

TEKNOFEST 2020 ROKET YARIŞMASI Test Hazırlık Raporu (THR) Sunuşu İAL-HUK

Aviyonik Algoritma – Kod

- Aviyonik kod testleri, süreci hızlandırmak adına parçalara ayrılmıştır. Mantık ve algoritma kısmı, sensörler dahil olmak üzere tüm sistemin geri kalanının kontrol edilmesini sağlayan aygıt yazılımı kısmından ayrılmıştır.
- Mantık ve algoritma kısmının kodu yazılmış olduğu için rapordan önce test edilmiştir. Kodun algoritma çalışmadan önce otomatik olarak test edilmesi için koda başlangıçta birim testleri yürütecek satırlar eklenmiştir.
- Testler için ilk olarak kodumuz Visual Studio Code üzerinden inşa edilerek sözdizimi (syntax) hatalarının olmadığı doğrulanmıştır.
- Sonrasında kod, gerçek bir Arduino kartında (Arduino Uno) çalıştırılarak öncelikle birim test sonuçları seri çıktıdan kontrol edilmiştir. Bu birim testleri, yazılımın akışı tamamlaması için gerekli olan tüm metodları birden fazla farklı veri ile test etmektedir. Böylece algoritmada mantık hatalarının olmadığından emin olunmuştur.
- Algoritma yazılımı testi sırasında gerçek sensör verilerini kullanmamız imkansız olduğu için kodumuzu roket simülasyonlarıyla elde edilen veriler üzerinden çalışacak şekilde yazdık. Bu sayede algoritmamızı gerçek fırlatma yapılmış gibi test ederek beklenen şekilde çalıştığından ve çalışacağından emin olduk.
- Aynı zamanda bu birim testleri rokete yüklenecek nihai yazılımın da bir parçası olarak prototip aşamasında yazılımı mantık hatalarına karşı kontrol edecektir.
- Testimizin iki başarı koşulu vardı: birim testlerinin başarılı olması ve algoritmaya bir aksiyonu tetiklemesi gereken veriler verildiğinde (Roketin apogee irtifasına ve ivmesine ulaşması gibi) tetik pinlerinin HIGH durumuna geçmesi. Eğer birim testleri başarısız olur ya da gerekli noktalarda tetik pinleri HIGH durumuna geçmezse test başarısız sayılır.

- Aviyonik kod testlerinin algoritmadan sonraki testi aygıt yazılımı testidir. Aygıt yazılımı, prototipe ve fırlatmadan önce roketi yüklenecek olan yazılımın tamamıdır. Bu yazılım, algoritmayı da içermekle birlikte roketin tüm yazılımsal işlevlerini kontrol edecektir.
- Aygıt yazılımı karta yüklenmeden önce Visual Studio Code üzerinden inşa edilerek sözdizimi (syntax) hataları tespit edilecektir.
- Aviyonik test tarihlerinde aygıt yazılımına, bir önceki sayfadaki gibi her başlangıçta çalıştırılan birim testler ekleyeceğiz. Bu sayede yazılımı değiştirerek kontrolcü karta yüklediğimizde tüm önemli birimler test edilerek mantık hatalarının olmadığından emin olunacaktır.
- Aygıt yazılımı sensörlerden ya da donanımlardan aldığı saf verileri konsola çıktı olarak aktaracaktır. Böylece bu donanımlara yapılacak testler sırasında çıktılar incelenerek kontrolcü ile ilgili donanımlar arasındaki iletişimin stabil olduğundan ve sensörlerin doğru veriler aldığından emin olunacaktır.
- Aygıt yazılımı, ana ve yedek aviyonikler için farklı davranışlar sergileyecektir. Yazılım hangi aviyonik sisteminde yer aldığını kartların EEPROM'una yazılmış bir bit ile anlayacaktır. Aygıt yazılımında yukarıda belirtilen testler hem ana aviyonik için hem de yedek aviyonik için ayrı ayrı uygulanarak yazılımın bulunduğu sisteme uygun davrandığından emin olunacaktır.

- Aygıt yazılımı ana ve yedek aviyonik arasındaki geçişi ve bu sistemlerin KTR’de belirtilen protokolle iletişim kurmasını da yönetecektir. Bu iletişimin testi ana ve yedek kontrolcülere simülasyon verilerini kullanan bir aygıt yazılımı yüklenerek yapılacaktır. Bu protokol sayesinde iki aviyonik sürekli olarak iletişimde kalarak ortak bir noktada kurtarma sistemini tetikleyecektir. Sistemlerden birinin çalışmaması ve kurtarma sistemini tetikleyememesi durumunda diğer aviyonik sistemi kısa süre içerisinde limite ulaştığını bildirerek kurtarma sistemini tetikleyecektir.
- Protokol karşı taraftaki aviyoniğin ayakta olup olmadığını tespit edebileceğinden, aviyoniklerden birinin kurtarma sistemini tetikleyememesi durumunda bile diğer aviyoniğin kontrollü bir biçimde kurtarma sistemini tetikleyebileceğinden emin olunacaktır.
- Aygıt yazılımı testlerinin başarılı olma şartı yazılımın birim testleri geçmesi, kontrolcünün elde ettiği sensör ve donanım verilerinin test koşullarıyla örtüşmesi, yazılımın ana ya da yedek aviyonikte olduğunu anlayarak her iki durumda da beklenen biçimde davranması, iki aviyonik arasında sağlanan iletişim protokolü ile en yüksek doğruluğa ulaşması ve pürüzsüz bir ana-yedek aviyonik geçişi yapabilmesidir. Eğer bahsedilen şartlardan biri karşılanamazsa test başarısız sayılır.

- Yazılımın hem algoritma hem de aygıt yazılımı kısmının testlerinin başarısız olması halinde yapılacaklar ve bu işlemlerin planlamaları ortak ve aşağıdaki maddelerdeki gibidir.
- Kod testlerinin başarısız olması halinde kodda hata ayıklama işlemine gidilecektir. Hata ayıklama işlemi kolaylaştırmak için kodun belirli noktalarına çıktı verecek satırlar eklenecektir. Böylece beklenmeyen sonuçlara sebep olan hatalar tespit edilerek rahatça düzeltilecektir. Hataları giderilen yazılım tekrar test edilecektir.
- Kod zaman kaybı yaşanmaması adına tamamen yeniden yazılmayacak, onun yerine kod teşhis edilerek hatalar bulunacak ve ilgili hatalar düzeltilerek kod güncellenecektir.
- Kodun değiştirilme ve hata ayıklama işlemleri test sırasında yapılacağı için takvimde aviyonik testleri için uzun bir zaman verilmiştir. Bu sayede testlerin başarısız olması halinde ekip takvimin dışına çıkmadan gerekli teşhisleri ve değişiklikleri yaparak testlere devam edebilecektir.

- Parçalar elimize ulaşmadan önce yazılımın bazı kısımlarını kontrol edebilmek için bir simülasyon yazılımına ihtiyaç duyduk. Bu doğrultuda bize en uygun çözüm olarak Proteus 8'i kullanmaya karar verdik. Bu program ile parçalar elimize ulaşmadan önce gerekli yazılım kontrollerini gerçekleştirebileceğiz. Proteus 8 yazılımının lisansı ve bir kopyası elimizde olup ekstra bir tedarik ya da satın alım gerektirmemektedir.
- Kodun yazılabilmesi için ücretsiz bir geliştirme ortamı yazılımı olan Visual Studio Code kullanılacaktır. Visual Studio Code'un bir kopyası ekibimizde mevcuttur, gerekirse internet üzerinden tekrar edinilebilir.
- Kullanılacak başka bir yazılım olmadığı için yazılım testlerinde yeni bir tedarik ya da satın alım yapılmayacaktır.

Aviyonik Donanım

- Aviyonik donanım testleri kapsamında tüm malzemelerin gerekli performansı sağladıklarından ve stabil çalıştıklarından emin olunacaktır. Sensörlerin doğruluk ve hassasiyet değerleri test edilecektir.
- Test sonucunun başarısı donanımların (Sensörler, kontrolcüler, piller, servolar vs.) kabul edilir performansı ve operasyon için gerekli özellikleri sağlamasına bağlıdır. Roketin stabil ve güvenli çalışması için gereken hassasiyeti sağlayamayan donanımlar testi geçemez.
- Test edilen donanımın hassas ve doğru bir biçimde çalışması, aygıt yazılımı ile iletişim kurarak düzgün bir veri aktarımı sağlaması ve güvenilir olması beklenir. Bu şartları karşılamayan donanımlar testte başarısız kabul edilir. Roketin kendisi ve çevresi için tehlikeli olabilecek parçalar (Örn. piller) fiziksel hasara dair izler bulunduruyorsa söz konusu parçalar kullanılmayacak ve değiştirilmesi tedarikçiden talep edilecektir.
- Testin başarısız olma sebebi yazılım ve donanım arasındaki iletişimden kaynaklı ise kodda hata ayıklama işlemine gidilerek hatalar çözülecektir. Takvimde sorundan kaynaklı zaman kayıplarını en aza indirmek için aviyonik testleri dahilinde verilen süre uzun tutulmuştur.
- Testin başarısız olma sebebi hatalı ya da üretici vaatlerini karşılamayan parçalarsa, söz konusu parçaların değişimi ya da para iadesi talep edilecektir. Para iadesi yöntemine başvurulursa akabinde parçanın yenisi sipariş edilecektir.
- Testin başarısız olma sebebi parçanın modelinin kullanıma uygun olmamasıysa (Düşük performanslı, kırılğan, basınca duyarlı vs.) parçalar mümkünse iade edilecek, ardından daha uygun bir parçayla değiştirilecektir.

- Basınç sensörü, kurulan test düzeneğinde (Teensy + Basınç Sensörü) yakınlardaki bir tepeye çıkartılarak test edilecektir. İvme sensörü ise bir araç ile test edilerek alınan veriler olması gereken veriler ile karşılaştırılacaktır. Tüm sistemler yaratılacak düşük basınçlı bir ortamda (Pleksiglas kutu ve kompresör ile) ayrıca test edilerek basınca dayanıklı olup olmadıkları öğrenilecektir.
- Donanım testlerinin başarısız olması halinde planlarımız **en geç** 29 Haziran tarihine kadar tüm sorunların çözülüp gerekiyorsa sipariş edilecek olan yeni parçaların bize ulaşip sisteme takılarak test edilmiş olacağı yönündedir.
- Değiştirilecek parçaların başka bir tedarikçiden alınması gerekirse yurtiçi tedarikçilerimiz Robotistan (Elektronik parça), Direnç (Elektronik parça), N11'de Motorobit mağazası (Elektronik parça), Birikim Pilleri (Pil) ve Pilsitesi (Pil) aracılığıyla parçalar sağlanacaktır.
- Yurtdışından alınan bir basınç sensörü olan BMP280'in değiştirilmesi gerekirse başka bir üreticinin BMP280 modül kartı yurtiçinden tedarik edilecektir.
- Yurtiçinden tedarik edilecek ürünlerin teslim sürelerini söz konusu firmaların Covid 19 yazılarından ve müşteri hizmetleriyle kurulan iletişimlerden öğrendik. Bu parçaların tedarik ve teslimat sürecinin 3-5 iş günü arasında gerçekleşeceğini öğrendik.
- Takvimde verilen test süresi ortaya çıkabilecek sorunlar ve gerekebilecek malzeme tedarikleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Bu nedenle aslında 2 gün sürmesi beklenen testlerde donanım kaynaklı bir sorun gözlenirse yeni parçalar 9 günlük test süresi içerisinde tedarik edilip test edilebilecektir.

- Donanım testleri kontrolcüye yüklenen bir test kodu ile yapılacaktır. Bu kod bizim tarafımızdan yazılacak olup, test edilecek donanıma göre değiştirilecektir. Örneğin basınç sensörü testi için saf basınç sensörü ve hesaplanan irtifa verilerini konsola çıktı olarak veren bir yazılım kullanılırken ivmeölçer için saf sensör ve hesaplanan yer değiştirme verilerini konsola çıktı olarak verecek bir yazılım kullanılacaktır.
- Test kodunun yazılabilmesi için ücretsiz bir geliştirme ortamı yazılımı olan Visual Studio Code kullanılacaktır. Visual Studio Code'un bir kopyası ekibimizde mevcuttur, gerekirse internet üzerinden tekrar edinilebilir.
- Donanım testinde, elimizde olmayıp tedarik edilmesi gereken bir yazılım kullanılmayacaktır.

- Donanım testleri için düşük basınç yaratılacaktır. Bunun için okulda kulübümüze ait bir pleksiglas kutu ve bir kompresör zaten bulunmaktadır. Okul açık olduğu için aviyonik sistemleri Berkay Bağcı ve Eray Emin Ocak tarafından okula götürülüp pleksiglas kutu ve kompresör kullanılarak test edilecektir.
- Pleksiglas kutunun delinmesi için kulübümüzde var olan matkap kullanılacaktır.
- Pleksiglas kutuda açılan deliğe sibop yerleştirilecektir ve sibop kutuya epoksi ile yapıştırılarak izole edilecektir. Bu nedenle internetten sibop satın alınacaktır. Sibobun tedarik süresi 3 iş günüdür ve testlerden 1 hafta önce sipariş edilecektir. Epoksi kulübümüzde zaten mevcuttur.
- Testler aviyonik sistemindeki parçalar kullanılarak yapılacağı için bir test standına ihtiyaç duyulmamıştır.
- Bunların dışında testler aviyonik sistemindeki parçalar kullanılarak yapılacağı için başka bir parça gerektirmemektedir.

Aviyonik - Telekomünikasyon

- Telekomünikasyon testlerinde iletişim modüllerinin (SX1276) yüksek mesafede stabil çalışıp çalışmadığı ve uzun mesafedeki veri aktarım hızları test edilecektir.
- İletişim modüllerinin testi için Berkay Bağcı İzmir Konak Alsancak limanında Karşıyaka vapuruna binecek, Eray Emin Ocak ise limanda bekleyecektir. Aradaki mesafa GPS ile anlık olarak test edilecek ve Teensy kartlarına bağlı olan iletişim modüllerinin hızı kaydedilecektir. Böylece iletişim modülünün roket için gerekli menzile ve hıza sahip olduğu doğrulanacaktır.
- Testin başarı koşulu, ölçülen menzilin en az 2000 metre olması ve modülün 2000 metre menzilde en az 4 Kbps hıza ulaşılabilmesidir. Bu koşullar sağlanamazsa sorunun nedeni araştırılacak, anten ya da iletişim modülü değiştirilecektir.
- Testin başarısız olması durumunda sorun güçsüz sinyallerden kaynaklanıyorsa öncelikle anten değişimi tartışılacaktır. Eğer daha güçlü bir anten bulunamazsa ya da anten değişiminin yeterli olmayacağı anlaşılırsa iletişim modülü, daha güçlü bir modülle değiştirilecektir. Yeni modüller de aynı testlerden geçirilerek koşulları karşıladığından emin olunacaktır.
- Testin başarısız olması yazılım ile iletişim modülü arasındaki haberleşmeden kaynaklanıyorsa kodda hata ayıklama işlemine gidilecektir. Hata ayıklama işlemi kolaylaştırmak için kodun belirli noktalarına çıktı verecek satırlar eklenecektir. Böylece beklenmeyen sonuçlara sebep olan hatalar tespit edilerek rahatça düzeltilecektir. Hataları giderilen yazılım tekrar test edilerek başka bir sorun olmadığı doğrulanacaktır.

- İletişim modülünün değiştirilmesi gerekirse kullanılacak yeni parça belirlenerek yurtiçi tedarikçilerimiz arasında olan Robotistan, Direnç ve N11'de Motorobit mağazası üzerinden tedarik edilecektir.
- Yurtiçinden tedarik edilecek ürünlerin teslim sürelerini söz konusu firmaların Covid 19 yazılarından ve müşteri hizmetleriyle kurulan iletişimlerden öğrendik. Bu parçaların tedarik ve teslimat sürecinin 3-5 iş günü arasında gerçekleşeceğini öğrendik.
- Takvimde verilen test süresi ortaya çıkabilecek sorunlar ve gerekebilecek malzeme tedarikleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Bu nedenle aslında 2 gün sürmesi beklenen testlerde donanım kaynaklı bir sorun gözlenirse yeni parçalar 9 günlük test süresi içerisinde tedarik edilip test edilebilecektir.

- Telekomünikasyon testleri iletişim modülünün bağlı olduğu Teensy kartına yüklenecek olan test yazılımıyla gerçekleştirilecektir. Bu yazılım devamlı olarak karşı tarafa rastgele bitler gönderecek, karşı tarafa yüklenen yazılım ise ulaşan paketler ile iletişim hızını hesaplayacaktır.
- Test kodunun yazılabilmesi için ücretsiz bir geliştirme ortamı yazılımı olan Visual Studio Code kullanılacaktır. Visual Studio Code'un bir kopyası ekibimizde mevcuttur, gerekirse internet üzerinden tekrar edinilebilir.
- Telekomünikasyon testinde, elimizde olmayıp tedarik edilmesi gereken bir yazılım kullanılmayacaktır.

Donanım/Altyapı

- Telekomünikasyon testleri Teensy kartına bağlanacak olan SX1276 modülleri ile yapılacaktır. Sonuçlar konsola çıktı olarak verileceği için çıktıları okuyacak bir bilgisayar gereklidir. Bu iş için elimizde olan bir laptop kullanılacaktır.
- Bunların dışında testler aviyonik sistemindeki parçalar kullanılarak yapılacağı için başka bir parça gerektirmemektedir.

Yapısal

- Gövde malzemesi olarak blue tube kullanma kararı almıştık. Bu kapsamda mukavemet testi yapmayı planlıyoruz.
- Mukavemet testi kapsamında blue tube ile yaptığımız gövde parçasının orta noktasına önce 5 sonra 10 daha son olarak da 15kg lik ağırlığı paraşüt için kullanacağımız iplerle asacağız. Bu test sonucunda gövdede herhangi bir yapısal bozukluğun yaşanması durumunda test başarısız kabul edilecektir. Gövdemizin herhangi bir yapısal bozukluk yaşamadığı durum başarılı kabul edilecektir. Bu test sonucunda blue tube'u tedarik etmeyi planladığımız web sitesinden aldığımız bilgiler ve görseller ışığında gövdemizde hiçbir yapısal bozukluk beklememekteyiz. Ancak test sonucunun başarısız olması durumunda 3 Boyutlu yazıcımızdan maksimum dolgunluk ile PLA filament kullanarak halka şeklinde olması kararlaştırılan destek parçaları basılarak gövdenin yapısal olarak zayıf bölümleri desteklenecektir.
- apoggerockets.com'dan aldığımız görüntüler aşağıda verilmiştir:



- Ayrıca yapacağımız testlerden biri de kanatçık ile gövde bağlantısının dayanıklılığıdır.
- Bu kapsamda kanatçıklarımız blue tube ile hazırlanmış gövdemize vida ve epoksi ile sabitlenecektir.
- yanatçığımızla gövdemiz yerle paralel olacak şekilde tutulup kanatçığımıza önce 2,5 sonra da 5kg ağırlığında yükler bindirilecektir.
- Kanatçığımızın gövde ile bağlantısında herhangi bir kopma, esneme, vs. yaşanması durumunda test başarısız kabul edilip kanatçığımızın gövde ile bağlantısı test uygulanmadıktan önceki yapısını korursa test başarılı kabul edilecektir.
- Aynı zamanda kanatçığın dikey pozisyonunda masa mengenesine sabitleyip önce 2,5kg sonra 5kg en son da 7,5kg lik ağırlık paraşüt ipleriyle yanatçığa asılarak kanatçığın mukavemeti test edilecektir.
- Bu test kapsamında kanatçığımızda yaşanacak herhangi bir yapısal bozuklukta test başarısız kabul edilir. Herhangi bir yapısal bozukluğun yaşanmaması durumunda test başarılı kabul edilir.
- Kullandığımız malzeme hakkında yaptığımız literatür taramaları ve geçmiş testler incelendiğinde bu mukavemet testinde herhangi bir başarısızlık beklemiyoruz. Ancak olası bir başarısızlık durumunda kullanacağımız alüminyum alaşımı daha mukavemetli bir alaşımla değiştirilir.
- Gerekli malzeme tedariki için Şiva metalle anlaşılmıştır.

- Blue tube'umuza asacağımız yükler elimizde mevcuttur.
- Yük blue tube'a paraşüt ipiyle bağlanacaktır.
- Kampciyiz.com sitesinden temin edeceğimiz 30 metrelik paracord ipini kesilerek kullanılacaktır. Blue tube ve kendisine bağlı yükümüz yerden ekibimizden iki kişinin blue tube un iki ucundan tutmasıyla havaya kaldırılarak yükseltilecektir.
- Paracord ipinin tahmini teslimat tarihi 15 Hazirandır.
- Kanatçığa yapılacak mukavemet testi için kullanılacak ağırlıklar elimizde mevcuttur.
- Blue tubelarımız apoggerockets.com sitesinden sipariş edilmiş olup tahmini teslimat zamanı 19 Hazirandır.
- Masa mengenesi elimizde mevcuttur.

Paraşüt Açılma

- Paraşüt malzemesi olarak ripstop nylon kullanılmasına karar vermiştik. Bu kapsamda paraşütümüz 7 katlı bir binanın üstünden (20m) 10 kg'lık yükte bir adet 12 cm çapa sahip 50 cm uzunluğundaki pvc borunun içinden serbest bırakılarak paraşütün davranışı incelenecektir. Bu test sayesinde paraşüt ve paraşüt iplerimizin dayanıklılığını test edilecektir. Bu test takım üyemiz Heval Nergiz tarafından yapılacaktır.
- Bu testte 10 kg ağırlık olarak iki adet 5'er kg'lık dumbbel'ler kullanılacaktır.
- Yaptığımız araştırmalar sonucunda malzeme seçimini hassaslıkla gerçekleştirmiş bulunmaktayız bu nedenle test sonucunda dayanıklılıkla ilgili herhangi bir sorun beklememekteyiz.
- Paraşüt ipimizde yaşanacak herhangi bir yırtılma yaşanması durumunda test başarısız kabul edilir. Testin başarısız olması durumunda paraşütümüzdeki kuş gözleriyle desteklenen delik sayısı artırılarak daha yüksek sayıda paraşüt ipi kullanılacaktır.
- İpin sağlam kalıp paraşütün yırtılması halinde iplerin bağlandığı noktalarda paraşüt kumaşının kalınlığı arttırılacaktır.
- Bu işlem için herhangi bir ek malzeme sipariş etmemize gerek yoktur. Elimizde bu işlem için hali hazırda sipariş edilmiş fazladan paraşüt kumaşı bulunacaktır.
- Ancak paraşütümüzün hazırlanacağı kumaşın yapısı gereği paraşüt kumaşımızda herhangi bir yırtılma beklememekteyiz. Paraşüt ipimizin de 250kg yük taşıma kapasitesinde olup paraşüte en az 12 adet kullanılacağı hesaba katıldığında paraşüt iplerimizde de herhangi bir yırtılma beklememekteyiz.

- Paraşüte doğrudan fiziksel testler uygulanacağı için herhangi bir yazılıma ihtiyaç duyulmamıştır. Dolayısıyla herhangi bir yazılım satın alımı da yapılmayacaktır.

- Prototip testinde kullanılacak 150 cm çapa sahip ripstop kumaş elimizde mevcuttur.
- Kullanılacak 50 cm'lik pvc boru elimizde mevcuttur.
- Kuş gözleri sipariş edilmiş olup 1 hafta içerisinde elimize ulaşmaları beklenmektedir.
- Prototip testinde kullanılacak olan paraşütün hazırlanması Heval Nergiz tarafından 15 haziranda gerçekleştirilecektir.
- Genel test raporu için kalan paraşütlerimizin aliexpress.com sitesinden sipariş edilmiş olup 20 temmuzda elimize ulaşmalarını planlıyoruz.
- Bu test ekip üyemiz Heval Nergiz tarafından gerçekleştirilecektir.

Ayrılma – Paraşütler ve Payload

- Yapacağımız testlerle üst gövdede bulunan ayırma sistemimizin ve paraşütlerin barut patlamasına dayanıklılığı ve oluşturulacak itki gücünün yeterliliği test edilecektir.
- Bu testte polikarbonat (lexan) ile üretilmiş herhangi bir parçanın veya paraşütlerin zarar görmesi ve burun konisinin ayrılamaması durumunda test başarısız kabul edilir. Karabarutumuzun beklediğimiz gibi patlayarak ayırma sistemimizin üst parçasının burun konisini yeterli itki gücüyle ittirip burun konisi ile gövdenin bir arada kalmasını sağlayan PLA ile basılmış kırılğan vidaları kırıp burun konisinin paraşütlerle birlikte gövdeden sorunsuz bir şekilde ayrıldığı durumda test başarılı kabul edilir. İlk testimizin yüksek ihtimalle aşarıyla sonlanacağını bekliyoruz
- Testi kolaylaştırabilmek adına gövdeyi simüle edebilmek için 33,13 cm uzunluğunda gövdemizin ayırma sisteminde bulunacak bölümü ile aynı ölçülere sahip PLA ile basılmış tüp kullanılacaktır. PLA tübün iç kısmı epoksi reçine ile kaplanacaktır.
- Paraşütler gövdenin içine Poliüretan Kaplı Cam Elyaf Kumaş ile sarılarak eklenecektir. Yanmaz kumaşımızın 550°C dereceye kadar dayanıklı olduğunu biliyoruz.

Test Yöntemi

- Gerçek senaryoda ayırma sistemimiz yaklaşık 8 kg ağırlığı ittireceğinden burun konimizin içine 7,5 kg ağırlığa sahip kurşun eklenecektir (sadece burun konimiz 588g ağırlığa sahiptir.)
- Testte polikarbonat ile üretilmiş parçalardan herhangi birinin zarar görmesi durumunda ısıya karşı desteklemek amacıyla gerekli bölümler ince bir tabaka olacak şekilde epoksi reçine ile kaplanacaktır. Yeterli itiş gücünün sağlanmaması dolayısıyla vidaların kırılıp ayrılmanın gerçekleşmemesi durumunda kullanacağımız 2 farklı çözüm yöntemi bulunmaktadır(Gerekirse ikisi birlikte de kullanılabilir):
- Kullandığımız vida sayısı azaltılacaktır. (Gerekirse vidasız bir şekilde sadece sıkı geçirme sistemi kullanılacak fakat bu en son seçenek olacaktır ki buna gerek kalacağı düşünülmüyor.)
- Karabarut miktarı kademeli olarak arttırılacaktır.
- Paraşütün zarar göreceğini düşünmesek de olası bir hasarda paraşütler 2 kat yanmaz kumaşla kaplanacaktır.

- Yapacağımız bir diğer ayırma testi de orta gövde-tube coupler ikilimizle alt gövdenin ayrılmasıdır. Aynı şekilde karabarut kullanılacaktır. Üst gövdenin burun konisinden ayıran sistemle farkı patlama ile oluşan basıncın doğrudan gövdeleri ayırmak için kullanılmasıdır.
- Testi kolaylaştırabilmek adına gövdeyi simüle edebilmek için alt gövdemizin ayırma sisteminde bulunacak bölümü ile aynı ölçülere sahip PLA ile basılmış tüp kullanılacaktır. Tubecoupler ve alt tarafını kapatacak olan bulkhead polikarbonat (lexan) ile basılarak üretilecektir. PLA tübün iç kısmı epoksi reçine ile kaplanacaktır. Eğer alt gövde ile tubecoupler - orta gövde ikilisi oluşan basınçla ayrılırsa test başarılı kabul edilir. Eğer vidalar kırılmaz ve ayrılma gerçekleşmezse test başarısız kabul edilecektir. Ayrıca polikarbonat malzemelerin karabaruttan ciddi zarar görme durumları da testi başarısız olarak kabul etmemize sebep olacaktır. Bu sorunların yaşandığı senaryoda kullanacağımız çözümler üst gövdenin ayırma testi için kullanacağımız çözümlerle aynıdır.
- Kullanacağımız kara barut elimizde mevcuttur.
- Polikarbonat filament robotsepeti.com dan sipariş edilecektir. Stokların tükenmesi durumunda 3dyazdiralim.com dan sipariş edilecektir. (Şu anda her iki sitede de stoklar mevcuttur.)

- Bu kısma doğrudan fiziksel testler uygulanacağı için herhangi bir yazılıma ihtiyaç duyulmamıştır. Dolayısıyla herhangi bir yazılım satın alımı da yapılmayacaktır.

- Gövdeyi basmak için kullanacağımız PLA filament elimizde mevcuttur. (Filament markası: Esun)
- Bu testte kullanacağımız gövdeyi PLA filament ile basma sebebimiz ayırma sisteminin testinin hızlı, kolay ve düşük maliyetle tamamlanmasıdır.
- Polikarbonat ve PLA ile üretilmesi planlanan tüm malzemeler okulumuzda bulunan FlashForge Guider II's 3 Boyutlu yazıcılardan basılarak üretilecektir. (Bu yazıcıya ulaşamaması durumunda ekip arkadaşımız Berkay Bağcı'nın Ender 2 yazıcısı kullanılacaktır.)
- Kullanacağımız epoksi reçine elimizde mevcuttur.
- Kurşun, Yeşiltaylar Metal adlı firmadan 17 Haziran tarihinde Şahin Abdullah tarafından satın alınacaktır gerekli görüşmeler tamamlanmıştır.

Test Zaman Takvimi

Yapısal	Tedarik 19 Haziran 22 Haziran	Testler 23 Haziran 29 Haziran	Raporlama 29 Haziran 2 Temmuz
Paraşüt Açılma	Tedarik 10 Haziran 15 Haziran	Testler 16 Haziran 20 Haziran	Raporlama 20 Haziran 23 Haziran
Ayrılma	Tedarik 14 Haziran 19 Haziran	Testler 20 Haziran 29 Haziran	Raporlama 29 Haziran 2 Temmuz
Aviyonik	Tedarik 11 Haziran 20 Haziran	Testler 21 Haziran 30 Haziran	Raporlama 29 Haziran 2 Temmuz