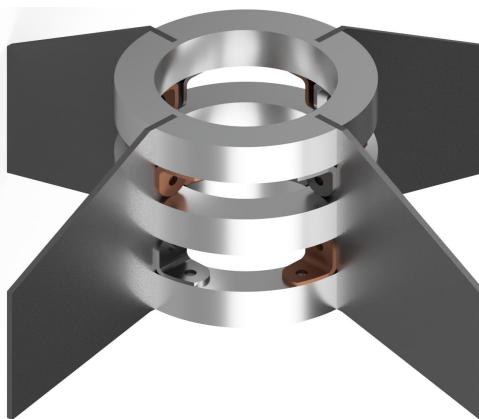
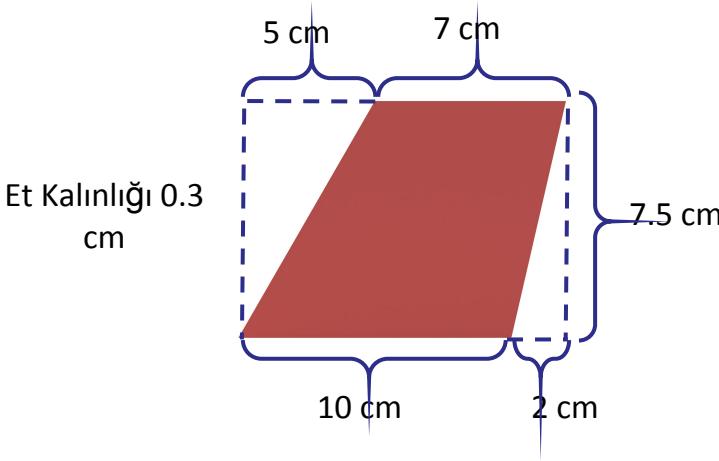
# Aviyonik Sistem – Detay (2/2)

- Yazılım kısmında ise öncelikle tüm sensörlerin kodları tek tek yazılmış ve test edilmiştir. Ardından bu kod parçaları birleştirilmiş ve bir bütün halinde çalışıp çalışmadığı test edilmiştir. Sorunsuz bir şekilde çalıştığına ise basit bir şekilde yazılmış olan telemetri gönderme (haberleşme) koduyla birleştirilmiş ve bir bütün halindeki çalışması test edilmiştir.
- Görselde sensörlerden gelen veriler ve bu verilerin yer istasyonu ekranındaki görüntüsü yer almaktadır. (Veri tablosundaki verilerin sırasıyla anlamları atış testi slaytında yer almaktadır.)

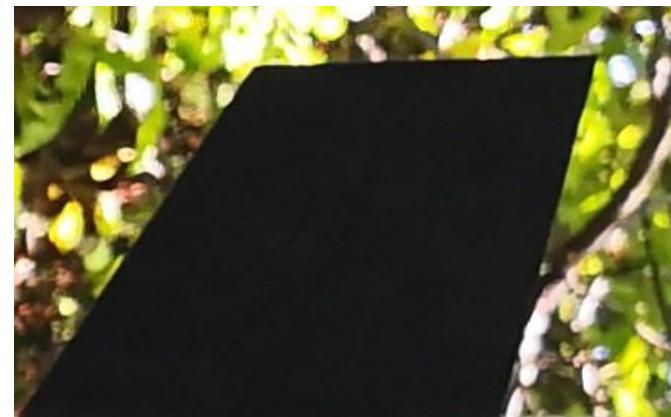
1177.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	21.00	100975.00	4.59	-0.41	36.00	3.55	41.101593	29.02299	80	1.00	-88.19	1.88	258.44
1178.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	23.00	100970.00	5.17	1.17	35.80	3.55	41.101593	29.02299	80	1.00	-91.00	3.38	257.06
1179.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	23.00	100942.00	7.76	2.76	35.80	3.55	41.101593	29.02299	80	1.00	-92.75	3.50	257.62
1180.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	25.00	100913.00	10.27	3.27	35.50	3.55	41.101589	29.02299	80.2	1.00	-90.88	7.50	255.00
1181.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	26.00	100881.00	13.27	3.27	35.40	3.55	41.101589	29.02299	80.5	2.00	-91.38	6.94	253.12
1182.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	26.00	100850.00	15.95	2.95	35.30	3.55	41.101585	29.02299	80.5	1.00	-92.81	7.00	253.12
1183.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	28.00	100818.00	17.70	2.70	35.10	3.55	41.101582	29.02299	81.1	1.00	-93.56	5.69	254.69
1184.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	28.00	100789.00	20.46	3.46	34.80	3.55	41.101582	29.02299	81.1	2.00	-91.69	6.38	253.19
1185.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	28.00	100752.00	23.38	3.38	34.60	3.55	41.101582	29.02299	81.1	2.00	-91.81	5.50	253.81
1186.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	31.00	100725.00	26.14	3.14	34.40	3.55	41.101604	29.02023	78.7	2.00	-94.38	5.81	252.94
1187.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	31.00	100694.00	28.32	2.32	33.80	3.55	41.101604	29.02023	78.7	2.00	-93.19	11.38	248.06
1188.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	33.00	100671.00	29.91	1.91	33.10	3.55	41.10162	29.02301	79.5	2.00	-88.25	11.31	247.88
1189.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	34.00	100654.00	31.92	2.92	32.50	3.55	41.101624	29.02301	79.5	2.00	-87.56	8.38	250.19
1190.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	34.00	100642.00	33.25	2.25	32.10	3.55	41.101624	29.02301	79.5	2.00	-80.75	10.50	248.44
1191.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	36.00	100602.00	36.02	3.02	31.50	3.55	41.101639	29.02301	81.6	2.00	-91.69	7.06	249.69
1192.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	36.00	100595.00	36.44	0.44	31.10	3.55	41.101639	29.02301	81.6	2.00	-85.25	12.31	244.88
1193.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	39.00	100570.00	38.45	2.45	30.60	3.55	41.101658	29.02301	82	2.00	-83.38	12.56	244.94
1194.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	40.00	100533.00	41.88	3.88	30.10	3.55	41.101665	29.02301	82.1	3.00	-87.81	11.81	245.38
1195.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	41.00	100520.00	43.30	2.30	29.70	3.55	41.101673	29.02301	83.1	3.00	-84.75	14.31	244.12
1196.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	42.00	100489.00	45.82	2.82	29.30	3.55	41.101673	29.02301	84.4	3.00	-90.44	10.06	246.69
1197.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	43.00	100477.00	46.57	1.57	29.00	3.55	41.101685	29.02301	88.4	3.00	-83.69	11.25	245.56
1198.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	44.00	100464.00	48.25	2.25	28.70	3.55	41.101692	29.02301	90.3	3.00	-87.62	10.06	246.50
1199.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	45.00	100449.00	49.17	1.17	28.60	3.55	41.1017	29.02301	92.4	3.00	-81.19	10.88	245.62
1200.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	46.00	100423.00	51.68	2.68	28.40	3.55	41.101707	29.02301	94.8	3.00	-85.75	10.31	246.94
1201.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	47.00	100391.00	54.45	3.45	28.10	3.55	41.101715	29.02301	97	3.00	-87.12	6.94	248.94
1202.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	48.00	100364.00	55.79	1.79	28.00	3.55	41.101727	29.02301	98.2	3.00	-84.56	8.06	247.75
1203.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	49.00	100356.00	56.80	1.80	27.80	3.55	41.10173	29.02301	100.1	3.00	-82.94	8.44	247.19
1204.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	50.00	100342.00	58.56	2.56	27.70	3.55	41.101738	29.023	101.5	3.00	-82.56	8.38	248.44
1205.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	51.00	100321.00	59.40	1.40	27.60	3.55	41.101742	29.023	102.1	3.00	-79.50	9.94	247.56
1206.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	51.00	100311.00	60.41	1.41	27.40	3.55	41.101742	29.023	102.1	3.00	-88.25	6.56	248.62
1207.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	53.00	100300.00	61.24	1.24	27.30	3.55	41.101753	29.023	105.1	3.00	-86.38	5.88	249.06
1208.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	54.00	100277.00	63.26	2.26	27.20	3.55	41.101757	29.023	106.5	3.00	-84.94	6.06	249.50
1209.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	54.00	100269.00	64.35	1.35	27.20	3.55	41.101757	29.023	106.5	3.00	-86.00	8.50	248.00
1210.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	56.00	100271.00	64.10	0.10	27.20	3.55	41.101757	29.023	109	3.00	-87.25	6.94	248.44
1211.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	57.00	100264.00	64.35	0.35	27.10	3.55	41.101757	29.023	110	3.00	-87.31	4.88	250.56



# Kanatçıklar Mekanik Görünüm

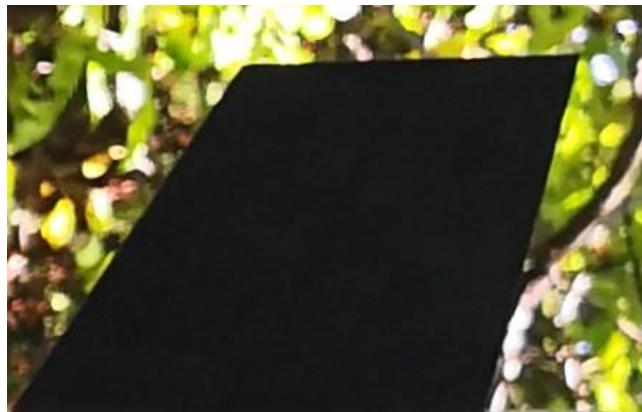


Kanatçığının Genel CAD Tasarımı ve Montajı



# Kanatçıklar – Detay

## Kanatçıklar Hakkında Detaylı Bilgi



Kanat malzemesi olarak çelik tercih edilmiştir. Lazer kesim kullanılarak üretilmiştir. Üretim aşamasında ve test aşamasında istenmeyen bir durum veya bir problem ile karşılaşılmamıştır. 3 adet merkezleme halkası ile montajı gerçekleştirılmıştır.

## Kanatçık Montajı Hakkında Detaylı Bilgi



Montaj stratejimizde belirttiğimiz gibi kanatçık montajı motor bölmesinde bulunan merkezleme halkalarına yapılacaktır. Kanatçıklarımızın merkezleme halkalarındaki bulunan oyuğa geçirilip L köşebentlerle sabitlenmiştir. Sistem denenmiş ve herhangi bir sorun ile karşılaşılmamıştır.



# Roket Genel Montajı (1/3)



## Yarışmanın ilk günü için montaj sıralamamız:



3 adet paraşütün mekanik ekip arkadaşlarımız tarafından katlanacaktır. Bu sırada elektronik ekip arkadaşlarımız elektronik aksamları kontrol edecek ve gerekli gördükleri yerleri yerlere müdahale edeceklerdir.

Yarışma tarafından tedarik edilen ray butonlarının montajı yapılacaktır. Bu esnada sürükleme paraşütünün birincil paraşüt bölümüne yerleştirilecektir.

Burun konisinin aviyonisinin, paraşütünün ve ara plakasının montajı yapılacaktır.

Elektronik koruma kabına yerleştirilmiş elektronik devrenin avyonik bülmesine yerleştirilecektir. Güvenlik nedeniyle sadece vidalamayla montaj gerçekleştirilecek.

Video linki: <https://youtu.be/FKcqTDbMS0Q>

# Roket Genel Montajı (2/3)

## Yarışmanın 2. günü montaj sıralaması:



Burun konisinin açılması ve aviyonik bölmesi ile birleştirilmiş olan birincil paraşüt bölmesine barut eklenecektir. Bu sırada motor bölmesine motor monte edilecektir.

Aviyonik bölümünün ana paraşüt bölümünden ayrılacak ve barut kutusuna barut eklenecektir

Kesme pinleri ile ana paraşüt bömesi ve aviyonik bölmesci monte edilecektir.

Montajlanmış olan birincil paraşüt bölümü, aviyonik bölüm ve ana paraşüt bölüm motor bömesine monte edilecektir.

Burun konisinde yer alan altimetre yuvasına altimetre yerleştirilecek ve burun konisi roketin geri kalanı ile sıkı geçme yöntemi ile birleştirilecektir.

# Roket Genel Montajı (3/3)

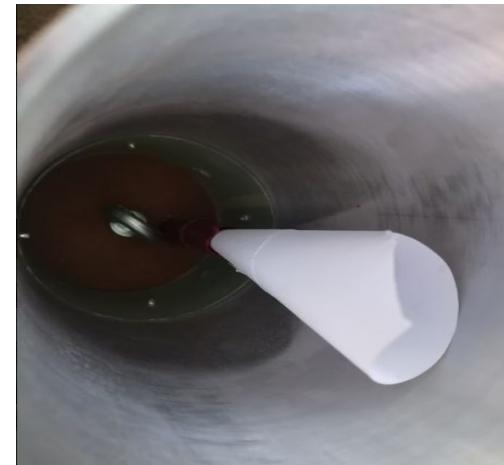
## Barut montaj adımları:



Daha önceden belirlenmiş barut miktarı kadar barut ölçülecektir.



Barut bir huni yardımıyla barut kutusuna doldurulacaktır.



Barut doldurulmuş barut kutusunun üstüne barut dökülmemesi için kağıt bant yapıştırılacak ve sağlamlığından emin olunacaktır.



Video linki: <https://youtu.be/67c5I1GDw6A4>

# Roket Motoru Montajı

Roket motor montajı için motor bölümünde motor motorun ön kapak kısmıyla uyumlu  $\frac{3}{8}$ -16 UNC civatanın bulunduğu motor bloğu yer almaktadır. Montaj günü verilen **M2150** motoru motorun bölümünden içeriye sürülecek ve merkezleme halkalarından geçerek montaj için kullanılacak  $\frac{3}{8}$ -16 UNC civataya ulaşacak ve uygulanan tork ile civatayla bağlantısı gerçekleşecek. Montaj esnasında civata kullanıldığı için tekrar kullanıma ve motorun çıkarılıp takılabilir olmasına olanak sağlamaktadır.



# Atış Hazırlık Videosu



Atış günü iki ayrılma için 2 adet barut kutusu doldurulacak daha sonra plastik civatalar takılacak ve burun harici tüm roket gövdesi montajlanacaktır. Daha sonra motor montajı gerçekleştirilecektir. Son olarak ise yarışma tarafından tedarik edilen altimetrenin burun konisine montajı ile roketimiz uçuşa hazır olacaktır.

Video linki: [https://youtu.be/DtNerIK\\_uhY](https://youtu.be/DtNerIK_uhY)

# Testler (1/8)

## Önceki aşama için yapılan testler:

Yapılan Test	Test Yöntemi	Test Düzeneği	Test Sonucu
Yapısal/Mekanik Mukavemet Testleri	Üniversitemizde bulunan çekme basma test makinelerinde kuvvetlerin uygulanma yerine göre basma testleri gerçekleştirılmıştır.	Çekme basma test makinesine yerleştirilen parçaların istenilen kuvetten fazla kuvvet uygulanma şartı ile burulmaları incelendi.	Hiçbir parça gözle görülür bir hasar meydana gelmedi. Tüm parçalarımız yapısal/mekanik mukavemet testini geçmiştir.
Kurtarma Sistemi Testleri	Paraşütlere açılma testi için paraşütün iplerinden tutarak koşuldu.	Herhangi bir düzeneğe gerek kalmadı.	Paraşüt başarılı bir şekilde açıldı.
Aviyonik Sistem Yazılım ve Donanım Testleri	THR'de belirtilen sensör test düzenekleri ve yedeğe geçiş test yöntemi uygulanmıştır.	Çalışır halde olan arduino ve gelen verilerin doğruluğunu kanıtlayacak geleneksel sistemler ile verilerin denkliği incelendi.	Gelen veriler, geleneksel yöntemle ölçülen veriler ile birebir uyumlu olup test başarı ile gerçekleştirılmıştır.
Telekomünikasyon Testleri	THR'de belirtilen şekliyle XBEE konfigürasyon ve uzak mesafe haberleşme testleri yapılmıştır.	Rokete yerleştirilmesi planlanan sistemin uzaklıklar farklı 3 noktadan veri akışı sağlanması gözlemlendi.	300 metreden, 1500 metreden ve 3000 metreden istenilen verilerin akışı tam ve hatasız şekilde duraksama olmadan gerçekleştirildi.

# Testler (2/8)

## Yapısal/Mekanik Mukavemet Testleri

Yapılan Test	Test Yöntemi	Test Düzeneği	Test Sonucu	Test Videosu
Paraşüt İpi Dayanımı	Yük uygulanarak paraşüt iplerinin dayanım testleri gerçekleştirilmiştir.	Bir adet paraşüt ipinin maksimum 2 kg yük taşıyacağını öngördü. Güvenlik katsayısı 5 alınarak 10 kg iplere dayanım testi uygulandı.	Parçada gözle görülür bir hasar meydana gelmedi.	<a href="https://youtu.be/b95Ji4qUpBE">https://youtu.be/b95Ji4qUpBE</a>
Kuplör Bağlantı Noktaları ve Ara Plaka Dayanımı	Kuplöre vinç makinesinde yük yükleyerek bağlantı noktalarının dayanımı test edilmiştir.	Üst kısmında mapadan şok kordonu geçirip vinçe bağlandı. Daha sonra bir çantaya yerlestirdiğimiz 20 kg ile kuplörde iki noktadan açılan delikten geçirilen ip bağlandı. Bağlantı noktalarının davranışları izlendi.	Kuplör bağlantı noktalarında gözle görülür bir hasar meydana gelmedi.	<a href="https://youtu.be/TuNjBFPwmx0">https://youtu.be/TuNjBFPwmx0</a>
Şok Kordonu Dayanımı	Şok kordonu dayanımını gözlelemek amacıyla şok kordonuna yük uygulanmıştır.	Şok kordonu testi kuplör bağlantı noktalarının dayanımı için yapılan test ile aynı zamanda yapılmıştır. Şok kordonuna 20 kg+kuplör+ara plaka+mapa kadar yük uygulanmıştır. Şok kordonunun dayanımı gözlemlenmiştir.	Şok kordonunda bir hasar meydana gelmemiştir.	<a href="https://youtu.be/TuNjBFPwmx0">https://youtu.be/TuNjBFPwmx0</a>
Plastik Civataya Dayanım Testi	Plastik civatanın kullanıldığı yerlere yük uygulanarak plastik civatanın sağlamlığından emin olundu.	Üst kısmında arkadaşlarımızın tüm test düzeneğini taşıyacağı ipin geçtiği bir gövde bölmesi, alt kısmında ise pilastik civataların birleştirdiği kuplör ve gövde bölmesine yük asmak için ara plaka bulunmaktadır. Toplam 37 kg yük uygulanmıştır.	Plastik civatalarda herhangi bir hasar meydana gelmemiştir.	<a href="https://youtu.be/xzYICLRkoso">https://youtu.be/xzYICLRkoso</a>

# Testler (3/8)

## Kurtarma Sistemi Testleri

Yapılan Test	Test Yöntemi	Test Düzeneği	Test Sonucu	Test Videosu
Barutla Ayrılma Mekanizması Testi	<p>THR videoları kısmında sadece ateşleme mekanizması ve batarya seviyesi test edilmiştir.</p> <p>Bu videoonun 1. kısmında yazılımsal test yapılmıştır ve uygun sensör verisinde mosfeti açarak ayrılma devresini aktifleştirdiğimizde baruta akım gittiğini görebiliyoruz. Ancak bu testte barut seviyesi güvenli miktarda tutulmuştur. 2. kısmında ise barut miktarı güvenli seviyenin üzerine çıkartılarak gerçek uçuş için daha yakın bir seviyede test edilmiştir.</p>	<p>Yaklaşık faydalı yük ağırlığında yük ve barut sistemi barındıran burun konisi ile roket gövde bölmesine sıkı geçme yöntemiyle birleştirildi.</p> <p>Daha sonra barutun yakıldı. Ve patlama gerçekleşti. Yazılım testi THR'de planlanan şekliyle yapıldı, donanım testi ise ayrılma devresinde herhangi bir sorun gözlemlenmediği için basit düzeyde bırakıldı.</p>	<p>Burun konisi gövde bölmesinden başarıyla ayrıldı. "mosfet on" sinyali başarıyla geldi ve ayrılma devresinde patlama için gerekli olan akım gözlemlendi.</p>	<p>Eski video:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=sx-N-uVxm1A">https://www.youtube.com/watch?v=sx-N-uVxm1A</a></p> <p>Yeni video:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Karh_Kx88Us&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=Karh_Kx88Us&amp;feature=youtu.be</a></p>

# Testler (4/8)

## Sok Kordonu Araplakaya Dayanım Test Düzeneği



## Plastik Civataya Dayanım Testi Düzeneği





# Testler (5/8)

Aviyonik Sistem Testler					
Aviyonik Algoritma – Kod					
Test Adı	Komponent	Düzenekte Değişiklik	Yapıldı	Test Sonucu	Youtube Linki
Atış	Tüm aviyonik sistem	200 metreye çıkarılması planlanan drone, rüzgarlı hava koşullarından dolayı 50 metreye kadar çıkarılabilmiş. Uçuş aşamalarını belirleyen irtifa sınırları da 50 metrelük bir uçuşa göre güncellendi.	Yapıldı	Başarılı - Atış testinin sonuçları sonraki sayfada daha detaylı gösterilmiştir.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=G_RtEMA5qKQ">https://www.youtube.com/watch?v=G_RtEMA5qKQ</a>
Yedek Bilgisayara Geçiş	Basitleştirilmiş prototip devre	Test düzeneği basitleştirilmiştir, 2 devrenin mikroişlemcilerinden oluşan basit bir prototip hazırlanmış TX-RX pinleriyle birbirine bağlanmıştır. Öncelikle Teensy 2.0'dan Teensy 3.5'e sinyal gönderilir ve Teensy 3.5 üzerinde bulunan ledin yanıp yanmadığı gözlemlenir. Ardından 2. teste ise sensörden hatalı veri alınması durumunda (örnek olarak 33 derece üstündeki sıcaklık verisinde) yedek sisteme geçilme başarıyla gerçekleşmiştir.	Yapıldı	Başarılı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=l9hIRAuYrJo">https://www.youtube.com/watch?v=l9hIRAuYrJo</a>

Aviyonik - Telekomünikasyon					
Test Adı	Komponent	Düzenekte Değişiklik	Yapıldı/Yapılmadı	Test Sonucu	Youtube linki
XBEE Konfigürasyon	Aviyonik sistem	Yok.	Yapıldı	Başarılı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=RhtOJBScXx4">https://www.youtube.com/watch?v=RhtOJBScXx4</a>
Haberleşme Mesafe	Aviyonik sistem	Yok.	Yapıldı	Başarılı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=pk-w3C9xtxw">https://www.youtube.com/watch?v=pk-w3C9xtxw</a>
Anten Analiz	Gelişmiş ölçüm cihazları	-	Yapılamadı	-	-



# Testler (6/8)



Sonuç:

Yandaki görselde görüldüğü üzere veriler başarılı bir şekilde alınmıştır. Verilerin anlamları sırasıyla Şu Şekildedir:

Paket Sayısı

Gönderim zamanı (gün ay yıl saat dakika saniye )

Basınç

Yükseklik

Düşüş hızı

Sıcaklık

Pil Voltajı

**GPS enlem**

**GPS boylam**

**GPS rakım**

**Roket Statü**

Pitch

Roll

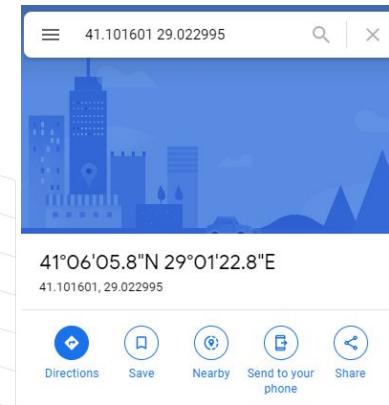
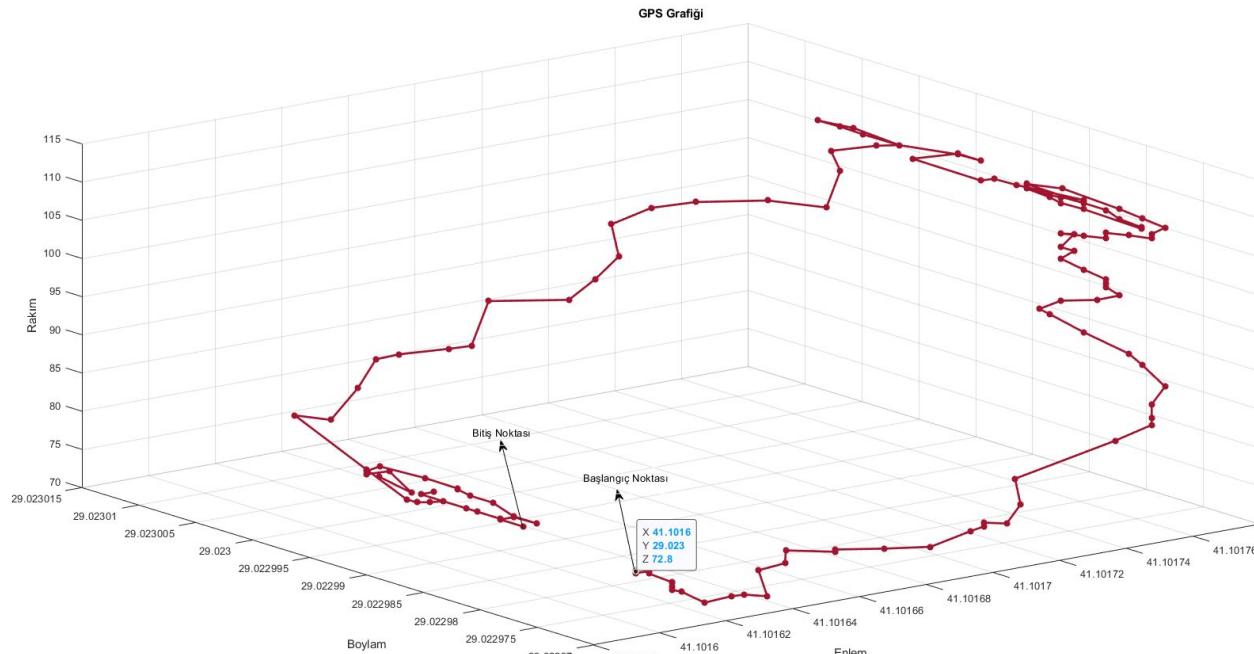
Yaw

**GPS değerleri ve roketin yüksekliğe göre statüleri doğru olarak yer istasyonunda gözlemlenmiştir.**

- Tüm sensörlerin bir arada çalıştığı ve veri gönderimi başarılı bir şekilde gerçekleştiği için ayrı bir sensör kalibrasyon testine gerek duyulmamıştır.

1177.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	21.00	100975.00	4.59	-0.41	36.00	3.55	41.101593	29.02299	80	1.00	-88.19	1.88	258.44
1178.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	23.00	100970.00	5.17	1.17	35.80	3.55	41.101593	29.02299	80	1.00	-91.00	3.38	257.06
1179.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	23.00	100942.00	7.76	2.76	35.80	3.55	41.101593	29.02299	80	1.00	-92.75	3.50	257.62
1180.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	25.00	100913.00	10.27	3.27	35.50	3.55	41.101589	29.02299	80.2	1.00	-90.88	7.50	255.00
1181.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	26.00	100881.00	13.27	3.27	35.40	3.55	41.101585	29.02299	80.5	2.00	-91.38	6.94	253.12
1182.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	26.00	100850.00	15.95	2.95	35.30	3.55	41.101585	29.02299	80.5	1.00	-92.81	7.00	253.12
1183.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	28.00	100818.00	17.70	2.70	35.10	3.55	41.101582	29.02299	81.1	1.00	-93.56	5.69	254.69
1184.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	28.00	100789.00	20.46	3.46	34.80	3.55	41.101582	29.02299	81.1	2.00	-91.69	6.38	253.19
1185.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	28.00	100752.00	23.38	3.38	34.60	3.55	41.101582	29.02299	81.1	2.00	-91.81	5.50	253.81
1186.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	31.00	100725.00	26.14	3.14	34.40	3.55	41.101604	29.023	78.7	2.00	-94.38	5.81	252.94
1187.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	31.00	100694.00	28.32	2.32	33.80	3.55	41.101604	29.023	78.7	2.00	-93.19	11.38	248.06
1188.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	33.00	100671.00	29.91	1.91	33.10	3.55	41.10162	29.02301	79.5	2.00	-88.25	11.31	247.88
1189.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	34.00	100654.00	31.92	2.92	32.50	3.55	41.101624	29.02301	79.5	2.00	-87.56	8.38	250.19
1190.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	34.00	100642.00	33.25	2.25	32.10	3.55	41.101624	29.02301	79.5	2.00	-80.75	10.50	248.44
1191.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	36.00	100602.00	36.02	3.02	31.50	3.55	41.101639	29.02301	81.6	2.00	-91.69	7.06	249.69
1192.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	36.00	100595.00	36.44	0.44	31.10	3.55	41.101639	29.02301	81.6	2.00	-85.25	12.31	244.88
1193.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	39.00	100570.00	38.45	2.45	30.60	3.55	41.101658	29.02301	82	2.00	-83.38	12.56	244.94
1194.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	40.00	100533.00	41.88	3.88	30.10	3.55	41.101665	29.02301	82.1	3.00	-87.81	11.81	245.38
1195.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	41.00	100520.00	43.30	2.30	29.70	3.55	41.101673	29.02301	83.1	3.00	-84.75	14.31	244.12
1196.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	42.00	100489.00	45.82	2.82	29.30	3.55	41.101673	29.02301	84.4	3.00	-90.44	10.06	246.69
1197.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	43.00	100477.00	46.57	1.57	29.00	3.55	41.101685	29.02301	88.4	3.00	-83.69	11.25	245.56
1198.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	44.00	100464.00	48.25	2.25	28.70	3.55	41.101692	29.02301	90.3	3.00	-87.62	10.06	246.50
1199.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	45.00	100449.00	49.17	1.17	28.60	3.55	41.1017	29.02301	92.4	3.00	-81.19	10.88	245.62
1200.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	46.00	100423.00	51.68	2.68	28.40	3.55	41.101707	29.02301	94.8	3.00	-85.75	10.31	246.94
1201.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	47.00	100391.00	54.45	3.45	28.10	3.55	41.101715	29.02301	97	3.00	-87.12	6.94	248.94
1202.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	48.00	100364.00	55.79	1.79	28.00	3.55	41.101727	29.02301	98.2	3.00	-84.56	8.06	247.75
1203.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	49.00	100356.00	56.80	1.80	27.80	3.55	41.10173	29.02301	100.1	3.00	-82.94	8.44	247.19
1204.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	50.00	100342.00	58.56	2.56	27.70	3.55	41.101738	29.023	101.5	3.00	-82.56	8.38	248.44
1205.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	51.00	100321.00	59.40	1.40	27.60	3.55	41.101742	29.023	102.1	3.00	-79.50	9.94	247.56
1206.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	51.00	100311.00	60.41	1.41	27.40	3.55	41.101742	29.023	102.1	3.00	-88.25	6.56	248.62
1207.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	53.00	100300.00	61.24	1.24	27.30	3.55	41.101753	29.023	105.1	3.00	-86.38	5.88	249.06
1208.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	54.00	100277.00	63.26	2.26	27.20	3.55	41.101757	29.023	106.5	3.00	-84.94	6.06	249.50
1209.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	54.00	100269.00	64.35	1.35	27.20	3.55	41.101757	29.023	106.5	3.00	-86.00	8.50	248.00
1210.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	56.00	100271.00	64.10	0.10	27.20	3.55	41.101757	29.023	109	3.00	-87.25	6.94	248.44
1211.00	30.00	7.00	2020.00	12.00	2.00	57.00	100264.00	64.35	0.35	27.10	3.55	41.101757	29.023	110	3.00	-87.31	4.88	250.56

# Testler (7/8)



Atış testi sonucu, kalkışta, inişte ve uçuş sırasında alınan GPS verileri Google Maps kullanılarak doğruluğu kontrol edilmiştir. Uçuş sırasında verilerin kesintisiz geldiği gözlemlenmiştir.

# Testler (8/8)

Aviyonik Donanım					
Test Adı	Komponent	Düzenekte Değişiklik	Yapıldı/Yapılmadı	Test Sonucu	Youtube Linki
Pil Dayanım	Tüm devre	Yok.	Yapıldı	Başarlı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=mFUtllyHfei4">https://www.youtube.com/watch?v=mFUtllyHfei4</a>
Sensör Kalibrasyon	Tüm devre	Atış testi ile test edildi.	Yapıldı	Başarlı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=G_RtEMA5qKQ">https://www.youtube.com/watch?v=G_RtEMA5qKQ</a>
Devre Şok	Tüm devre	-	Yapılmadı	-	
Yedek Sisteme Geçiş	Basitleştirilmiş prototip devre	Testin gerçek sisteme daha çok benzemesi için elle girilen sahte verilerin okunması yerine sensörden gelen verilerin okunmasına karar verildi.	Yapıldı	Başarlı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=l9hIRAuYrJo&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=l9hIRAuYrJo&amp;feature=youtu.be</a>
GPS Sensör	Tüm devre	Yok.	Yapıldı	Başarlı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=5mLutLO8Puw&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=5mLutLO8Puw&amp;feature=youtu.be</a>
Basınç Sensör	Basitleştirilmiş prototip devre	Yok.	Yapıldı	Başarlı	BMP180: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ttJuUgEJ2TE">https://www.youtube.com/watch?v=ttJuUgEJ2TE</a> BMP280: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=0LjQEHoB8YQ">https://www.youtube.com/watch?v=0LjQEHoB8YQ</a>
Jiroskop Sensör	Basitleştirilmiş prototip devre	Yok.	Yapıldı	Başarlı	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=SHW2b3pHoPo&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=SHW2b3pHoPo&amp;feature=youtu.be</a>



# Yarışma Alanı Planlaması (1/2)



## ROKET ATIŞ GÜNÜ TAKIM PLANLAMASI

ROKETİN TAŞINMASI	KURTARMA EKİBİ (ROKET)	KURTARMA EKİBİ (FAYDALI YÜK)	ATEŞLEME
Murathan Bakır	Ezgi Bakır	Ceylan Şevval İnan	Murathan Bakır
Emirhan Akyıldız	Emirhan Akyıldız	Murathan Bakır	
Semih Kalma	Semih Kalma	Enes Malik Oruç	

## MONTAJ GÜNÜ TAKIM PLANLAMASI

BURUN KONISİ BİRLEŞTİRİLMESİ	AVİYONİKLERİN BAŞLATILMASI	PARAŞÜTLERİN KATLANMASI VE YÜKLENMESİ	MOTOR BÖLÜMÜ MONTAJI	ROKETİN BİRLEŞTİRİLMESİ
Ezgi Bakır	Murathan Bakır	Semih Kalma	Enes Malik Oruç	Emirhan Akyıldız
Ceylan Şevval İnan		Ceylan Şevval İnan	Semih Kalma	Enes Malik Oruç



# Yarışma Alanı Planlaması (2/2)



## ACİL DURUM EYLEM PLANI

Oluşabilecek Acil Durumlar	Eylemler
Roketin istenilen şekilde ayrılmayıp ateşlenen barut sayesinde uçuş esnasında alev alması	İniş bölgesinde alevin hızlıca söndürülmesi
Barutun kalkış gerçekleştirmeden tutuşması	Yangın söndürme tüpleri ile ayrılma böülümlerine müdahale edilmesi
Roketin rampadan istenilen doğrultuda ayrılmaması	Yangın riskini önlemek için roketin söndürülmesi ve barut ateşlenmesinin engellenmesi
Motorun arızalanıp kalkış esnasında infilak etmesi	Yeterli süre geçtikten sonra yangın tüpleri ile müdahale edilmesi

## KARŞILAŞILABILECEK RİSKLER VE ÖNLEMLERİ

Karşılaşılabilecek Riskler	Tahmin Edilen Risk İçin Çözüm
Yanlış perçinleme.	Perçinin demontajı öğrenildi.
Burun konisi imalatında sorun çıkması.	Farklı bir imalatçı bulunacak.
Barut yanması esnasında meydana gelen yüksek sıcaklık sebebiyle paraşütün zarar görmesi.	Paraşütler ile ayrılma sistemi arasına daha kalın veya daha çok kat aerojel kumaş konulacak.