



TEKNOFEST 2020 ROKET YARIŞMASI

Nova42

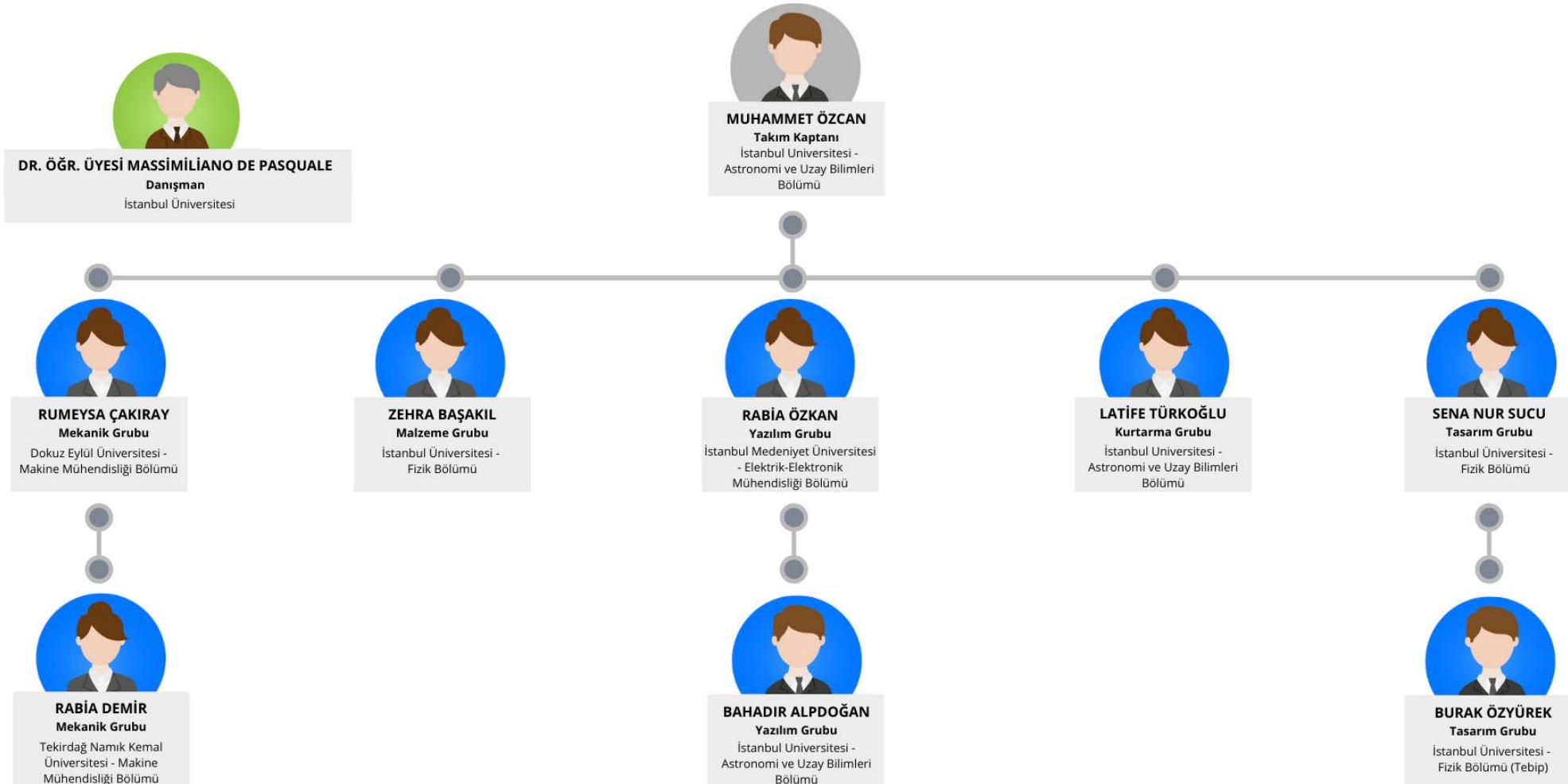
Atışa Hazırlık Raporu (AHR)



NOVA 42



Takım Yapısı





KTR'den Değişimler



→ BURUN MALZEMESİ:

KTR aşamasına kadar burnun üretileceği malzeme, diğer malzemelere nispeten daha hafif ve ekonomik açıdan uygun olmasından dolayı balsa olarak kararlaştırılmış ve roket tasarımları buna göre planlanmıştır. Ancak planlanan ölçülerde burun üretimini gerçekleştirebilecek firma bulunamamıştır. Bu nedenle burun, ABS baskı malzemesinden 3D yazıcı ile üretilmiştir. ABS; makul seviyede esnek, darbelere karşı dayanıklı, nispeten daha kaliteli olmasından ve diğer malzemelere kıyasla daha iyi yapısal bütünlük sağladığından dolayı tercih edilmiştir.

→ MOTOR:

Takımımız tarafından Cesaroni marka M sınıfı 2150 numaralı model motor, birincil olarak tercih edilmiştir. Fakat Teknofest Roket Yarışması yetkilileri tarafından, tasarlamış olduğumuz Gökdoğan adlı roketimize uygun görülen, ikincil tercihimiz olan, Cesaroni marka L tipi 1675 numaralı model motor olmuştur. Bu yüzden faydalı yük ağırlığı ve kanatçık boyutunda değişimler söz konusu olmuştur. İkincil motorun seçimi durumunda olan bu değişimler, Kritik Tasarım Raporu aşamasında sayfa 50'de detaylı olarak ele alınmıştır.



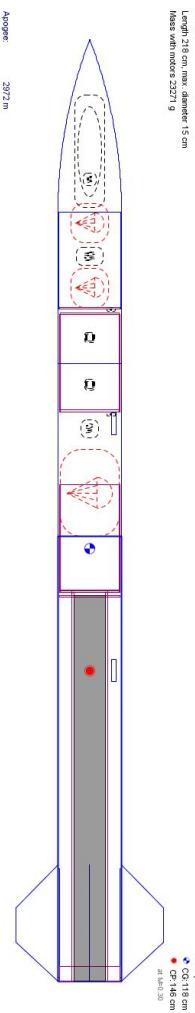
Roket Alt Sistemleri



Alt Sistem	Tedarik Durumu (%)	Tedarik Edilmeyen Malzemelerin Durumu	Üretime Başlama Tarihi	Tamamlanan İşlemler	Tamamlanmayan İşlemler	Üretimin Bitiş/Tahmini Bitiş Tarihi	Üretim Durumu (%)
Burun	%100	-	13.07.2020	Burun üretildi.	Boyama	28.07.2020	%90
Gövdeler	%100	Stickerlar sipariş aşamasında	13.07.2020	Gövdeler üretildi.	Boyama, stickerların yapıştırılması	30.07.2020	%90
Aviyonik Sistem	%100	-	25.05.2020	PCB üretimi, PCB'ye tüm elemanların lehimlenmesi.	-	29.07.2020	%100
Ayrılma Sistemi	%100	-	15.07.2020	Aviyonik tüp üretimi, barut tedariği.	-	30.07.2020	%100
Kurtarma Sistemi	%100	-	01.07.2020	Paraşütlerin üretimi.	-	27.07.2020	%100



OpenRocket / Roket Tasarımı Genel Görünüm



Üretilmiş
burun görseli

Parasüt görseli

Aviyonik
görseli

Kanatçık &
Motor

Gökdoğan
Tasarımı Genel
Görünümü



Roket Alt Sistemleri

Mekanik Görünümleri ve Detayları



Burun ve Faydalı Yük Mekanik Görünüm



Burun CAD Görünümü



Üretilmiş Burun Görünümü



Faydalı Yük CAD Görünümü



Üretilmiş Faydalı Yük Görünümü



Burun – Detay



KTR aşamasına kadar burnun üretileceği malzeme, diğer malzemelere nispeten daha hafif ve ekonomik açıdan uygun olmasından dolayı balsa olarak kararlaştırılmış ve roket tasarımları buna göre planlanmıştır. Ancak planlanan ölçülerde burun üretimini gerçekleştirebilecek firma bulunamamıştır. Bu yüzden burun malzemesi ABS olarak değiştirilmiştir.

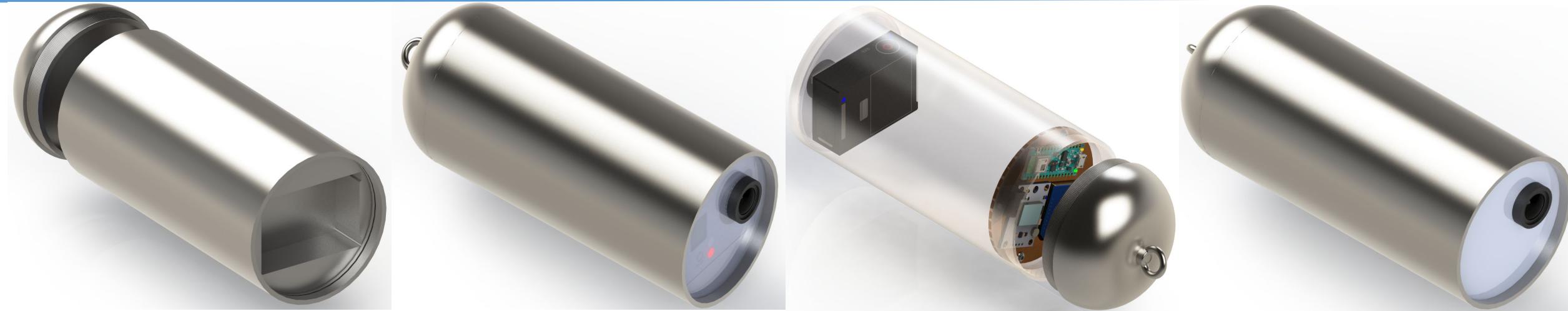
ABS:

- Makul seviyede esnek,
- Darbelere karşı dayanıklı,
- Erime noktası yüksek, (Örneğin PLA'nın 60-65 derecede erimektedir.)
- Nispeten daha kaliteli,
- Yapısal bütünlüğü iyi olan bir malzemedir. Tüm bu özellikler ABS'nin seçilmesini sağlamıştır.

★ Burun üretimi, 3D yazıcıda ABS ile gerçekleştirildi.



Faydalı Yük ve Faydalı Yük Bölümü – Detay



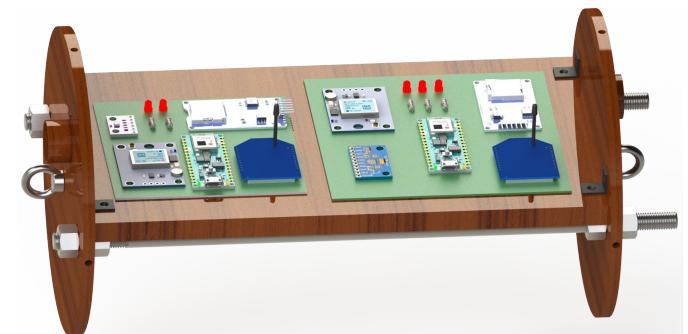
Faydalı yük tüpü; çap 8 cm, uzunluğu 20 cm olarak çelikten imal edilmiştir. Tasarlanan elektronik kart üretilmiş ve mapa tedarik edilmiştir.

- ★ Faydalı yükün konum tespitini yapabilmek için tasarlanan elektronik kart, tüpün üst kısmına yerleştirilmiştir.
- ★ Faydalı yük olarak belirlenen aksiyon kamerasını ise tüpün alt kısmındaki yuvasına yerleştirerek, sert plastikten yapılmış tutucu ile kamera lensi dışarıda kalacak şekilde sabitlenmiştir.
- ★ Kapak üzerindeki mapadan paraşüt bağlantısını gerçekleştirip, faydalı yük tüpünü ve paraşütü burun konisi içeresine konulmuştur.

Faydalı yük tüpü yere düşene kadar kamera kaydı açık olacak, bu sayede 3000 metreden aşağıya süzülürken tuz gölünün nasıl göründüğünü, faydalı yük tüpünü bulduktan sonra -imkanlar yeterli dahilinde canlı olarak- izlenecektir.



Kurtarma Sistemi Mekanik Görünüm



Ayrılma Sistemi (Aviyonik Sistem)
CAD Görünümü



Üretilmiş Ayrılma Sistemi (Aviyonik
Sistem) Görünümü



Paraşütlerin CAD Görünümü



Üretilmiş Paraşütlerin
Görünümü





Ayrılma Sistemi – Detay



Barut ile ayrılma sağlanacaktır. Ayrılma uçuş bilgisayarından gelen veriye göre barutu ateşleyecek ve ayrılma gerçekleşecektir. Kullanılacak barut miktarı yapılan hesaplamalar ve testlerin sonucunda iki buçuk gram olarak belirlenmiştir.

- ★ Barut haznelerine barut yerleştirildikten sonra üzerine pamuk sıkıştırılmıştır.
- ★ Kağıt bantla bantlanmıştır.
- ★ Barut haznesine hali hazırda yerleştirilmiş olan ateşleyici uçuş bilgisayarlarından gelen sinyal ile ayrılmayı tetiklenecektir.



Paraşütler – Detay



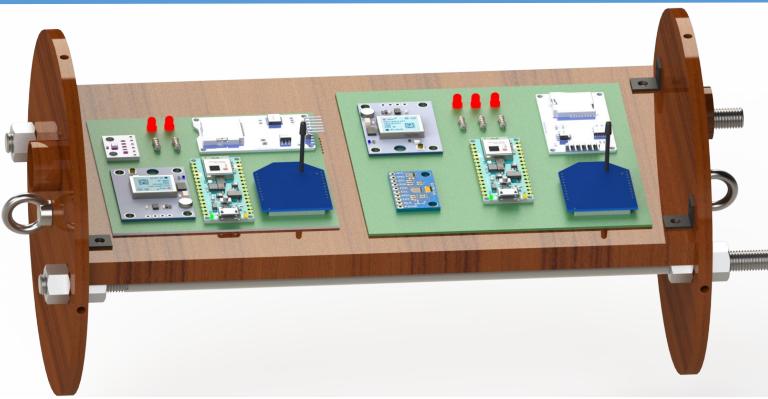
İplerin uzunlukları faydalı yük için 1 metre, sürüklendirme paraşütü için 1,10 metre, ana paraşüt için 2,10 metredir. Paraşütlerin üretimi tamamlanmıştır ve ipleri bağlanmıştır.

Gövdeye montajları şu şekildedir:

- ★ Paraşütler 1 - 1 m çapında olup tepe delikleri açılmıştır. Altı adet ip ile bağlanmıştır.
- ★ Birincil paraşüt burunun tepesine sabitlenmiştir ve aviyonik tüpüne sabitlenmiş mapalara bağlı olan ipe düğümlenmiştir ve atış alanında epoksilenecektir.
- ★ Ana paraşüt ise kapatıcı ile aviyonik tüp arasındaki mapaya bağlanmış olan gövde ipine bağlanacak olup epoksilenecektir.
- ★ Faydalı yük ve paraşütünün gövdenin hiçbir sistemine bağlı olmaması sebebiyle faydalı yük paraşütü faydalı yüke sabitlenmiş olan mapaya düğümlenmiştir ve epoksilenecektir.



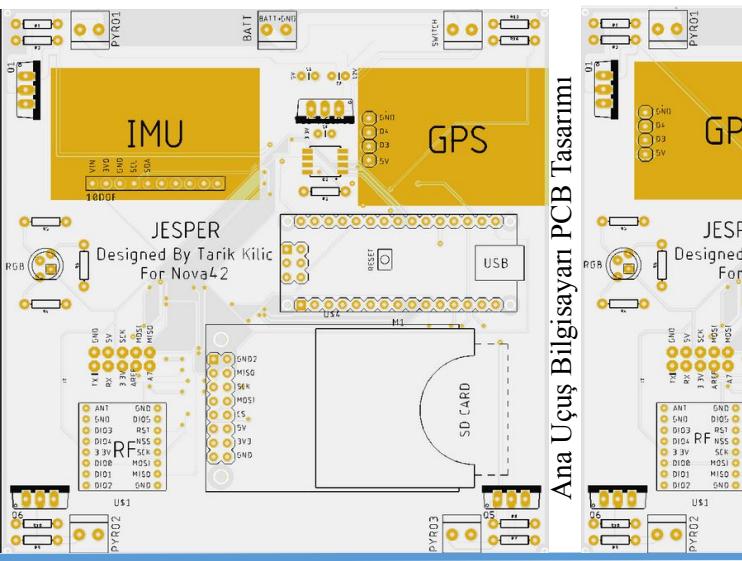
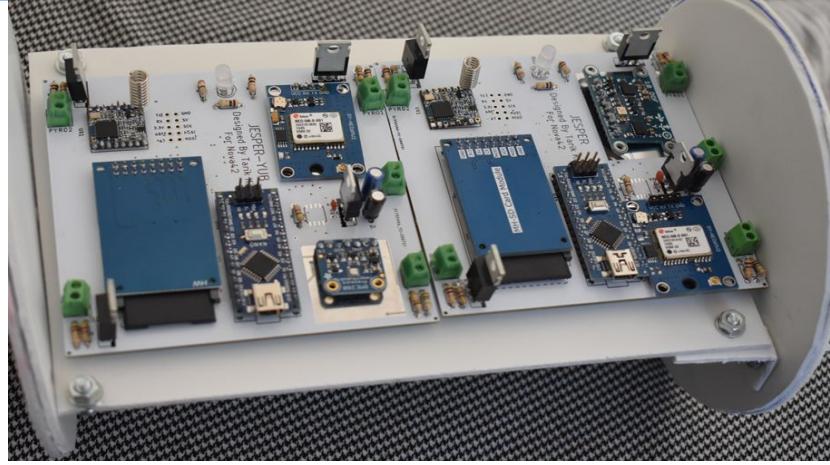
Aviyonik Sistem Mekanik Görünüm



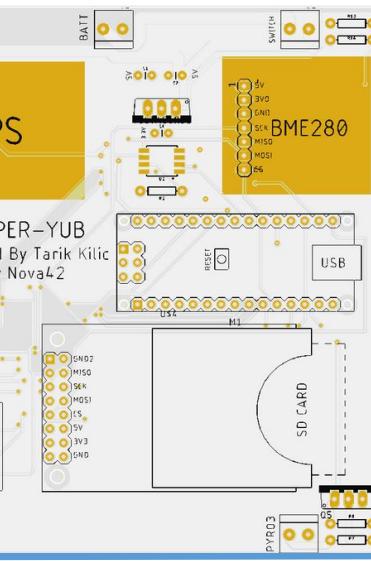
AVİYONİK TÜPÜ CAD Görünümü



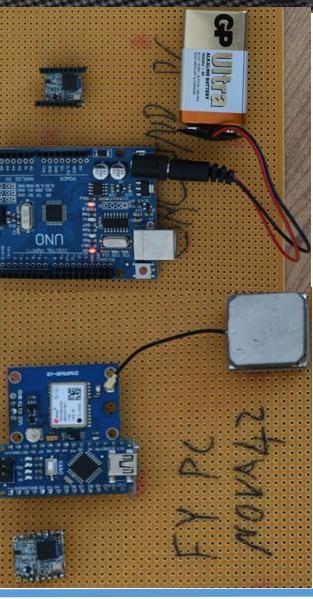
AVİYONİK SİSTEM



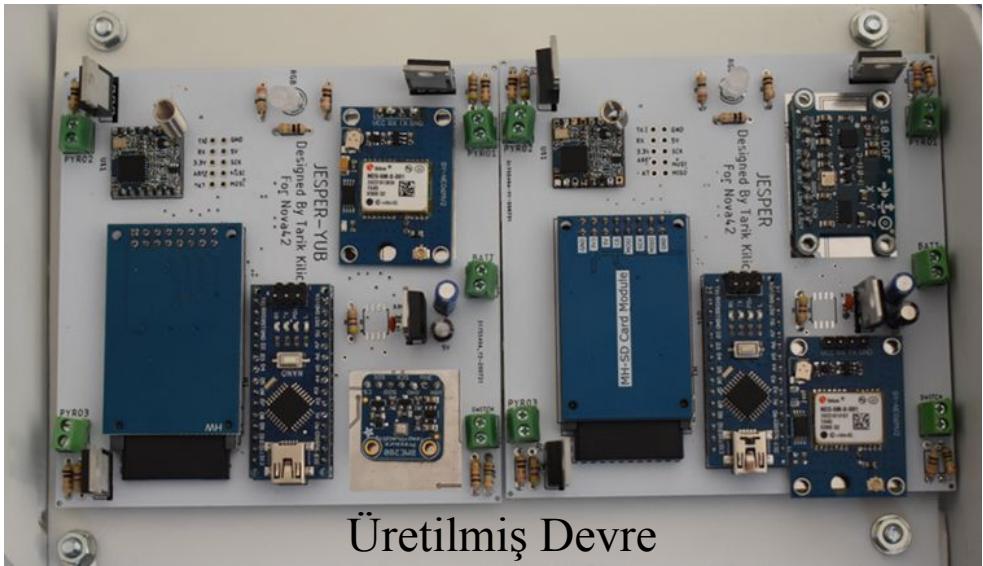
Ana Uçuş Bilgisayarı PCB Tasarımı



Yedek Uçuş Bilgisayarı PCB Tasarımı



Faydalı yük Bilgisayarı Yer İstasyonu



Üretilmiş Devre



Aviyonik Sistem – Detay 1



Ana Uçuş Bilgisayarı

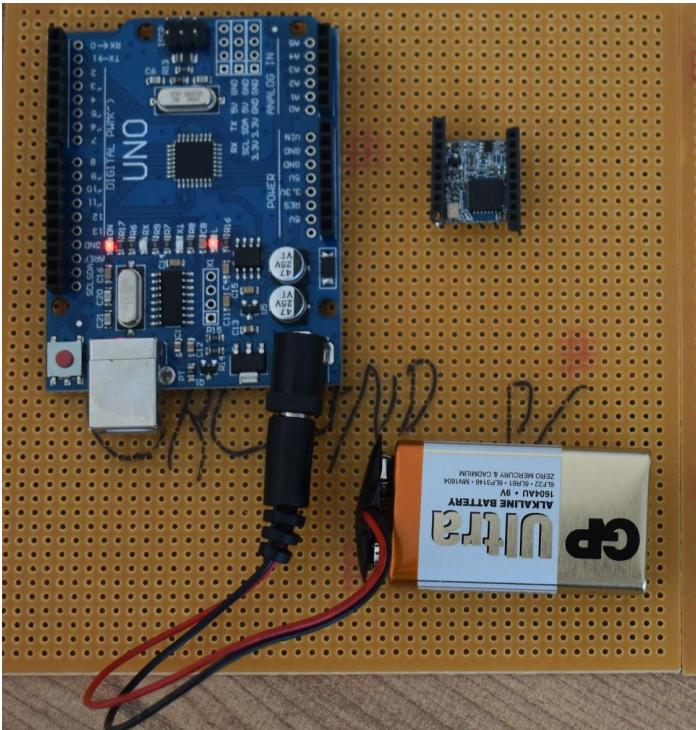
Kontrolcü olan ARDUINO Nano, 10 DOF IMU sensör, GY-NEO6MV2 GPS sensörü, SD kart modülü, LORA SX1276 haberleşme modülü ve diğer devre elemanları (pil, direnç, regülatör vb.) tedarik edilmiştir.

Yedek Uçuş Bilgisayarı

Kontrolcü olan ARDUINO Nano, BME280 basınç sensörü, GY-NEO6MV2 GPS sensörü, SD kart modülü, LORA SX1276 haberleşme modülü ve diğer devre elemanları (pil, direnç, regülatör, led vb.) tedarik edilmiştir.

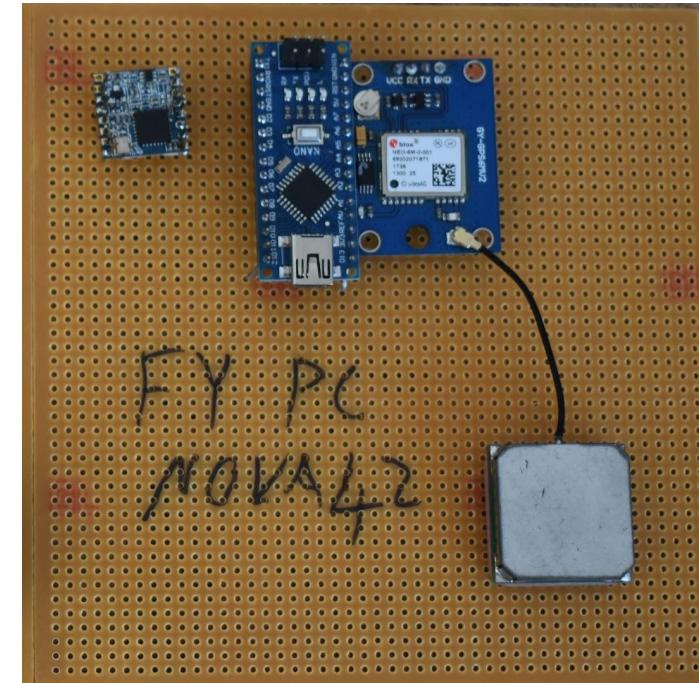
- ★ Seçilen sensörlerin, kontrolcü ile bağlantıları ayarlanarak bağlantılar uygun ve özel olarak PCB tasarlanmıştır. Tasarlanan baskı devre kartlarının üretimi sağlanmıştır. Bu baskı devre kartları sayesinde, karışık kablolamanın ve kablolamadan oluşabilecek hataların önüne geçilmiştir.
- ★ Üretimi gerçekleştirilen baskı devre kartına, tüm sensör ve diğer elemanlar lehimlenerek sabitlenmiştir. Böylelikle olası sarsılma ve düşmelerde devrenin bütünlüğünün bozulması engellenmiştir.
- ★ Bu kısımda detayları verilen alt sistemlerin rokette yerleştirileceği yere montajlanması dahil tüm işlemleri gerçekleştirılmıştır.

Aviyonik Sistem – Detay 2



Kontrolcü olan ARDUINO Uno ve LORA SX1276 haberleşme modülü tedarik edilmiştir.

- ★ Yer istasyonunun, tüm bağlantı ve ayarlamaları yapılmıştır.

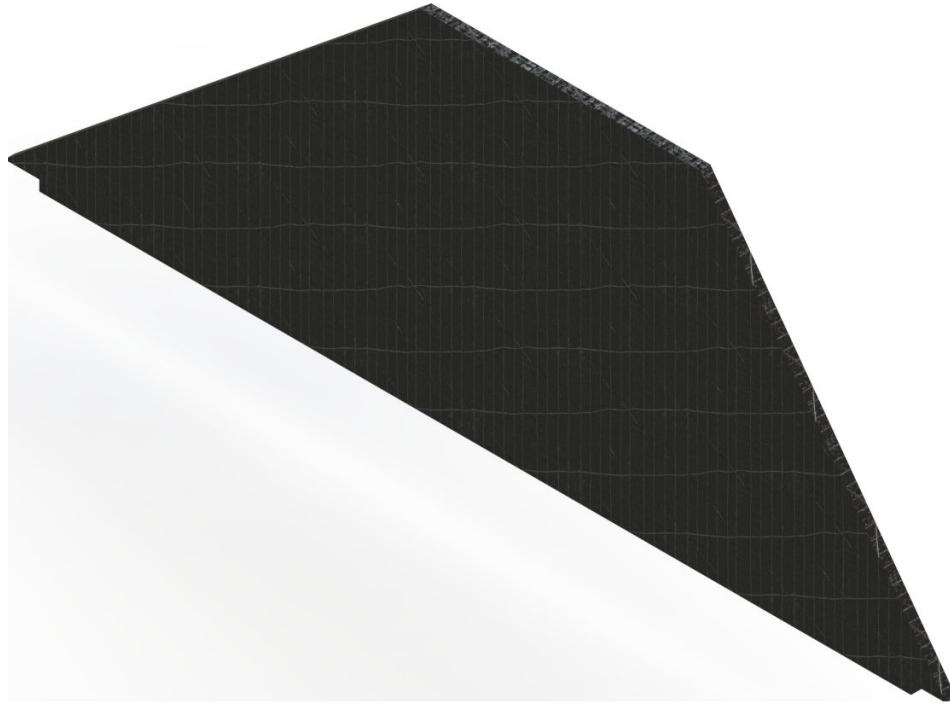


ARDUINO Nano, GY-NEO6MV2 GPS sensörü ve LORA SX1276 modülü tedarik edilmiştir.

- ★ Rokette yerleştirileceği yere montajlanması haricinde tüm işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Kanatçıklar Mekanik Görünüm



Kanatçık CAD Görünümü



Üretilmiş Kanatçık Görünümü



Kanatçıklar – Detay



Kanatçığın üretiminde fiberglass kullanılmıştır.

- ★ Kanatçıklar parça katman katman üretilmiştir.
- ★ Her katmana bağlayıcı olarak epoksi sürülmüştür. Üretilen plakalar belirlenen kanat boyutlarında çizilerek kesilmiş, daha sonra da zımparalama işlemi gerçekleştirilerek pürüzsüz hale getirilmiştir.
- ★ Hazırlanmış olan kanatlar gövdeye menteşelenmiş ve menteşe ile sabitlendikten sonrasında üzerine epoksi çekilmiştir.

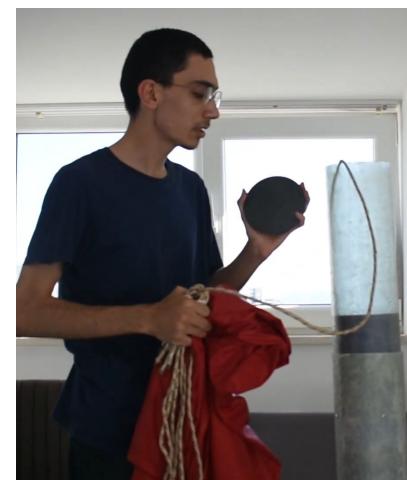


Roket Genel Montajı 1/4



Sürüklenme paraşütü, faydalı yük ve faydalı yük paraşütü burunun içerisinde sabitlenecektir.

Motor gövdesi ile orta gödeyi birbirine bağlayan birleştirme tüpü gövdelerle vidalanacaktır.



Birleştirme tüpünün içine çelikten yapılmış olan kapatıcı vidalanacak ve motorun dikeydeki hareketini engelleyecektir. Gövdeler birleştirme tüpü vasıtasıyla bağlanacaktır.



Roket Genel Montajı 2/4



Ana paraşüt içeriye yerleştirilecek ve gövde bağlantı ipi kapatıcının ve aviyonik tüpün üzerindeki mapalara bağlanacaktır. İpe de ana paraşüt bağlanacaktır. Üst gövde ve burunun montajı yapılacaktır.

Montaj bittikten sonra motor montajı parçaları montajlanacaktır. Çevreleyici halkalar ve kapatıcı sabitlenecektir.





Roket Genel Montajı 3/4



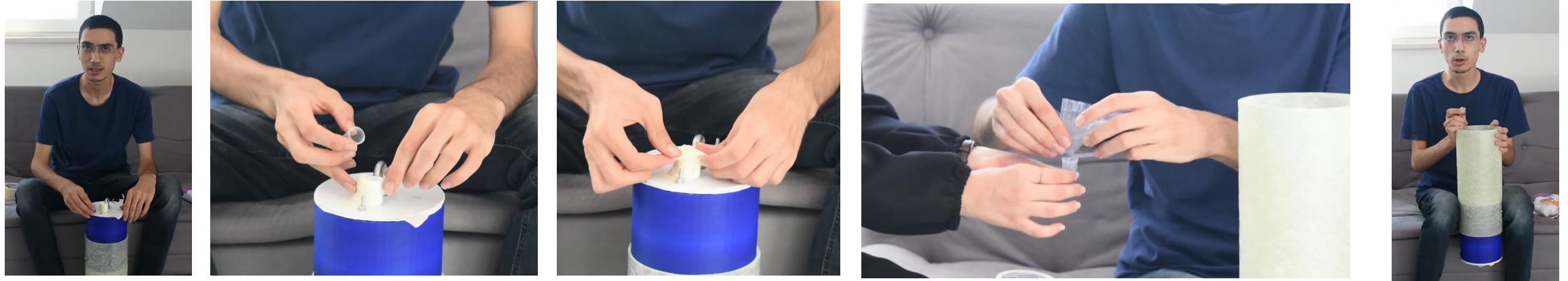
Motor kutusu ve motor kapağı da son olarak gövdeye monte edilecektir. Bu aşamadan sonra roketimiz rampaya çıkmaya hazır hale gelecektir.

Montaj Stratejisi Videosu:

<https://www.youtube.com/watch?v=NYFzXPl5Fag&feature=youtu.be>



Roket Genel Montajı 4/4



Barut, motordan önce ki aşama da yerleştirilecektir. Barut eklendikten sonra üzerine pamuk eklenip kağıt bant ile bağlanarak montajı tamamlanmış olacaktır.



Barut Yerleştirme Videosu:

<https://www.youtube.com/watch?v=CjNbaPHrcqQ&feature=youtu.be>



Roket Motoru Montajı



Çevreleyici halkalar ve kapatıcı (birleştirme tüpü ile beraber) montajlı olarak atış alanına gelecektir. Motor montajı için de motor kutusuna sabitlendikten sonra motor kapağı ile beraber gövdeye bağlanacaktır. En son gerçekleşen bu aşamadan sonra roketimizin uçması için gerekli olan iki şey aviyoniklerin gövdedeki anahtar vasıtasiyla çalıştırılıp ateşlemenin yapılmasıdır.

Motor Montaj Stratejisi Videosu:

<https://www.youtube.com/watch?v=bTGBY-4tNVw&feature=youtu.be>



Atış Hazırlık Videosu



Gökdoğan adlı roketin yarışmanın ikinci günü 10 dakikadan daha kısa sürede uçuşa hazır hale getirileceğini kanıtlayan Youtube videosu linki aşağıdadır:

https://www.youtube.com/watch?v=_DZw66yNs-q



Yapısal/Mukavemet Testleri



ALT BİLEŞEN	Test Metodu	Test Düzeneği	Elde Edilen Sonuçlar	Sonuç Farklılığı İyileştirme Planları	Güncellenme Durumu ve Nedenleri	Video Linki
ABS	Analiz Simülasyon	ANSYS	AKIŞ ANALİZİ	Malzemenin gelen kuvvetlere dayanabildiği görülmüştür.	-	-
Alüminyum	Analiz Simülasyon	ANSYS		Malzemenin gelen kuvvetlere dayanabildiği görülmüştür.	Roket geometrisi gayet ideal dizayn edildiği için akış analizinde hiçbir sorun görülmemektedir.	-
Çelik	Analiz Simülasyon	ANSYS		Malzemenin gelen kuvvetlere dayanabildiği görülmüştür.	-	-
Fiberglass	Analiz Simülasyon	ANSYS		Malzemenin gelen kuvvetlere dayanabildiği görülmüştür.	-	KTR aşamasında yapıldı.



Kurtarma Testleri



ALT SİSTEM	Test Metodu	Test Düzeneği	Elde Edilen Sonuçlar	Sonuç Farklığı Düzelte/İyileştirme Planları	Güncellenme Durumu ve Nedenleri
KURTARMA	Test	Birincil sürtünme paraşütü, ana paraşüt ve faydalı yük paraşütü sırayla 4 kg ağırlık bağlanılarak yeterince yüksek binadan aşağı bırakılmıştır.	Paraşütler sağlam ve istenen şekilde açılmıştır.	-	-
SİSTEMİ	Test	İp tutucuyu sabitlemektedir. Burun ayrılrken tutucu aynı yerinde kalmaktadır. Böylelikle ip paraşütü çekerek dışarı çıkışmasını sağlamaktadır.	Paraşütler sağlam ve beklenildiği gibi dışarı çıkmıştır.	-	-



Aviyonik Sistem Yazılım Testleri



ALT BİLEŞEN	Test Metodu	Test Düzeneği	Elde Edilen Sonuçlar	Sonuç Farklılığı Düzeltme/İyileştirme Planları	Güncellenme Durumu ve Nedenleri
GPS - LORA SX1276	Test	LORA; GPS'ten aldığı enlem, boylam, yükseklik ve mesafe verilerini alarak LORA receiver koduna göndermektedir. Kod ARDUINO IDE programı üzerinden yazılp çalıştırılmıştır.	Kod çalıştırıldığında vericinin kapalı alanda olmasından kaynaklı olarak GPS çekmemiştir ancak kodun çalışmasında bir sorun olmamıştır. LORA receiver saniyede 10 defa veri almıştır.	-	-
10 DOF IMU - SD Card Modülü	Test	Algoritma, Y eksenindeki ivme değeri sıfıra yaklaştığında LED'i yakma mantığıyla oluşturulmuştur. Kod ARDUINO IDE programı üzerinden yazılp çalıştırılmıştır.	Kod çalıştırıldığında ivme verileri anlık olarak alınmış olup LED yanmıştır.	-	-
BME280 - SD Card Modülü	Test	Algoritma, basınç değerindeki değişimden yüksekliği ölçerek girilen ayrılmaya yükseklüğine gelindiğinde LED'in yanmasıdır. Kod ARDUINO IDE programı üzerinden yazılp çalıştırılmıştır.	Kod çalıştırıldığında basınç verileri anlık olarak alınmış olup LED yanmıştır.	-	-



Aviyonik Sistem Donanım Testleri



ALT BİLEŞEN	Test Metodu	Test Düzeneği	Elde Edilen Sonuçlar	Sonuç Farklılığı Düzeltme/İyileştirme Planları	Güncellenme Durumu ve Nedenleri
GPS - LORA SX1276	Muayene Test	Breadboard üzerinde bağlantıları yapılan uçuş bilgisayarına pil takılarak muayene edilmiştir. Eş zamanlı olarak veri alımı yapılmıştır.	Saniyede 10 defa veri alınmıştır ve yer istasyonuna veri yollandırılmış. GPS sensörü sorunsuz olarak çalışmaktadır.	-	-
10 DOF IMU - SD Card	Muayene Test	Breadboard üzerinde bağlantıları yapılan uçuş bilgisayarına pil takılarak muayene edilmiştir. Eş zamanlı olarak veri alımı yapılmıştır.	İvme sensöründen alınan veriye göre ivme istenilen ivme verisine geldiğinde led yanmıştır. Test sürecindeki tüm veriler SD karta kaydedilmiştir.	-	-
BME280 - SD Card	Muayene Test	Breadboard üzerinde bağlantıları yapılan uçuş bilgisayarına pil takılarak muayene edilmiştir. Eş zamanlı olarak veri alımı yapılmıştır.	Basınç sensöründen alınan veriye göre istenilen irtifaya gelindiğinde led yanmıştır. Test sürecindeki tüm veriler SD karta kaydedilmiştir.	-	-



Telekomünikasyon Testleri



ALT SİSTEM	Test Metodu	Test Düzeneği	Elde Edilen Sonuçlar	Sonuç Farklılığı Düzeltme/İyileştirme Planları	Güncellenme Durumu ve Nedenleri
Telemetri Sistemi	Muayene	Breadboard üzerinde bağlantıları yapılan uçuş bilgisayarına pil takılarak LORA SX1276 muayene edilmiştir. Eş zamanlı olarak yazılan kod çalıştırılarak veri alımı gerçekleştirilmiştir.	Board üzerindeki LED'lerin yanmasından anlaşıldığı üzere verici sinyal yollamakta ve alıcı saniyede 10 defa veri almaktadır.	-	-
	Test	Kadıköy sahiline yer istasyonu kurulmuştur. Beşiktaş vapur hattı ile uçuş bilgisayarı yeterli mesafede uzaklaştırılmıştır. Bu şekilde mesafe arttıkça ve istenilen uzak mesafeden anlık GPS veri kontrolü yapılmıştır.	LORA SX1276 alıcı verici modülü 3 km mesafeden haberleşmeyi gerçekleştirebilmektedir.	Anten boyunun büyütülmesi kararlaştırılmıştır.	Anten boyutu telemetri sisteminin verimini arttırmak amacıyla büyütülmüştür.



Yarışma Alanı Planlaması 1



TAKIM ÜYESİ	SORUMLULUK ALANI	MONTAJ GÜNÜ GÖREVİ	ATIŞ GÜNÜ GÖREVİ
BAHADIR ALPDOĞAN	YER İSTASYONU SORUMLUSU	PCB Montaj	Taşıma, GPS verilerinin gözlemlenmesi
BURAK ÖZYÜREK	KURTARMA SORUMLUSU	Faydalı Yük Montaj	Taşıma, kurtarma araması
MUHAMMET ÖZCAN	ATIŞ ALANI SORUMLUSU	Genel Montaj	Rampaya yerleştirme, motor yüklemesi
SENA NUR SUCU	MONTAJ SORUMLUSU	Gövde Montaj	Rampaya yerleştirme
RABİA ÖZKAN	ATEŞLEME SORUMLUSU	Aviyonik Tüpü Montaj	Ateşlemeyi gerçekleştirmeye
ZEHRA BAŞAKIL	KURTARMA SORUMLUSU	Paraşüt Montaj	Kurtarma operasyon yönetimi, kurtarma araması

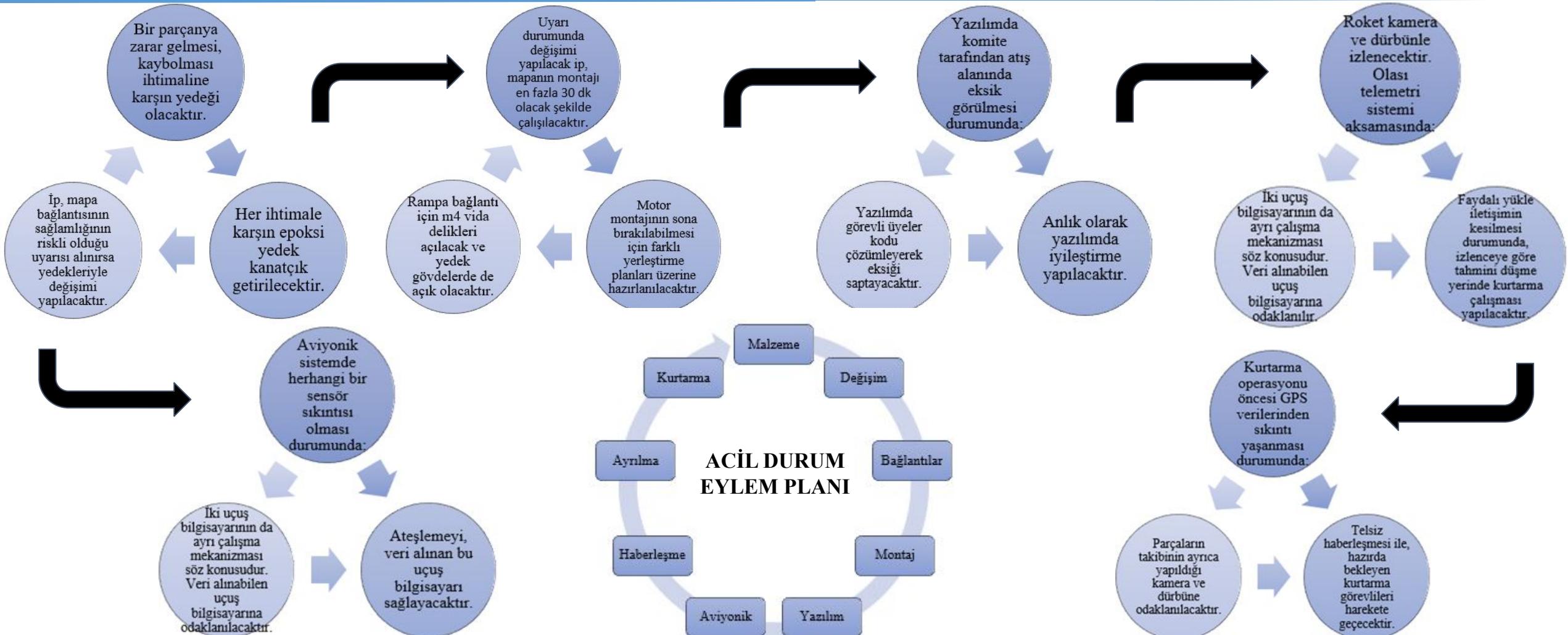
- ★ Tüm takım üyeleri bütün alt sistemlere ve montaja hakim olacaktır. Herhangi bir üyenin sorumluluk alanına yetişememesi veya sorun çıkması durumunda acil durum kritiği yapılarak çözüm üretilecektir.



NOVA 42



Yarışma Alanı Planlaması 2





Yarışma Alanı Planlaması 3



RİSK FAKTÖRÜ	RİSK NEDENİ	RİSK DERECESİ	ÇÖZÜM
BURUN ÜRETİMİ	Balsa ile üretimin yaptırılabilineceği firma bulunamadı.	DÜŞÜK	Burun ABS baskı malzemesinden 3D yazıcı ile üretildi.
YEDEK PARÇALAR	Yedek parçaların üretimi zaman kısıtlığından ve pandemiden dolayı yetişmeyecektir.	DÜŞÜK	Üretim Kurban Bayramı hemen sonrasında devam edecek olup bir haftadan kısa bir sürede gerçekleştirilmiş olacaktır.
ÜYE	Herhangi bir üyenin gelememe durumunun olması.	DÜŞÜK	Bütün üyelerin tüm alt sistemlere ve montaj stratejisine hakim olarak gelmesi üzerine çalışılmıştır. Atış alanında görevli olan tüm üyeleri bu bilgilere sahiptir.
SENSÖR/UÇUŞ BİLGİSAYARI	Sensörler oldukça hassas olup pin aralıkları küçüktür. Dolayısıyla lehim sırasında sensör ya da uçuş bilgisayarı kartlarına zarar gelmiş olma ihtimali vardır.	DÜŞÜK	Sensör pinleri tek tek kontrol edilmiş ve her biri için kısa devre kontrolü yapılmıştır. Uçuş bilgisayarı kartları ise çalıştırılarak test edilmiştir.
VİDA DELİKLERİ/MOTOR KAPAĞININ DIŞLILERİ	Vida delikleri ve motor kapağının dişlilerinin açılması zaman kısıtlığından dolayı yetişmemiştir.	DÜŞÜK	Kurban Bayramı'ndan 1 hafta sonra kısa bir sürede gerçekleştirilmiş olacaktır.