

TEKNOFEST 2020 ROKET YARIŞMASI COSMOS TAKIMI Atışa Hazırlık Raporu (AHR)

Takım Yapısı



Emrah Can UÇAR
Takım Lideri
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği



Kubilay Eren ŞENER
Yrd. Takım Lideri
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği



Dr. Öğr. Üyesi Çağlar UYULAN
Danışman
Bülent Ecevit Üniversitesi

MEKANİK



Ahmet Kerem Pehlivan
Mekanik Tasarım, Montaj
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği

Emrah Can UÇAR
Mekanik Tasarım
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği



İrem PINAR
Mekanik Tasarım, Analiz
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği

Kubilay Eren ŞENER
Mekanik Tasarım
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği



Mustafa Önder ÇÖVEN
Mekanik Tasarım, Paraşüt
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği

Talha Buğra YILMAZ
Mekanik Tasarım, Paraşüt, Kurtarma Sistemi
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği



Tuana TAŞDEMİR
Mekanik Tasarım, Montaj
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği

ELEKTRONİK-YAZILIM

Berke AYDİN
C# Yazılım, Grafik Tasarım, Website
Bülent Ecevit Üniversitesi - İngiliz Dili ve Edebiyatı



Emrah Can UÇAR
Mikro Kontrolcü Kodlama, Yazılım Entegrasyon
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği



Kubilay Eren ŞENER
RF Sistemler ve Haberleşme
Bülent Ecevit Üniversitesi - Makina Mühendisliği



KTR'den Değişimler

Sistem	KTR'de Bulunan	Yerine Seçilen	Seçilme Nedeni
Paraşütler	Ripstop Naylon	Sentetik Polyester Kumaş	Tedarik Kolaylığı, Bulunabilirlik (*Detaylı açıklaması 4.sayfadadır.)
Aviyonik Sistem	-	GPS NEO-6M	KTR'de; «Burun Konisi RF Gönderici Sistem» üzerindeki GPS modülünün aviyonik sisteme veri aktarması tasarlanmıştı. Ancak «SX1276» 3.3V modüllerin veri aktarım kapasitesi ve «bit-rate» yüksek olacak şekilde modüle edildiğinden, modüller hem verici- hem alıcı olarak çalıştığında yeterli verim alınamamış, bu yüzden yedek aviyonik sisteme, GPS modülü eklenmesine karar verilmiştir.
Sürüklenme Paraşütü Kurtarma Sistemi / Faydalı Yük Tutucu İstasyon	ABS	PLA	Parça gerekli dayanımı sağlamadığından PLA malzeme ile üretilmiştir.
Aviyonik Sistem / Aviyonik Sistemler Muhafazası	Tasarımsal Değişiklik		Yedek Aviyonik Sisteme, GPS sensörü eklendiğinden, yedek aviyonik sistem kartının gireceği yuva ölçüleri değiştirilmiştir.
Burun Konisi RF Gönderici Sistem / PCB Aralayıcılar	ABS	PLA	Parça gerekli dayanımı sağlamadığından PLA malzeme ile üretilmiştir.

KTR'den Değişimler

* Ripstop Naylondan Sentetik Kumaşa Geçişin Sebebi

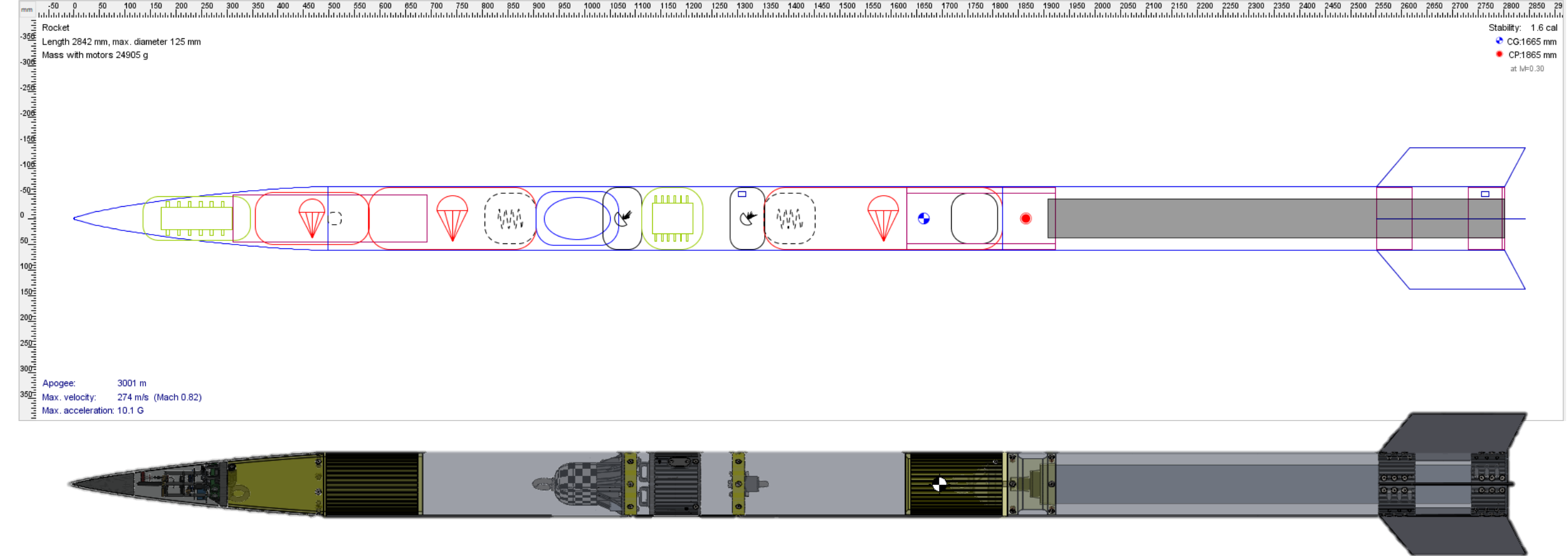
Cosmos Roket Takımı olarak önceden belirlediğimiz ve tasarım raporlarında belirtmiş olduğumuz kurtarma sistemleri paraşüt kumaşları için malzeme değişikliği kararı alınmıştır. Ripstop Naylon ülkemiz sınırları içerisinde üretim tedariki az bir malzeme olmakla birlikte, asıl üretim yeri Çin'dir. Ripstop Naylon, genellikle model roketlerin paraşüt sistemleri için üretilen bir kumaş çeşidi değildir. Tekstil ve Giyim Sektörüne (iş elbiseleri, güvenlik kıyafetleri, askeri amaçlı giyimler vs.) toptan olarak (1000 metre ile 800 metre arasında) müşterilerine satışı yapılan bir kumaş çeşididir. Bu nedenden dolayı üreticilerinden bu kumaşı tedarik etmek oldukça zordur. Buna rağmen önceki raporlarımızda (ÖTR, KTR) belirtilen teknik özelliklerinden dolayı Havacılık ve Uzay sektöründeki modern paraşütlerin üretiminde polyester ile birlikte en çok kullanılan paraşüt kumaşıdır. Fakat piyasadaki mevcut fiyatların (planlanmış bütçeye göre) ve tedarik süreçlerinde öngörülen sürelerin (üretim ve test takvimindeki kısıtlı süreye göre) yüksek olması sebebiyle, Ripstop Naylon kumaşının yurt dışından tedariki sağlanamamıştır. Buna ek olarak; teknik problemler açısından da, imalat sürecinde üretilmesi planlanan Ripstop Naylon'a uygun paraşüt dikiş ipinin, malzeme uyumluluğu prensibi uyarınca üretmeyi planladığımız paraşütün mukavemetini arttırabilmek için paraşüt kumaşı ile aynı cinsten olan naylon yapıdaki iplikler temin edilmesinden kaynaklı zorluktur. Bu noktada ise daha önceden araştırmalarını yaptığımız, Ripstop Naylon kadar yeterli teknik özelliklere sahip "Sentetik Polyester Kumaş" takımımızın aldığı karar ile yeni paraşüt kumaşı olarak seçilmiştir.

Roket Alt Sistemleri

Roket Durumu Tablosu

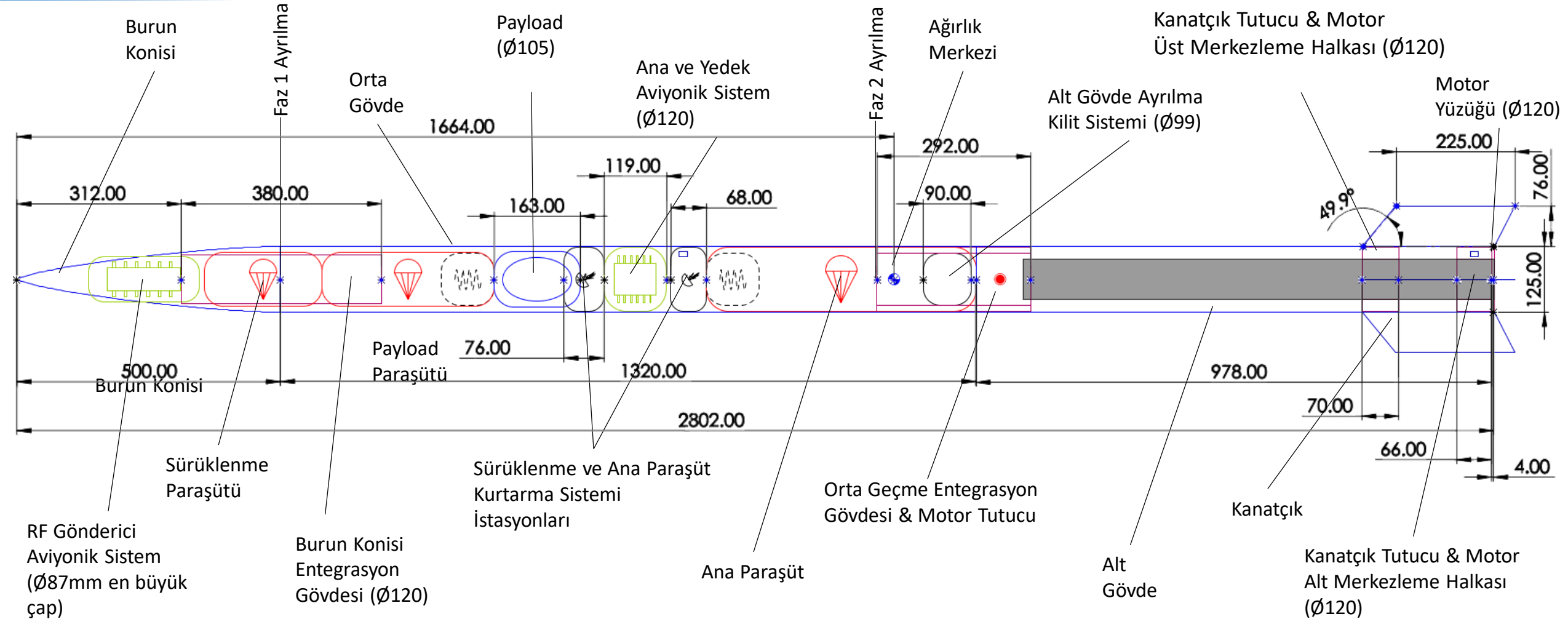
Bileşen Adı	Tamamlanma Durumu	Eksiklikler	Eksikliklerin Giderilme Tarihi	Tahmini Tamamlanma Tarihi
Aviyonik Sistemler	%100-Tamamlandı	-		-
Ayrılma Sistemleri	%100-Tamamlandı	-		
Burun Konisi	%85	Boya, Zımpara ve alıştırma işlemleri kalmıştır.	05/08/2020	15/08/2020
Faydalı Yük	%100-Tamamlandı	-		-
Kanatçıklar	%85	Boya, Zımpara ve alıştırma işlemleri kalmıştır.	05/08/2020	15/08/2020
Kurtarma Sistemi	%100-Tamamlandı	-		-
Paraşütler	%100-Tamamlandı	-		
Gövde Parçaları	%85	Boya, Zımpara ve alıştırma işlemleri kalmıştır.	05/08/2020	15/08/2020

OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



- Sayfa 7'de roketin bölümleri ve ölçüleri verilmiştir.

OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



Roket Alt Sistemleri

Mekanik Görünümleri ve Detayları

Burun ve Faydalı Yük Mekanik Görünüm

Burun Konisi
Görüntüleri



Faydalı Yük Görüntüleri



Üretilme Oranı/Durumu: Üretildi ve kullanıma hazırdır.

Burun – Detay

Özellikleri/Türü	Burun Konisi
Burun Konisi Geometrisi	Von Karman
Burun Konisi Dış Çapı	125mm
Burun Konisi Uzunluğu	500mm
Burun Konisi Malzemesi	Fiberglass (Cam Elyaf)
Burun Konisi C_d Değeri	0.34



Burun Konisinin Üretilmiş Görüntüsü

Burun – Detay

BURUN KONİSİ ÜRETİM AŞAMALARI

Aşama 1

3D çizimi yapılan burun konisi ABS malzeme ile 3D printer’da basıldı. Basılan parça kullanılarak, alçı malzemeden kalıp oluşturuldu. Kalıbın katılaşması beklendi ve kalıptan ABS malzeme çıkarıldı.

Aşama 2

Kalıp temizlendi ve içerisine kalıp ayırıcı malzeme olan «wax» sürüldü.

Aşama 3

Plastik kap içine, önce sertleştirici (500 mL), sonra epoksi reçine (1 L) döküldü. Karışım, şeffaflaşana kadar yavaşça karıştırıldı. Oluşan karışım ısınmaya başlayana kadar beklemeye bırakıldı (yaklaşık 1 saat). Bu işlemler sonucunda epoksi reçine hazır hale geldi.

Aşama 4

Hazırlanan epoksi reçine kalıp içerisine fırça yardımı ile sürüldü. Kalıp içerisine fiberglass yerleştirildi ve üzerine fırça yardımıyla epoksi reçine sürüldü. İstenen kalınlığa ulaşmak için bu işlem 25 defa tekrarlandı. Kuruması için 24 saat beklendi.

Aşama 5

Burun konisi kalıptan çıkarıldı ve dış katmanında oluşan pürüzlerin giderilmesi için zımparalandı.

Faydalı Yük ve Faydalı Yük Bölümü – Detay

Faydalı Yük Üretimi

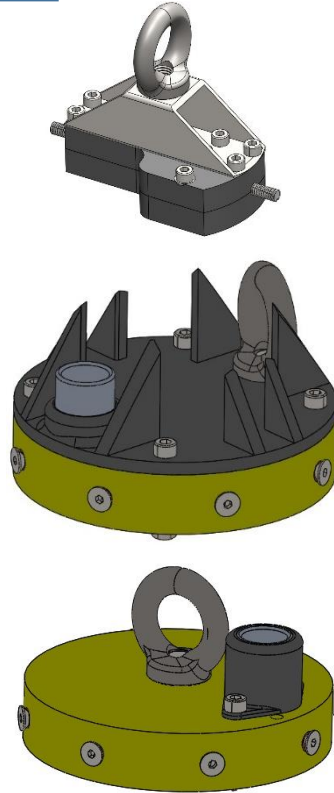
- 1. Aşama:** Faydalı Yükün kurşun kısmı 3D yazıcı kullanılarak üretildi.
- 2. Aşama:** Faydalı Yükün 3D yazıcıdan üretilen parçasının alçıdan kalıbı çıkarıldı.
- 3. Aşama:** Kalıbın içerisine kurşun eritilerek döküldü.
- 4. Aşama:** Dökülen Kurşun, cüruflarından ve talaşlarından temizlendi. Kurşun kütlenin, «Faydalı Yük RF Gönderici Sistem Muhafazası» ile bağlantısı olan yüzeyi planya makinesi kullanılarak düzleştirildi.
- 5. Aşama:** «Faydalı Yük RF Gönderici Sistem Muhafazası» ve Kapağı, 3D yazıcı ile üretildi.
- 6. Aşama:** Parçaların bağlantı elemanları takılarak birleştirildi.

Faydalı Yük Bölümü Üretimi

- 1. Aşama:** Sürüklenme Paraşütü Kurtarma Sistemi ve Faydalı Yük Tutucu İstasyon, 3D yazıcı kullanılarak üretildi.
- 2. Aşama:** Sürüklenme Paraşütü Kurtarma Sistemi İstasyonu (Naylon PA-6 malzemedenden) torna kullanılarak işlendi. Bağlantı elemanları takılarak parça, gövde içerisine rahat takılıp çıkarılabilmesi için alıştırıldı.
- 3. Aşama:** Bağlantı elemanları takılarak parçalar ve mapa bağlantısı yapıldı.

Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm

Ayrılma Sistemi
Görüntüleri



Paraşüt Görüntüleri



Üretilme Oranı/Durumu: Üretildi ve kullanıma hazırdır.

Ayrılma Sistemi – Detay

- ❑ Tasarımı ve üretimi Cosmos Takımı tarafından gerçekleştirilen «Orionid» adlı roketimizin, gövde ayrılma sistemleri için kara barut ayrılma sistemi kullanıldığını önceki hazırladığımız raporlarda(KTR) ayrıntılı şekilde belirtmiştik. Burun konisi – Orta gövde (Apogee) ve Orta gövde – Alt gövde (~500 metre irtifada) ayrılması olmak üzere iki fazlı ayrılma sistemi mevcuttur. Ayrılma işlemleri sonrası, roket gövdelerinin birbirine olan bağlantısının kesilmemesi ve roketin tüm bileşenlerinin birlikte tek bir noktaya iniş sağlayabilmesi için «Shockcord» kullanılmıştır. Burun konisi – orta gövde ayrılması sonrası «Shockcord» ile ilk şok etkisi sönümlenecektir ve aynı zamanda «Shockcord», kendisine bağlı olan sürüklenme paraşütünün roket gövdesinden dışarı atılmasına yardımcı olacaktır.
- ❑ Payload ve Payload Paraşütü, bulunduğu roket gövdesinden ayrılma işlemini gerçekleştirecektir. Aynı süreç, orta gövde – alt gövde ayrılması sırasında da gerçekleşecektir. «Shockcord» ilk şok etkisini sönümleyerek, ana paraşütü roket gövdesinden dışarıya atacaktır.
- ❑ Kara barut haznesi kartuş üretimi için alüminyum çubuklar kullanılmıştır. Alüminyum çubuklar «torna makinesi» ile, 50 mm. uzunluğunda, 22 mm. çapında ve 2 mm. et kalınlığına sahip olacak şekilde üretilmiştir. Kara barut kartuş tutucusunun (ABS malzeme) üretimi, 3D printer kullanılarak yapılmıştır. Kara barut sisteminin roket içerisindeki görevini yerine getirebilmesi için hazırlanma evresi şu şekildedir; her bir kara barut haznesine, 5 g. kara barut yerleştirilir ve ateşleme fünyesi kara barutun içerisine konuşturılır. Daha iyi sıkışabilmesi ve daha yüksek basınç ile patlama şiddetini arttırabilmek için üzerine keçe eklenerek kara barut haznesinin hava ile temasını bantlanarak kesilir. Hazırlanan düzeneğin üzerine yanmaz kağıt koyularak olası bir aksiyon durumunda paraşütlerin tahribi önlenir.
- ❑ «Shockcord» ve ateşleme fünyesi temini gerçekleşmiştir ve proje için hazır duruma getirilmiştir. Ayrılma sistemlerinde kullanılacak olan kara barut haznesi ve kara barut kartuş tutucusunun üretimi gerçekleştirilmiştir. «Shockcord» için 10 mm. çaplı elastik kordon kullanılmıştır.

❑ Kara Barutun Yerleştirilmesi Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=gfS3miHX2KE>

❑ Ayrılma Sistemi İçin Gerekli Olan Kara Barut Miktarı Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=KPzfKljxtQQ>

Paraşütler – Detay 1

Özellikleri/Türü	Faydalı Yük Paraşütü	Sürüklenme Paraşütü	Ana Paraşüt
Paraşüt Tipi	Daire	Daire	Daire
Paraşüt Çapı	110 cm.	75 cm.	215 cm.
Spill Hole Çapı	11 cm.	7,5 cm.	21,5 cm.
Renk	Kırmızı	Turuncu	Bordo
Panel Adeti	8	8	12
Dikiş Payı	2 cm.	2 cm.	2 cm.
Paracord Uzunluğu	100 cm.	100 cm.	200 cm.
Paraşüt Cd Değeri	1.5	1.5	1.5
Paraşüt Malzemesi	Polyester	Polyester	Polyester



Ana Paraşüt



Sürüklenme Paraşütü



Faydalı Yük Paraşütü

Üretilme Oranı/Durumu: Üretildi ve kullanıma hazırdır.

Paraşütler – Detay 2

1) Polyester'in Tanımı ve Kimyasal Yapısı:

Polyester, tekstilde kullanılan sentetik bir lif türüdür. Ana bağları içerisinde ester fonksiyonel grupları içeren yoğuşma polimeri kategorisindedir. Polietilen tereftalat (PET) ve poli-1,4-sikloheksilen-dimetilen (PCDT) adı verilen iki temel polyester türü vardır. PET, çok çeşitli kullanım alanına sahiptir ve PCDT'den daha güçlü olduğu için en çok tercih edilen polyester türüdür. Bununla birlikte, PCDT daha elastik ve esnektir ve daha ağır tüketici uygulamalarında tercih edilir. İlk sentetik polyester olan gliserin ftalat su geçirmezlik özelliği elde etmek için kullanılmıştır. Sentetik polyester, kömür, petrol, hava ve su içeren kimyasal bileşikler kullanılarak üretilir.

[<https://www.omo.com/tr/temizlik-icin-ipuclari/polyester-nedir.html>]

A) POLYESTER LİFLERİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ:

- 1) Enine kesit ve boyuna görünüş: Polyester lifleri mikroskop altında düzgün bir çubuk şeklinde görülür. Enine kesiti ise yuvarlaktır.
- 2) Renk ve parlaklık: Polyester lifleri genelde beyaz olarak üretilir. Polyester lifi parlaktır, istenildiğinde yarı mat veya mat olarak da elde edilebilirler.
- 3) İncelik ve uzunluk: Polyester lifleri çeşitli uzunluklarda üretilebilir. Kullanım alanına bağlı olarak filament hâlde olabileceği gibi kesikli (stapel) şeklinde de olabilir.
- 4) Mukavemet: Polyester liflerinin mukavemeti üretim şekline göre değişiklik gösterir. Filament hâlde bulunan polyester liflerinin mukavemeti 4-7 gr/denye arasındadır.
- 5) Nem çekme özelliği: Polyester liflerinin nem çekme özelliği çok düşüktür. Bu oran normal şartlarda % 0.2-0.8 arasında değişmektedir.
- 6) Sürtünmeye karşı dayanıklılık: Polyester liflerinin sürtünmeye karşı dayanıklılığı çok iyidir.
- 7) Boyut değiştirmezlik: Sıcak fiksaj işlemi uygulanan polyester liflerinin boyut değiştirmezliği çok iyidir. Sıcak fiksaj uygulanmış polyester kumaşlar yüksek sıcaklıklarda çekebilir.
- 8) Esneklik özelliği: Polyester liflerinin esneklik özelliği genelde iyidir. Filament halindeki polyester liflerinin uzama oranı % 15-30, kesikli halde ise % 30-50 arasında değişmektedir.
- 9) Hacimsel yoğunluk: Polyester lifleri hafif bir lif olup, özgül ağırlığı 1.38 gr/cm^3 'tür.

B) POLYESTER LİFLERİNİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ:

- 1) Kimyasal maddelerden etkilenme: polyester lifleri asitlere, kuru temizlemede kullanılan çözücülere ve ağartıcılara karşı dayanıklıdır. Kuvvetli alkaliler ise liflere zarar verir.
- 2) Çevresel faktörlere karşı dayanıklılık: polyester liflerinin güneş ışığına karşı dayanıklılığı birçok sentetik liften daha iyidir. Uzun süre güneş ışığına maruz kalması liflere zarar verebilir. Perdelik kumaş olarak kullanılabilir. Bakteri, mantar, küf, güve ve diğer zararlı böcekler liflere zarar vermez.
- 3) Elektriklenme özelliği: polyester liflerinin elektrik iletme özelliği çok düşük olduğundan statik elektrikle yüklenir.
- 4) Isıdan etkilenme özelliği: polyester liflerinin erime noktası 250°C'dir. Polyester ürünleri pek fazla buruşmadığından bunları düşük ısılarda ve kısa sürelerde ütölemek gerekir. Ütüleme sıcaklığı 140 °C'dir.
- 5) Yanma özelliği: polyester lifleri alevle karşılaştığında çekerek erir. Kimyasal bir koku ve siyah bir is bırakır.

- Paraşüt üretiminde kullanılan ipliğin seçimi için dikkat edilmesi gerekenler:

Kumaş içeriği, tipi ve ağırlığı, doğru iplik kalitesini ve türünü seçerken bilinmesi gereken önemli faktörlerdir. Düşük kaliteli iplik çabuk yıpranır. İpliğinizin etrafında bir tür tüy hissederseniz, bu kısa liflerle üretildiğini ve zayıf bir iplik olarak kabul edildiğini gösterir. Dikimi terziye yaptırılmıştır.

- Polyester iplik işlevi:

Polyester veya pamuk kaplı polyester iplik, genellikle iyi performans verir. Mukavemeti yüksek (UV ışınları ve nem etkisi altında), esnekliği ve büzülme oranı düşüktür.

Paraşütler – Detay 4

2) Polyester kumaşının tercih edilme sebebi:

Molekül boyutları büyüktür ve yüksek bağ kuvvetleri sebebiyle birbirlerinden ayrılmaları zordur. Bundan dolayı, polyester kumaşlar oldukça güçlüdür ve kopmaya karşı dirençlidir. Ayrıca kolay bakım, kırıxıklığa karşı direncin, gerilme ve büzülme dirençlerinin yüksek olması, diğer kumaş türlerine kıyasla oldukça ucuz olmaları ve en önemlisi de hava gözeneklerinin olmaması sayesinde paraşüt kubbesinden, yüksek oranda sürüklenme kuvveti elde ederek paraşüt performansını artırıcı özellikleri sayesinde Havacılık ve Uzay sektöründe oldukça tercih edilen sentetik kumaş türüdür. Paraşüt kumaşı ve paraşüt dikim ipi uyumluluğu, üretim ve tedarik süreçlerinin kolaylığı gibi etkenlerden dolayı polyester kumaşın kullanılması daha mantıklıdır. Ayrıca, model roketçiliğin en önemli problemlerinden biri olan roket alt bölümlerinin kapladıkları hacimlerin öngörülebilirliği ve bu doğrultuda alt bileşenler için yer temini açısından değerlendirilmesi de polyester kumaşın tercih edilmesinde önem arz eder. Yüksek özgül ağırlık değeri sayesinde (1.38 gr/cm^3) daha az incelik ve hacim gerektiren şartlar altında muadilindeki Ripstop naylon kumaş ile kıyaslandığında yaklaşık eşit mukavemet değerlerine sahiptir. Polyester kumaşlara olan ihtiyacın artması ile beraber yine polyester kumaşlardan geliştirilen “Dacron kumaşlar” sayesinde bu ihtiyaç karşılanmıştır. Dacron kumaşların mukavemeti yüksektir ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır. Polyester malzeme başlangıçta Huygens prob paraşütleri için kullanılan bir kumaş olarak seçilmiştir. Polyester kumaşın paraşütçülük tarihindeki yeri ve özellikler göz önünde bulundurulduğunda polyester malzeme özellikle paraşüt kumaşı için tercih edilebilir bir seçenektir.

[https://books.google.com.tr/books/about/Planetary_Landers_and_Entry_Probes.html?id=cvehD1KsTKoC&redir_esc=y]



Polyester Örnek Görüntüsü

3) Polyester kumaşın avantajları ve dezavantajları nelerdir ?

Avantajları:

a) İyi Derecede Esneklik Kapasitesi :

Esneklik bakımından yün kumaşı ile benzer mukavemet değerleri gösterir ve % 5 ila % 6 oranında gerildiğinde tamamen geri kazanılabilir. Kırışıklık direnci diğer liflerden üstündür yani kumaş buruşmaz ve boyutsal stabilitesi oldukça iyidir. Esneklik modülü, naylondan 2 ila 3 kat daha yüksek olarak 19.426 ila 124.50 g/den ' dir. [<https://sungzu.com/advantages-disadvantages-polyester-material/>]

b) Sentetik elyaf kumaş (polyester) ısı direnci yüksektir.

c) Kimyasal reaksiyonlara ve reaktanlara karşı iyi bir dirence sahiptir.

d) Yırtılmaya karşı yüksek mukavemetli ve gerilme sonrası elastik iyileşme veya geri kazanım.

e) Düşük Higroskopisite:

(Önemli) Higroskopisite: Gözenekli bir ortamın atmosferik nemi absorbe etme kapasitesi. Düşük Higroskopisite sayesinde ortamda veya havadaki nemi absorbe etmeden yüzeyinde barındırarak ıslakken dahi neredeyse tam kapasite performans göstermesini deforme olmamasını sağlar. (Hidrofobik)

e) Polyester kumaş yapısal özellikleri dolayısıyla kırışıklara ve büzülmeye karşı dayanıklıdır, model roket orta gövde katmanına kolayca katlanıp koyulabilir ve katlanma sonucu bile negatif etki göstermez.

f) Polyester kumaş diğer kumaş türlerine (İpek, Kevlar, Ripstop Naylon vs.) göre daha ucuz ve ülke içinde üretilmesinden dolayı oldukça kolay tedarik edilebilecek bir kumaştır.

g) Geri dönüştürülebilir bir kumaş tipidir. Polyester kullanım ömrü sonunda %100 geri dönüştürülebilir. Bu, çevreyi korumaya yardımcı olur, çünkü bu malzeme attığınızda ayrılmaz ve yalnızca düzenli depolama alanına katkıda bulunur.

Paraşütler – Detay 6

Dezavantajları:

a) Polyester kumaşın boya tutma kapasitesi düşüktür, yani elinizde istediğiniz renkte bir polyester malzeme yoksa bunu boyamak bir seçenek değildir.

b) Erime direnci diğer mevcut paraşüt kumaşı türlerine kıyasla düşüktür. (Polyester liflerinin erime noktası 250°C'dir.)

Polyester kumaş yapısı erimesini yavaşlatan yada geciktiren bir düzene sahip olmadığından orta derece yanıcı bir maddedir dolayısıyla tutuşma durumlarında kumaş üzerinde yanık kaynaklı delikler oluşabilir bu da havada iken paraşütler roket orta gövdesinden ayrıldıktan sonra paraşüt stabilitesini oldukça kötü etkileyebilecek bir durumdur.

c) Boncuklanma problemi:

Polyester kumaşlar belirli bir süre kullanıldıktan sonra "boncuklanma" dediğimiz yapısal düzensizlikler görülmeye başlar.

[<https://sungzu.com/advantages-disadvantages-polyester-material/>]

d) Havasız ortamlarda kolay bir şekilde statik elektriklenme gösterir.

Polyester Kumaş	Ripstop Naylon
<ul style="list-style-type: none">Naylon kumaşa göre daha düşük kopma uzamasına sahiptir bunun sonucunda malzemenin daha kırılğan bir yapıda olmasına sebebiyet verir. Fakat polyester kumaş boyutsal kararlılığını ve uçuş performansını koruyarak bu eksikliği kapatmıştır.Polyester kumaş kimyasal yapısına bağlı olarak termoset veya termoplastik olarak üretilebilir. Polyesterin bu çok yönlü üretim özelliği sayesinde, Havacılık ve Uzay sektöründe oldukça fazla talep görmesine sebep olur.Polyester ipliği yapısal olarak dayanımı naylona göre daha azdır.Polyester kumaş yanma olayı sırasında aynı anda erir ve yanar.Polyester biyolojik olarak parçalanamaz, ancak %100 geri dönüştürülebilir.Polyester yüzeyi düz ve pürüzlüdür ve gelen yağmur suları kumaşın yüzeyi üzerinde kalır.Naylon ve polyester arasındaki en büyük fark, polyesterin hidrofobik özellik göstererek üretilmesi ve çok az suyu emecek şekilde tasarlanmasıdır	<ul style="list-style-type: none">Uzama miktarı daha fazla olduğu için malzemenin gerilme dayanımı daha yüksektir.Ripstop Naylon bir termoplastik polimerdir. Bu da ısı işlemlere maruz kaldığında deforme olur.Naylon ipliği, ağırlık-ağırlık esasına göre bir polyester ipliğinden daha güçlüdür.Bu iki kumaşın yanma reaksiyonlarına karşı verdiği tepkiler kıyaslandığında Ripstop Naylon çok daha az toleranslıdır yani tutuşma işlemi daha hızlıdır. Ripstop naylon herhangi bir yanma olayı sırasında erir ve sonra hızla yanar.Naylon malzemeler petrol rafinerisi yan ürünlerinden üretildiği için çevreye oldukça zararlıdır .Bu iki kumaşın yüzey yapısı kıyaslandığında Ripstop Naylon' un yüzeyinde küçük kare desenler bulunur, bu desenlerin amacı yağmur sularının paraşüt kubbesi üzerinde yayılmasını önlemektir .Ripstop Naylon polyester kumaşa kıyasla suyu daha fazla emer, fakat polyester dışındaki kumaşlara göre daha az su emiciliğine sahiptir.

Paraşütler – Detay 7

PARAŞÜT ÜRETİM AŞAMALARI

Kurtarma sistemleri bünyesinde 3 adet paraşüt üretilmiştir. Bunlar; Ana Paraşüt, Sürüklenme Paraşütü, Faydalı Yük paraşütüdür.

Aşama 1

Paraşütlerin üretiminde ilk aşama Paraşüt Paneli tasarımı ve üretimidir. Tasarımın en kritik noktalarından biri, panel şablonu hazırlanırken panel etrafında 2 cm dikiş payı olacak şekilde şerit bırakılmasıdır. Panel Tasarımları sırasında paraşütlerimizin teknik özellikleri (KTR ve ÖTR’de belirtmiş olduğumuz paraşüt çapları ve Paraşütlerin panel sayıları) baz alınmıştır. Bu özellikler doğrultusunda panel boyutu ve panel şekli ayrıntıları ile matbaa tarafından uygun boyuttaki bir kağıda aktarılır.

Aşama 2

Matbaa tarafından uygun büyüklükteki kağıtlara aktarılan panel tasarımları (Sürtünme paraşütü paneli, ana paraşüt paneli, faydalı yük paraşütü paneli) makas yardımı ile kesilir ve kesilen panel tasarımları önceden temin etmiş olduğumuz Polyester paraşüt kumaşlarımız üzerine belirlenen boyutlarda olacak şekilde her bir Polyester kumaşa görünebilir bir şekilde çizilmiştir.

Aşama 3

Kumaşlar üzerine çizilen Panel tasarımları dikiş payı da dikkate alınarak kumaşa zarar verilemeyecek şekilde kesim işlemi gerçekleştirilmiştir. Sürüklenme paraşütümüz üretilirken 8 adet paraşüt paneli Polyester kumaştan kesilmiş, Ana Paraşütümüz üretilirken 12 adet paraşüt paneli kesilmiş, Faydalı Yük paraşütü üretilirken 8 adet paraşüt paneli kesilerek bir diğer adım olan terzi yardımı ile paraşütlerimiz için ürettiğimiz panelleri birleştirme işlemine geçilmiştir.

Aşama 4

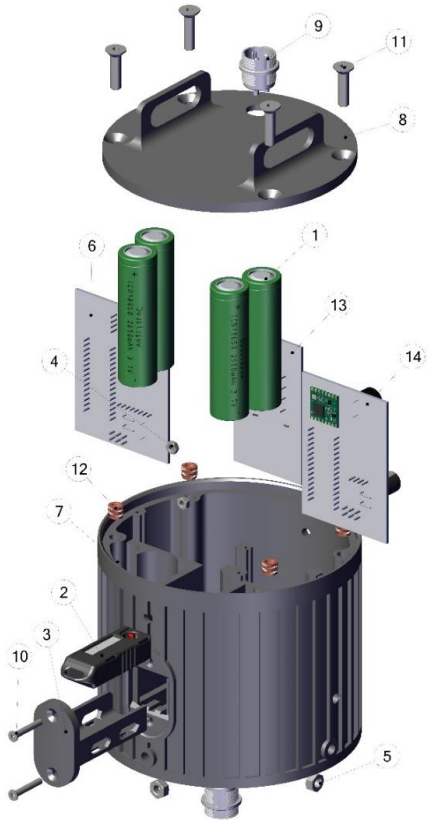
Önceden paraşütlerimizin dikimi için anlaştığımız bir terziye giderek paraşütümüzün nasıl dikilmesi gerektiğini ayrıntılı bir şekilde anlattık. Daha sonra dikim işlemi öncesi dikkat edilmesi gerekenlerden bahsettik bunlar;

- 1) Tasarımımız sırasında şerit halinde gösterdiğimiz 2cm’lik dikiş payı referans alınarak dikilmelidir.
- 2) Önceden temin ettiğimiz Paraşüt paracordları akış deliğinden stres noktalarına kadar, panellerin dikim noktası üzerinde şerit halinde dikilmiştir.
- 3) Paraşütümüzün kubbe panellerinin birleştirme işlemleri bittikten sonra hesaplamış olduğumuz çap değerlerine (KTR’de belirtmiş olduğumuz değerler) uygun spill hole kesimi gerçekleştirilmiştir. Ve paraşütlerimizin spill hole çevresinin şok etkisine dayanımını arttırmak için spill hole çevresi üzerinden birçok kez dikiş işlemi gerçekleştirilmiştir.

Paraşüt Üretim Videosu: [<https://www.youtube.com/watch?v=6aMa--P2FaI>]

Aviyonik Sistem Mekanik Görünüm

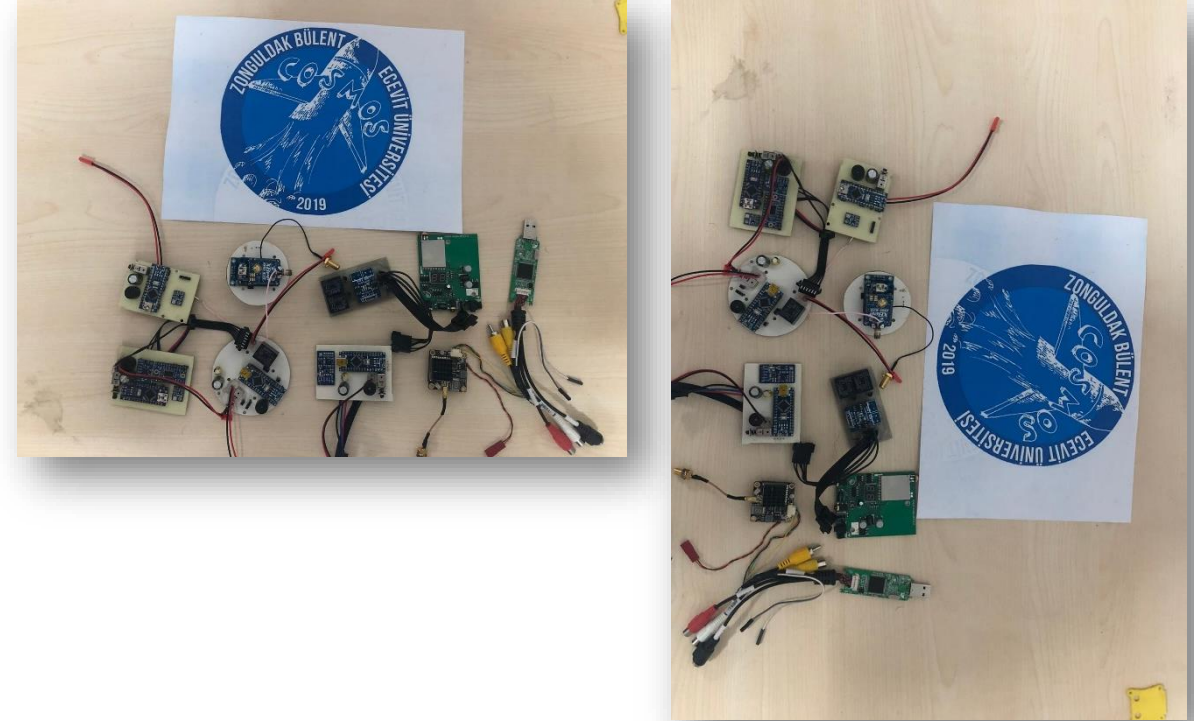
Aviyonik Sistem CAD
Görüntüsü



Üretilen Aviyonik
Sistem



Üretilen Devre



Üretim Oranı/Durumu: Üretildi ve kullanıma hazırdır.

Aviyonik Sistem – Detay

Aviyonik Sistemler PCB Yapımı

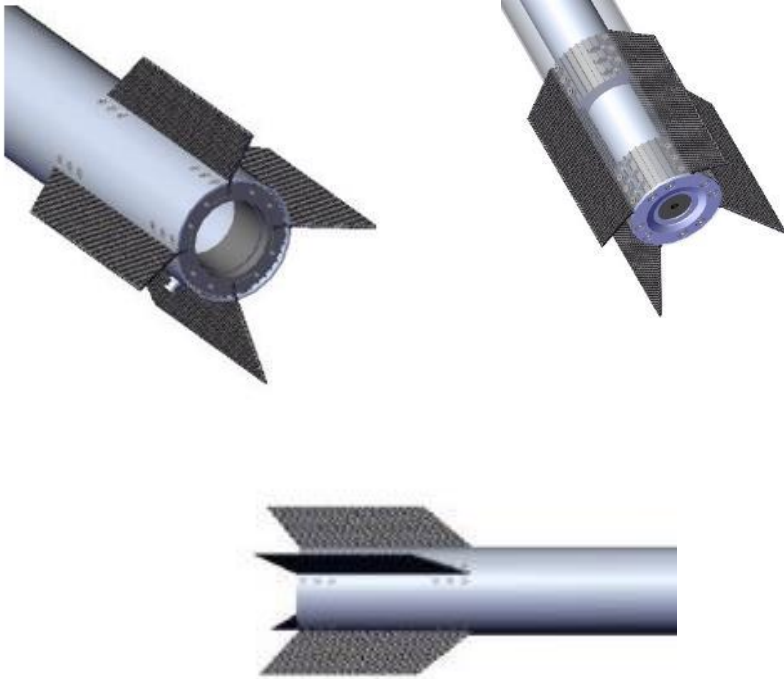
- 1. Aşama:** PCB tasarımlar kontrol edilerek PCB baskı transfer kağıdına çıktıları alındı.
- 2. Aşama:** PCB'ler ince zımpara ile zımparalanarak baskı transfer kağıdı ile hizalandı. Ütü ile PCB üzerine tonerin geçmesi sağlanarak PCB eritme safhasına bakır plaket hazırlandı.
- 3. Aşama:** Bakır plaket perhidrol-tuz ruhu çözeltine atılarak bakır yolların çıkması sağlandı.
- 4. Aşama:** PCB bakır plaket üzerinde bulunan pad bağlantılarının delikleri delindi ve elektronik parçaların dizgi işlemi yapıldı.
- 5. Aşama:** Sistemlerin çalışma kontrolü sağlanarak gerekli düzeltmeler yapıldı.

Aviyonik Sistem Muhafazası Yapımı

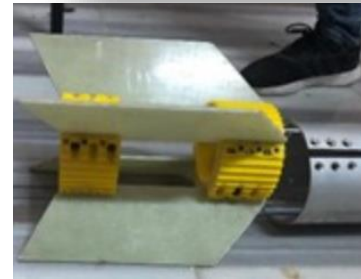
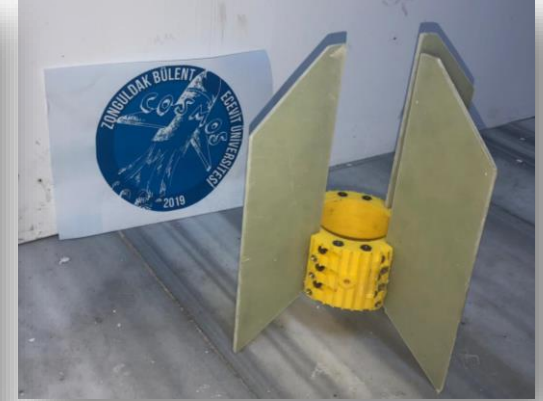
- 1. Aşama:** Parça 3D yazıcı ile üretildi.
- 2. Aşama:** Gerekli Alıştırma işlemlerinin ardından PCB'ler yerlerine takıldı. Parçaya bağlantı elemanları takıldı. Parçalar birleştirildi.

Kanatçıklar Mekanik Görünüm

Kanatçık CAD Görüntüsü



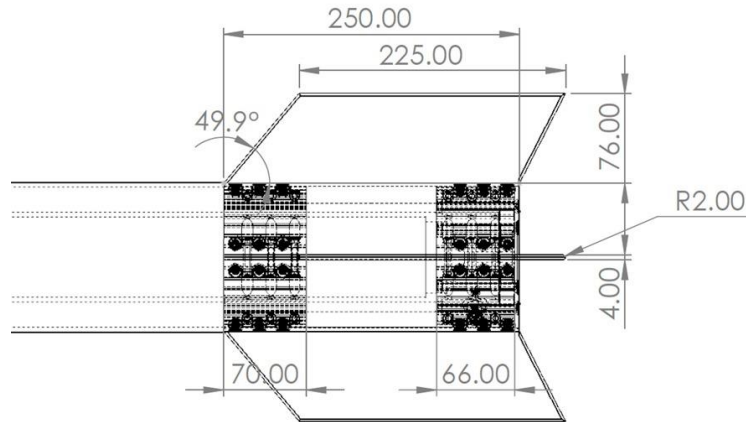
Üretilen Kanatçıklar



Üretilme Oranı/Durumu: Üretildi ve kullanıma hazırdır.

Kanatçıklar – Detay

Özellikleri/Türü	Kanatçıklar
Kanatçık Uzunluğu	225 mm
Kanatçık Yüksekliği	76 mm
Kanatçık Kalınlığı	4 mm
Kanatçık Süpürme Açısı	49.9°
Kanatçık Malzemesi	Fiberglass (Cam Elyaf)



Üretilmiş Kanatçık Grubu Görseli

Kanatçıklar – Detay

KANATÇIK ÜRETİM AŞAMALARI

Aşama 1

Fiberglass cam elyaf kumaş, dört kanatçığı da kapsayacak ölçülerde kesildi.

Aşama 2

Kanatçık üretimi için kalıp oluşturuldu.

Aşama 3

Plastik kap içine, önce sertleştirici (250 mL), sonra epoksi reçine (500 mL) döküldü. Karışım şeffaflaşana kadar yavaşça karıştırıldı.

Aşama 4

Hazırlanan epoksi reçine malzemesi kesmiş olduğumuz fiberglass üzerine sürüldü.

Aşama 5

Kanatçığın 4 mm. kalınlığa ulaşması için fiberglass 10 kat olacak şekilde «aşama 4» tekrarlandı.

Aşama 6

Fiberglass ve reçine malzemelerinden üretmiş olduğumuz kanatçık 48 saat süre ile kurumaya bırakıldı. KTR raporunda belirtilen ölçülere göre dört kanatçık kesildi.

Roket Genel Montajı

BURUN KONİSİ



1. Adım



2. Adım



3. Adım



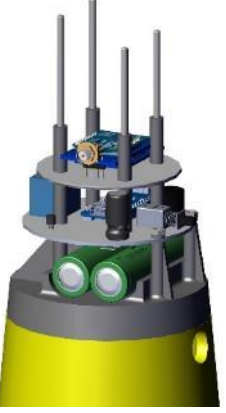
4. Adım



5. Adım



6. Adım



- Burun Konisi Mapası ve Aviyonik Sistem İstasyonuna 2 adet 18650 Li-ION pil, Dişi Aybolt Mapası, Flanşlı Altıgen Cıvata ve 4 adet Tijen (saplama) entegre edilir.
- Burun Konisi Mapası ve Aviyonik Sistem İstasyonu, Burun Konisi Entegrasyon Gövdesine sabitlenir.
- Alt Gönderici Elektronik Sistemimize 2 adet Tijen (saplama) takılır ve somun yardımı ile sabitlenir.
- Alt Gönderici Elektronik Sistemimiz, Burun Konisi Mapası ve Aviyonik Sistem İstasyonuna sabitlenmiş 4 adet Tijona (saplama) takılır.
- Alt Gönderici Elektronik Sistemimizi Üst Gönderici elektronik sistemimizden ayırmak için 4 adet PCB aralayıcı kullanılır.
- Üst Gönderici Elektronik Sistemimiz 4 adet Tijona (saplama) takılır ve daha sonra tekrar 4 adet PCB aralayıcı kullanılır.

Roket Genel Montajı



7. Adım



8. Adım



9. Adım



10. Adım



11. Adım

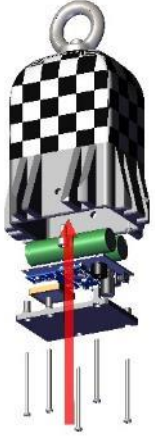


- AKK X2 Dominatör 4 adet PCB Aralayıcıların üstüne gelecek şekilde Tijonlardan (saplamalardan) geçirilir.
- Anten tutucumuz AKK X2 Dominatörün üstüne Tijonlardan (saplamalardan) geçirilerek oturtulur ve 2 adet SMA Uzatma Kablosu konektörü takılır. Anten Tutucumuzu sabitlemek için 4 adet somun takılır.
- Anten Tutucumuzun üstüne; Xbee RF Modül Anteni, Kamera Sistemi Anteni ve GPS Modülü Anteni entegre edilir.
- RF Sistemimiz Burun konisi Mapa ve Aviyonik Sistem İstasyonuna entegre edildikten sonra Burun Konimizi, Burun Konisi ve Orta Gövde Entegrasyon Gövdesine cıvatalar yardımı ile sabitlenir.
- Burun Konisi, Orta Gövde ile Burun konisi ve Orta Gövde Entegrasyon Gövdesine bağlanır. Bağlanma toleransı ise sıkı geçmez.

Roket Genel Montajı



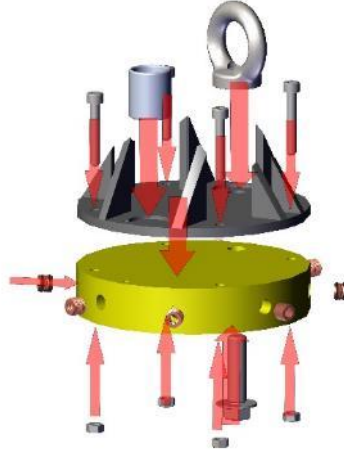
12. Adım



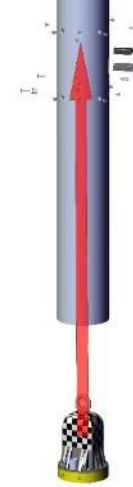
13. Adım



14. Adım



15. Adım



16. Adım



- Kurşun Kütlemizin üstüne Tijon (saplama) entegre edilir ve entegre ettiğimiz Tijona (saplamaya) Dişi Aybolt Mapa takılır. Kurşun Kütlemizi, Faydalı Yük Gönderici Sistem Muhafazasına entegre edilir.
- Faydalı Yük Gönderici Sistem Muhafazasının alt kısmına 2 adet 18650 Li-ION pil ve Payload Gönderici Sistem PCB yerleştirilir. Faydalı Yük Gönderici Sistem Muhafazası Kapağı sayesinde ise sabitlenir ve kapağımız cıvatalar ile sabitlenir.
- Sürüklenme Paraşütü Kurtarma Sistemi İstasyonuna; Faydalı Yük Tutucu İstasyon , Dişi Aybolt Mapa ve Kara Barut Kartuşu entegre edilir. Cıvatalar ile sabitlenir.
- Sürüklenme Paraşütü Kurtarma Sistemi İstasyonu, Faydalı Yük Gönderici Sistem Muhafazasına entegre edilir ve sistemimiz hazır hale gelir.
- Sistemimiz orta gövdeye cıvatalar yardımı ile sabitlenir.

14. Adımda Faz 1 ayrılmasını sağlayacak olan kara barut yerleştirilir!

Roket Genel Montajı



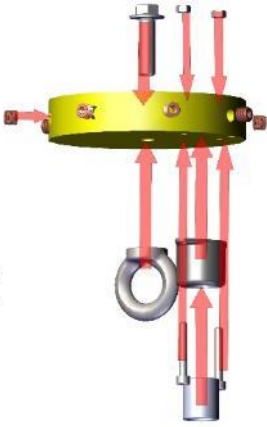
17. Adım



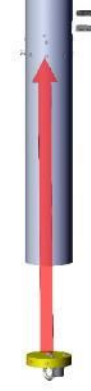
18. Adım



19. Adım



20. Adım



- Ana Aviyonik Sistem PCB, Yedek Aviyonik Sistem PCB, Kurtarma Sistemleri Eyleyicileri ve 2 adet 18650 Li-ION pil Aviyonik Sistemler Muhafazasına yerleştirilir. Sistemler yerleştirildikten sonra Aviyonik Sistemler Muhafazası Kapağı kapatılır ve cıvatalar ile sabitlenir. Kapak kapatıldıktan sonra 2 adet Konektörümüzü kapağa ve Muhafazanın altına entegre edilir.
- Aviyonikler Muhafazamız orta gövdeye cıvatalar ile entegre edilir.
- Ana Paraşüt Kurtarma Sistemi İstasyonuna; Kara Barut Kartuş Tutucu, Kara Barut Kartuşu ve Dişi Aybolt Mapa entegre edilir. Entegre edilen parçalar cıvatalar ile sabitlenir.
- Ana paraşüt açma sistemimiz Orta Gövdeye cıvatalar yardımı ile entegre edilir.

19. Adımda Faz 2 ayrılmasını sağlayacak olan kara barut yerleştirilir!

Roket Genel Montajı



- Alt Gövde Ayrılma Kilit Sistemi Bloğumuza; Redüktörlü DC Motor, 4 adet Metrik Düz Dişli ve 2 adet Kilit Dili yerleştirilir. Bloğumuza malzemeleri yerleştirdikten sonra Alt Gövde Ayrılma Kilit Sistemi Blok Kapağımızı Bloğumuza takılır. Blok kapağımızın üstüne Kilit Sistemi Ek Destek Parçamızı cıvatalar ve Dişi Aybolt Mapa yardımı ile sabitlenir.
- Alt Gövde Ayrılma Kilit Sistemimiz, Orta Geçme Entegrasyon Gövdesi & Motor Tutucumuzun içine takılır.
- Alt Gövde Ayrılma Kilit Sistemimizin sabit kalabilmesi için Flanşlı Altıgen Cıvata ile sabitliyoruz.
- Orta Geçme Entegrasyon Gövdesi & Motor Tutucumuzu Alt Gövdeye cıvatalar yardımı ile entegre edilir.
- 4 adet Kanatçığımızı cıvatalar yardımı ile Kanatçık Tutucu & Motor Merkezleme Halkalarına entegre edilir.
- Entegre ettiğimiz Kanatçıkları, Kanatçık Tutucu & Motor Merkezleme Halkaları ile birlikte alt gövdeye cıvatalar ile sabitlenir.

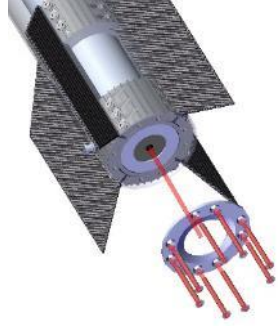
Roket Genel Montajı



27. Adım



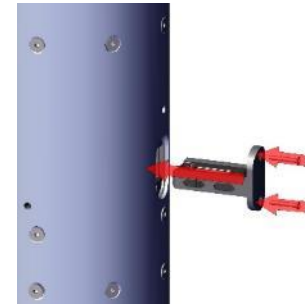
28. Adım



29. Adım



30. Adım

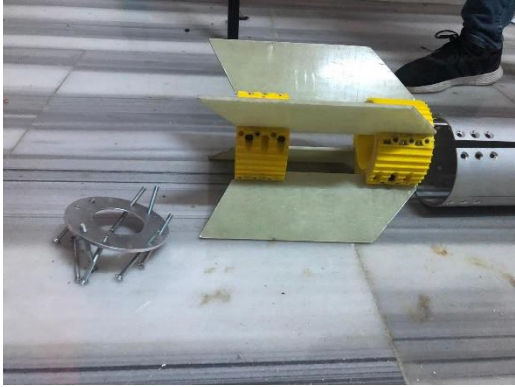


31. Adım

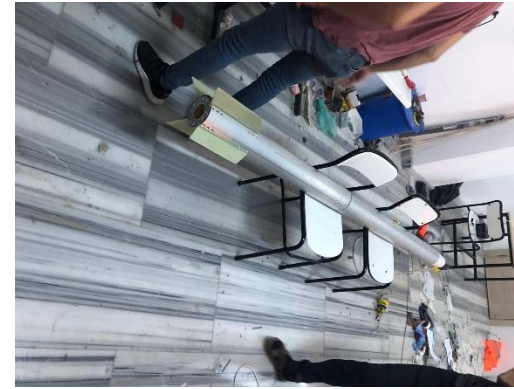


- **Motorumuz(Ceseroni M2150), Kanatçık Tutucu & Motor Merkezleme Halkalarından geçirilerek takılır. Orta Geçme Entegrasyon Gövdesi & Motor Tutucumuza cıvata yardımı ile sabitlenir.**
- Motorumuzun güvende olması için roketin altına Motor Tutucu Yüzük takılır ve cıvatalar yardımı ile sabitlenir.
- Alt Gövdemiz, Orta Gövde ile Orta Geçme Entegrasyon Gövdesi & Motor Tutucu ile bağlanır. Bağlanma toleransı ise sıkı geçmedir.
- **Son olarak Altimeter Two, Orta gövdenin dışından Altimeter Three tutucunun içine koyularak Aviyonikler Muhafazasının içine doğru itilir ve cıvatalar yardımı ile sabitlenir.**

Roket Genel Montajı



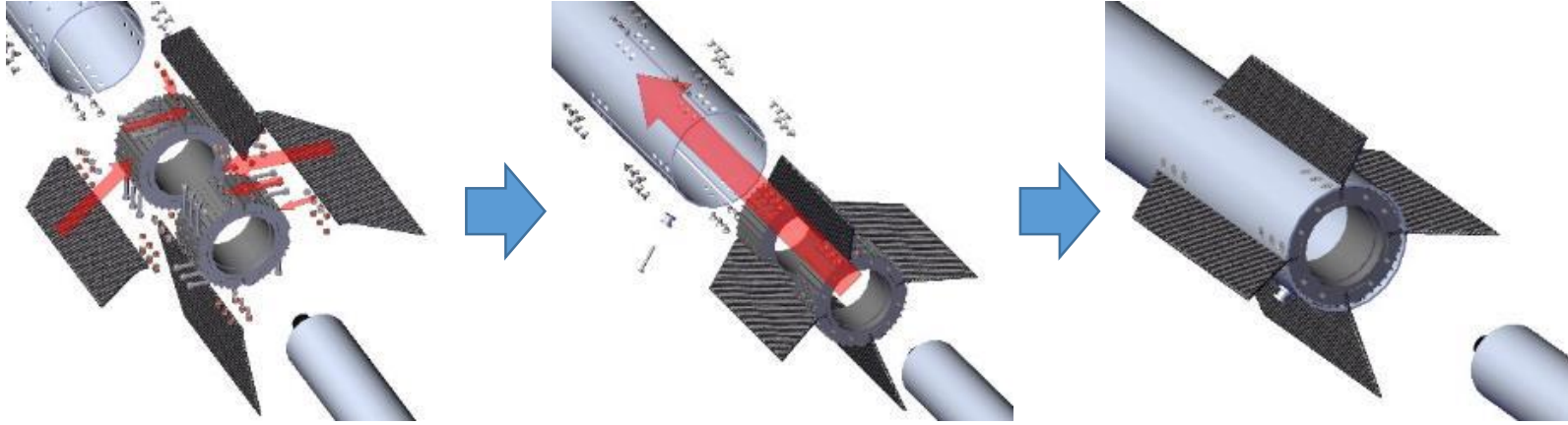
Roket Genel Montajı



Roket Alt Sistemleri Montajı Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=rgCCQoZTC8g>

Kara Barutun Rokete Yerleştirilmesi Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=gfS3miHX2KE>

Roket Motoru Montajı



Roket Motoru Montajı Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=QThz-aJ7NVk>

Atış Hazırlık Videosu

Roketin Atışa Hazırlanması Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=f-NLBjZfBf0>

Roketi Atış İçin Hazırlama

Roket alt sistemlerinin montajı ve «kara barut» yerleştirme işleminin ardından, yarışma heyeti tarafından verilen motor, motor tutucu istasyona kadar ittirilerek yerleştirilir. Motorun sabit hale gelebilmesi için alüminyumdan üretilmiş olan motor yüzüğü kullanılarak montajı gerçekleştirilir. Devamında, yarışma heyeti tarafından verilecek olan «altimeter three» cihazı, ABS ile üretilmiş olan «altimeter three» tutucuya yerleştirilerek, roket gövdesi üzerinde kendine ayrılan açıklıktan, aviyonik sistem muhafazasına entegre edilir ve montajı gerçekleştirilir. Son aşama olan, aviyonik sistem ve Burun Konisi RF gönderici sistemin aktifleştirilmesidir. Roket üzerinde bulunan ince kanallara (3 adet), ince bir çubuk sokularak sistemlerin aktifleşmesi sağlanır. Roket atışa hazır hale getirilmiştir.

Test Edilen Bölüm	Elde Edilen Sonuç
Yapısal/Mekanik Mukavemet	TAMAMLANAMADI (2/6)
Kurtarma Sistemi	GEÇTİ (4/4)
Aviyonik Sistem Yazılım ve Donanım	GEÇTİ (6/6)
Telekomünikasyon	GEÇTİ (1/1)

- ☐ Testlerin yapılışı hakkında daha detaylı bilgiler sonraki sayfalarda belirtilmiştir.
- ☐ Yapılan testlerin sonucunda yukarıda belirtildiği gibi roketimiz Kurtarma Sistemi, Aviyonik Sistem Yazılımı ve Donanım, Telekomünikasyon testlerini başarıyla geçmiş bulunmaktadır.
- ☐ Yapısal/Mekanik Mukavemet'te Burun Konisi Dayanım Testi, Burun Konisi Entegrasyon Gövdesi Sürtünme Katsayısının Bulunması Testi, Burun Konisi Balans Testi, Kanatçık Uçuş Testi zaman kısıtlaması, diskalifiye nedeniyle gecikme, okuldaki ilgili cihazların arızalı olması nedenlerinden dolayı yapılamamıştır.

BURUN KONİSİ İLE İLGİLİ TESTLER

BURUN KONİSİ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ TESTİ

TESTİN YAPIM AŞAMALARI

Aşama 1

Burun konisi yüzey pürüzlülüğü testinin amacı; üretilen burun konisinin yüzey pürüzlülüğünü belirlemek ve yüzey pürüzlülüğüne etkiyen parametrelerden (Ra-Rz) pürüzlülüğün güvenli bölgede kalıp kalmadığının tespit edilmesidir.

Aşama 2

Cihazın sensör koruma kapısı açılarak ölçüme hazırlandı.

Aşama 3

Ra ve Rz parametreleri seçildi. 3.14'lük standart kalibrasyon plakası kullanılarak cihazın kalibrasyonu yapıldı.

Aşama 4

Burun konisi ile aynı malzemeden ve aynı kalınlıkta üretilmiş olan numune, cihazın yüksek hassasiyetli sivri ucuna yaklaştırıldı ve ölçüm başlatıldı.

Aşama 5

Ölçüm sonucunda;

Ra değeri: 2.592 μm .

Rz değeri: 3.872 μm . çıkmıştır. Test sonuçları 1-5 μm . güvenli bölgede kaldığından başarılıdır.

Test Cihazları

Yüzey Pürüzlülüğü Testi Cihazı

Yüzey Pürüzlülük Testi Videosu: <https://www.youtube.com/watch?v=nQpcAKd7zG0>

Yapısal/Mekanik Mukavemet Testleri - Kanatçık

KANATÇIK İLE İLGİLİ TEST

KANATÇIK ÇEKME TESTİ

TESTİN YAPIM AŞAMALARI

Aşama 1

Çekme testinin amacı, kanatçık üretiminde kullanılan fiberglass malzemenin plastik şekil değiştirmeye uğramadan veya kopmadan dayanabileceği maksimum yükün belirlenmesidir.

Aşama 2

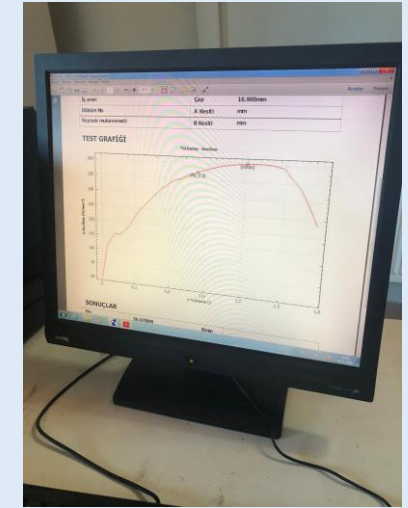
Fiberglass numune tutacak kollarına yerleştirildi ve çekme testi başlatıldı.

Aşama 3

Numunede kopma gerçekleşene kadar artan şekilde çekme gerilmesi uygulandı.

Aşama 4

Test bitiminde bilgisayar ekranında gerilme-şekil değiştirme grafiği oluştu. Malzemenin maruz kalabileceği maksimum yük , çekme gerilmesi, plastik deformasyon, akma gerilmesi ve yüzde uzama değerleri alındı.



Test Cihazları

Çekme Testi Cihazı

Çekme Testi Videosu: <https://www.youtube.com/watch?v=OiCzx1IXhcg>

Telekomünikasyon Testleri

Haberleşme Testi

Test Aşamaları

Aşama 1

Aviyonik sistem ve RF gönderici sistem aktif hale getirilir.

Aşama 2

Xbee RF alıcı modülü bilgisayara bağlanır.

Aşama 3

Veri akışı gözlemlenir.

Test sonucunda;

Aviyonik sistemden gelen telemetri verileri RF gönderici sistem vasıtasıyla bilgisayara bağlı olan Xbee haberleşme modülüne veri akışı sağlamıştır.

Menzil Testi

Test Aşamaları

Aşama 1

Aviyonik, RF Gönderici sistem ve yer istasyonu aktif hale getirilir. Yer istasyonu ile RF Gönderici sistem arasında haberleşme sağlanır.

Aşama 2

Yer istasyonundan aviyonik ve RF gönderici sistemler en az 3 km. mesafe olacak şekilde uzaklaştırılır.

Aşama 3

Veri akışı yer istasyonundan gözlemlenir.

Test sonucunda;

Aviyonik ve RF gönderici sistem yer istasyonu ile 3.2km menzilden haberleşme sağlamıştır.

Menzil Testi Videosu:

<https://www.youtube.com/watch?v=d-rS3YfCv0o>

Kurtarma Sistemi Testleri - Faydalı Yük Paraşütü

PARAŞÜTLERLE İLGİLİ TESTLER

FAYDALI YÜK PARAŞÜTÜ TESTİ

TESTİN YAPIM AŞAMASI

AŞAMA 1:

Yapılan Düşme testi ile paraşütümüzün Limit hızı deneysel olarak test edilmiş ve doğrulanmıştır. Paraşüt testimizi gerçekleştirebilmek bina sorumlusundan alınan bilgi doğrultusunda, yerden yüksekliği 18 m. olan bir bina balkonu bulunmuştur. Paraşütümüzün performansını daha iyi görebilmek için rüzgarın ve diğer hava şartlarının uygun olduğu bir gün belirlenmiş, atışın yapıldığı çevrede herhangi bir güvenlik probleminin yaşanmayacağı şekilde önlemler alınmıştır. Video kaydı yapabilmek için kamera ve düşüş süresini tespit edebilmek için ise kronometre temin edilerek teste başlanmıştır.

AŞAMA 2:

Çap uzunluğu 100 cm., Spill Hole çap uzunluğu ise 11 cm. olan Faydalı Yük paraşütümüze, önceden üretmiş olduğumuz 4 kg'lık faydalı yük, paraşütümüze dikilmiş olan paracordlar yardımı ile mapaya bağlanmıştır.

AŞAMA 3:

Yerden yüksekliği 18 m. olan bina balkonuna çıkılmıştır. Paraşüt atışımızı gerçekleştirmeden hemen önce paraşüt «paracord»'larımızı olabildiğince rahat ve birbirlerine dolanmayacak şekilde serbest bırakılarak konuşturulmuştur. Tüm bu işlemleri tamamladıktan sonra paraşütümüz düşmesi için serbest bırakılmıştır.

AŞAMA 4:

Paraşütümüzün serbest bırakılma anından zemine çarpma anına kadar geçen süre boyunca kamera yardımı ile tüm düşüş süreci videoya alınmıştır. Paraşütümüzün serbest düşmesi sırasında kronometre ile düşme süresi ölçülmüş ve 2.75 saniye olarak kaydedilmiştir. Limit hızımız ise 6.54 olarak belirlenmiştir.

Test Cihazları

Kronometre, Kamera ve Terazî

Paraşüt Test Videosu: <https://www.youtube.com/watch?v=c-5aBM58nLY>

PARAŞÜTLERLE İLGİLİ TESTLER

SÜRÜKLENME PARAŞÜTÜ TESTİ

TESTİN YAPIM AŞAMASI

AŞAMA 1:

Sürüklenme testini gerçekleştirme amacımız, sürüklenme paraşütümüzün çalışma performansını görmek ve deneysel C_d değerini tespit etmektir. Bu test doğrultusunda ilk işimiz bir araba bulmak ve belirlenen hız aralıklarında $[0 \text{ km/s} - 20 \text{ km/s}]$ Sürüklenme Paraşütümüze etki eden sürtünme kuvvetinin değerini tespit edebilmek için Dinamometre temin edilmiştir. Gerçekleştirmiş olduğumuz testte minimum hata payı olabilmesi için hava şartlarının uygun olduğu bir gün ve hız sabitleyicisinin bulunduğu bir araç temin edilmiştir.

AŞAMA 2:

Dinamometrenin bir ucu serbest haldeki paraşütümüze diğer ucu ise aracımıza sabitlenmiştir. Daha sonra aracımız hızını belirlenen hız aralıklarında $[0 \text{ m/s} - 20 \text{ km/s}]$ kademeli olarak arttırmaya başlanmış ve hız değeri 20 km/s gösterdiğinde dinamometrede okunan değer kaydedilmiştir ve paraşütümüzün tam kapasite çalıştığından emin olunmuştur.

AŞAMA 3:

Sürüklenme paraşütü için yaptığımız sürüklenme testi sonucu dinamometreden ölçülen değer 49.05 Newton'dur. KTR raporunda belirtmiş olduğumuz denklemler doğrultusunda gerekli işlemler yapılmış ve Deneysel C_d değeri $C_d=1.4531$ bulunmuştur. Yapılan hesaplamalar ve test sırasındaki gözlemler ile paraşütümüz kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Test Cihazları

Kronometre, Kamera ve Dinamometre

- Paraşüt Test Videosu: <https://youtu.be/qGxb1dHfm3Q>

Kurtarma Sistemi Testleri – Ayrılma Sistemi

AYRILMA BÖLÜMÜ TESTLER

AYRILMA SİSTEMİ TESTİ (FAZ 1 – FAZ 2)

TESTİN YAPIM AŞAMASI

AŞAMA 1:

Ayrılma sistemi ilk aşaması olarak roket alt komponentleri («shockcord»'lar planlanan bağlantı noktalarına bağlanmıştır, üretilen kartuş haznesi içerisine 5 gr. olacak şekilde kara barut ve bir miktar bez parçası yerleştirilmiştir ve hazne ağız kısmı bantlanarak kapatılmıştır. Paraşütler ait oldukları bölümlere katlanarak yerleştirilmiş ve roketin sorunsuz bir şekilde ayrılma işlemini tamamlaması için düz bir zemin üzerine konuşlandırılmıştır.

AŞAMA 2:

Düz zemin üzerine konuşlandırdığımız roketimize aviyonik sistem üzerinden sinyal gönderilerek kara barut sistemi tetiklenmiş ve ayrılma işlemi başarı ile gerçekleşmiştir. Ayrılma sırasında «shockcord»'lar ve paraşütler gözlemlenmiştir. Shockcordlarımız ayrılma sırasında oluşan şok etkisini başarı ile sönmüştür ve «shockcord»'umuz üzerinde herhangi bir tahribata rastlanmamıştır. Paraşütlerimiz ayrılma sırasında roket gövdesinden başarı ile dışarı atılmıştır ve kara barut ateşlenmesi sonrası paraşütlerimizde herhangi bir tahribat olmamış, paraşüt paracordlarımız roket gövdesinden sorunsuz bir şekilde çıkmayı başarmıştır.

Test Cihazları

Kamera ve Terazi

Raket Faz 1 Ayrılması Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=r-o4d7kOb6c>

Raket Faz 2 Ayrılması Hakkında Video: https://www.youtube.com/watch?v=Mq8WUY-qW_g

Testler

- Yüzey Pürüzlülük Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=nQpcAKd7zG0>
- Çekme Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=OiCzx1IXhcg>

Yapısal/Mekanik Mukavemet Testleri

- Roket Faz 1 Ayrılmasının Gerçekleşmesi Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=r-o4d7kOb6c>
- Roket Faz 2 Ayrılmasının Gerçekleşmesi Testi: https://www.youtube.com/watch?v=Mq8WUY-qW_g
- Paraşüt Düşme Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=c-5aBM58nLY>
- Paraşüt Sürüklenme Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=qGxb1dHfm3Q>
- Kara Barutun Yerleştirilmesi: <https://www.youtube.com/watch?v=gfS3miHX2KE>
- Ayrılma Sistemleri İçin Gerekli Kara Barut Miktarı: <https://www.youtube.com/watch?v=KPzfKljxtQQ>

Kurtarma Sistemi

- Ana Aviyonik Sistemin Kurtarma Sistemlerini Tetikleme Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=pfFrYqVFBxM>
- Yedek Aviyonik Sistemin Kurtarma Sistemlerini Tetikleme Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=eJaASZc5YEw>
- Ana Aviyonik GPS Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=kp8XKXaZseU>
- Yedek Aviyonik GPS Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=IcjD9bq-FNl>
- Ana Aviyonik Jiroskop Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=1QFc8dETbaQ>
- Yedek Aviyonik Barometrik İrtifa Sensörü Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=YwEfsDg44PE>

Aviyonik Sistem Yazılım ve Donanım

- Aviyonik Sistem Haberleşme ve Menzil Testi: <https://www.youtube.com/watch?v=d-rS3YfCv0o>

Telekomünikasyon

Testler

- Roketin Atışa Hazırlanması Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=f-NLBjZfBf0>
- Roket Motoru Montajı Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=QThz-aJ7NVk>
- Paraşüt Üretimi Hakkında Video: <https://www.youtube.com/watch?v=6aMa--P2Fal>
- Roket Alt Sistemleri Montajı Hakkındaki Video: <https://www.youtube.com/watch?v=rgCCQoZTC8g>

Roket Hazırlık Videoları

Yarışma Alanı Planlaması

Aşama	Görev Tanımı	Görevli Kişi(Kişiler)
Fırlatma Öncesi		
1	Roketin tüm parçaları Teknofest ekibi tarafından teslim alınır.	Ahmet Kerem PEHLİVAN, Kubilay Eren ŞENER
2	Teslim alınan tüm parçalar, montaj stratejisi takip edilerek bütünleştirilir.	Ahmet Kerem PEHLİVAN, Kubilay Eren ŞENER
3	Bütünleştirilen roket, tekrar Teknofest ekibine teslim edilir.	Ahmet Kerem PEHLİVAN, Kubilay Eren ŞENER
Atış Günü		
4	Bütünleştirilmiş roket, Teknofest ekibi tarafından tekrar teslim alınır.	Cosmos Takımı
5	Atış izni alınabilmesi için gerekli etiketlerin eldesi şarttır. Etiketlerin eldesi için gerekli prosedürler uygulanır.	Cosmos Takımı
Atışa Öncesi Hazırlıklar		
6	Atış için gerekli tüm şartlar sağlandığında, Teknofest ekibinin vermiş olduğu roket motoru, motor gövdesine entegre edilir.	Ahmet Kerem PEHLİVAN, Emrah Can UÇAR
7	Eğer yarışma komitesi gerekli görürse; roket, bir rampaya takılabilir ve kaldırılması gerekebilir.	Ahmet Kerem PEHLİVAN, Mustafa Önder ÇÖVEN

Yarışma Alanı Planlaması

Aşama	Görev Tanımı	Görevli Kişi(Kişiler)
8	Gerekli bütün hazırlıklar ve izinler alındığında, atış için roket rampaya taşınır.	Ahmet Kerem PEHLİVAN, Kubilay Eren ŞENER
9	Roketin rampaya takılmasından sonra, kurtarma sistemlerinin ve aviyonik sistemlerin aktifleştirilmesi yapılır.	Emrah Can UÇAR
10	Yarışma komitesi tarafından verilen «Altimeter-Two» cihazı roket gövdesine entegre edilir.	Emrah Can UÇAR
11	Roket ateşleme teli, roket motoruna entegre edilir.	Yarışma Heyeti
12	Roket atış alanı emniyeti sağlanır, yer istasyonuna gidilir.	Cosmos Takımı
13	Roket ateşlenir.	Yarışma Heyeti
Roketin Gerçekleştirilmesi Planlanan Uçuş Profili		
14	Roket ve faydalı yükün düştüğü yerin lokasyonu, gönderilen telemetrik veri vasıtası ile tayin edilir. Eğer, gelen veride anlık bir kopma yaşanmış ise, en son gelen lokasyon verisi (mCTerminal programında excel dosya formatında kaydedildiğinden) ile roketin ve faydalı yükün arama-kurtarma evresine geçilir.	Roket Kurtarma Ekibi: Kubilay Eren ŞENER Emrah Can UÇAR Faydalı Yük Kurtarma Ekibi: Mustafa Önder ÇÖVEN Ahmet Kerem PEHLİVAN Tuana TAŞDEMİR Yer İstasyonu Ekibi: Berke AYDIN
15	«Altimeter-Two» cihazı ve roket, yarışma heyetine teslim edilir.	Cosmos Takımı